

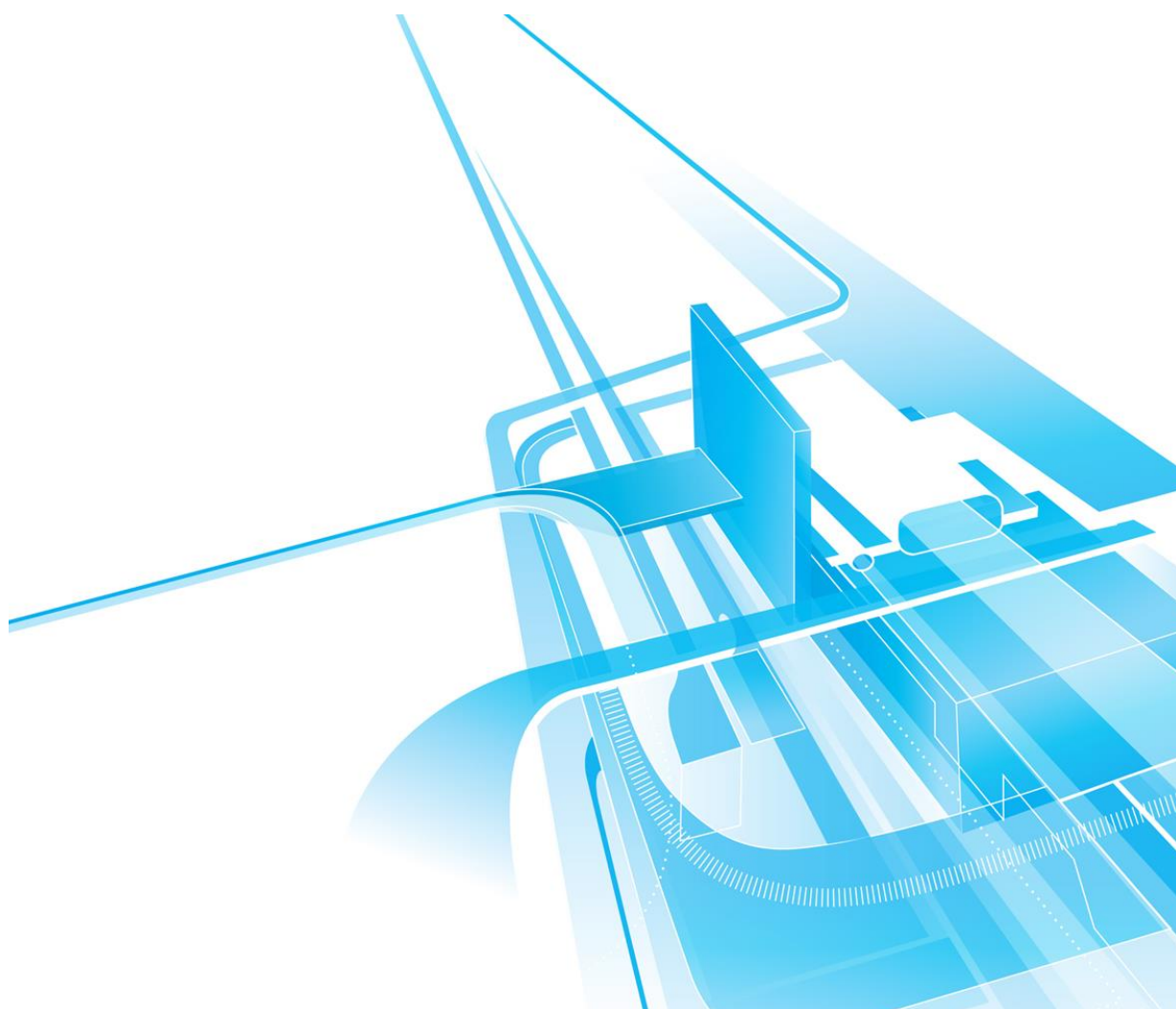
Notat

Bård Norheim
Mari Betanzo
Tormod Wergeland Haug

97/2016

STRATMOD

D1.1 Overordnet beskrivelse av modellen



Forord

Prosjektet *STRATMOD* er et samarbeid mellom Ruter, Jernbanedirektoratet, Vegdirektoratet, Urbanet Analyse, SINTEF, NTNU og VTI. Prosjektet er finansiert av det Regionale Forskningsfondet Hovedstaden RFFH. Hensikten med prosjektet har vært å utvikle et strategisk modellverktøy for kunne gjennomføre bedre analyser av ulike transportscenarier i byområdene.

STRATMOD består av tre delmoduler; storsonemodellen, finansieringsmodellen og optimaliseringsmodellen. De tre delmodellene er dokumentert i hvert sitt dokumentasjonsnotat. Optimaliseringsmodellen er under utvikling og er ikke benyttet i analysene i dette prosjektet.

I tillegg består leveransen av et overbygningsnotat, med hensikt å beskrive helheten av modellverktøyet. Det er dessuten gjort tre caseanalyser i prosjektet:

1. Togreisen fra dør til dør: Hvordan inkludere tilbringerreisen og knutepunktet i analysene? Case Moss og Follobanen.
2. Oslo backcasting: hvilke modeller forklarer best den faktiske veksten i kollektivreiser?
3. Overførbarhet til Stockholm: hvilke tiltak er mest effektive for å endre transportmiddelfordelingen innenfor gitte budsjetttrammer?

Oppsummert består leveransen av følgende notater:

- D1.1 Overordnet beskrivelse av STRATMOD
 - D1.2 Case Moss Follobanen
 - D1.3 Case Oslo
 - D1.4 Case Stockholm
- D2.1 Beskrivelse av storsonemodellen
 - D2.2 Dokumentasjon av STRATMOD-verktøyet i Cube
- D3.1 Beskrivelse av finansieringsmodellen
- D4.1 Beskrivelse av optimaliseringsmodellen
- SINTEF-rapport: Etablering av datakilder

Bård Norheim (Urbanet Analyse) har vært prosjektleder for oppdraget. Arbeidsgruppa som har stått for selve utviklingen av modellen og gjennomføring av caseanalysene har bestått av en rekke representanter fra Urbanet Analyse, SINTEF, VTI og NTNU. Videre har Ruter, Jernbanedirektoratet og Vegdirektoratet fulgt prosjektet tett gjennom løpende prosjekt- og styringsgruppemøter.

Oslo, 2017

Innhold

1. Innledende om prosjektet.....	3
1.1 Bakgrunn og hensikt	3
1.2 Ulike modeller til ulik bruk – det finnes ikke én optimal modell	5
1.3 Hvorfor er ikke de kvalitative faktorene inkludert i transportmodellene?	6
1.4 Etterspørselseffekter av ulike tiltak	8
<i>Betydningen av å inkludere kvalitative faktorer.....</i>	<i>10</i>
<i>Betydningen av å benytte lokale tidsverdier</i>	<i>11</i>
<i>Betydningen av å ta hensyn til køtid på vegnettet</i>	<i>12</i>
<i>Betydningen av å ta hensyn til økende verdsetting av tid.....</i>	<i>13</i>
<i>Betydningen av å ta hensyn til effekten av sykkelfelt.....</i>	<i>14</i>
2 Hovedprinsipper i STRATMOD-modellen	16
2.1 Utviklingstrekk i byene stiller krav til et nytt analyseverktøy	16
2.2 Prinsipper i STRATMOD	17
<i>Metodisk utgangspunkt (UA-modellen)</i>	<i>17</i>
<i>Reisetidselastisiteter vegkapasitet</i>	<i>20</i>
<i>Andel overført trafikk mhp økt kollektivreiser, bilreiser og sykkelturner.....</i>	<i>21</i>
<i>Modellen inkluderer nye kilder for kvalitative data.....</i>	<i>21</i>
2.3 STRATMOD-modellen består av tre delmodeller	22
<i>Storsonemodellen.....</i>	<i>22</i>
<i>Finansieringsmodellen.....</i>	<i>24</i>
<i>Optimaliseringsmodellen.....</i>	<i>28</i>
2.4 De ulike delmodellene henger sammen	30
3 Caseanalyser	33
3.1 STRATMOD-prosjektet skal se på framtidens transportutfordringer	33
3.2 Backcasting	34
3.3 Jernbanemodellen	2
3.4 Kostnader og optimalisering.....	4
4 Referanseliste	8

1. Innledende om prosjektet

1.1 Bakgrunn og hensikt

STRATMOD-prosjektet er et samarbeid mellom Ruter, Jernbaneverket, Vegdirektoratet, Urbanet Analyse, SINTEF, NTNU og VTI. Prosjektet er finansiert av det Regionale Forskningsfondet Hovedstaden RFFH. Hensikten med prosjektet er å utvikle et strategisk modellverktøy for kunne gjennomføre bedre analyser av ulike transportscenarier i byområdene. Slike analyser vil trolig få økt fokus i tiden fremover på grunn av sterk befolkningsvekst i urbane områder hvor boligmarked og infrastruktur allerede er presset. Uansett hvordan behovet for økt infrastruktur løses vil det medføre betydelig økning i offentlige utgifter.

Samtidig er det et økende fokus på miljøvennlige løsninger i samfunnet, og det er satt ambisiøse nasjonale mål for utslipp og trafikkutvikling både i Sverige og Norge. I Norge tilsier nullvekstmålet nullvekst i personbilreiser, og i Sverige er det et mål om fordobling av antall kollektivreiser. Dette taler for at en fortsatt vegbasert vekst ikke vil være en aktuell utvikling, og det er nødvendig å planlegge for kollektivtransport, sykkel og gange dersom denne veksten ikke skal fortsette den bilbaserte trendutviklingen.

Et problem med dagens analyseverktøy er at en del tiltak for kollektivtransporten gir begrensede effekter siden en rekke kvalitetsfaktorer, som eksempelvis trengsel og forsinkelser, ikke er inkludert. Dette henger sammen med at de tradisjonelle modellene først og fremst er utviklet for å modellere biltrafikken, og i mindre grad for å analysere effekten av tiltak som påvirker øvrige transportmidler. Dette gjør at de tradisjonelle modellene i mange tilfeller vil underestimere effekten av kollektivtiltak. Underestimering av de positive effektene av kollektivtiltak kan føre til at effektive tiltak ikke blir gjennomført, og på den måten hindre at de nasjonale målsetningene nås.

For å kunne gjøre fornuftige analyser og prognoser på transportområdet er en helt avhengig av gode modeller for ulike nivåer i beslutningsprosessen. Det er dessuten flere utviklingstrekk som tilsier at dette vil bli stadig mer aktuelt:

1. **Trafikantene** er blitt mer kravstore og de har større valgfrihet. De er blitt mer «utro trafikanter» i den forstand at de ikke «alltid» kjører enten bil, kollektivt, går eller sykler. De veksler mellom transportmidlene etter hva som er mest praktisk, og det kan variere fra dag til dag også for samme type reise. Det kan skyldes at de har flere gjøremål underveis eller i løpet av dagen, og at flere har tilgang til bil og dermed større valgfrihet når det gjelder muligheten til å bruke bil når det passer. Samtidig øker deres krav til kvalitet og komfort, og daglig tidspress gjør at verdsetting av tid øker. Det betyr at dagens transportløsninger raskt kan bli uegnet for å møte morgendagens kunder. Det er viktig å ha god oversikt over trafikantenes ønsker og behov, og ikke minst

ha muligheter til å drøfte hvordan økt verdsetting av reisetid og komfort påvirker transportteterspørselen framover.

En av målsetningene med modellen har vært å få et verktøy som kan belyse konsekvensene av ulike strategier og tiltak for ulike grupper, betydningen av økt verdsetting av tid og muligheter for å implementere flere kvalitative faktorer i analysene på en konsistent måte.

Det betyr konkret at STRATMOD er utviklet for kunne belyse

1) etterspørselseffekten av konkrete tiltak både for gjennomsnittstrafikantene, og for ulike brukergrupper som ungdom, eldre, yrkesaktive osv, slik at det er mulig å vurdere evt uheldige fordelingsvirkninger av de tiltakene som iverksettes.

2) etterspørselseffekter for framtidens trafikanter når vi tar hensyn til at tidskostnadene vil øke eller endres i en bestemt retning

3) etterspørselseffekter av nye komfortfaktorer som ikke er inkludert i dagens transportmodeller

2. **Markedet** blir mer komplisert, ikke minst i de største byene hvor køproblemene øker og trengselen om bord på transportmidlene er stor. Det er vanskelig å lage gode kø-modeller når trafikken nærmer seg kapasitetsgrensen, og ikke minst forutse hvordan trafikantene tilpasser seg en situasjon med stadig mer kø og trengsel i transportsystemet. For en bilist er det både spørsmål om hvilken veg hun skal kjøre, om hun skal bytte over til kollektivtransport eller reise før/etter rushet. Transportmodellene må derfor i stadig større grad predikere transportmiddelvalg i tid og rom, og også ha gode modeller for hvordan flere trafikanter skaper økt kø og trengsel.

En av målsetningene med modellen er å få bedre prognoser for etterspørselseffekten av mindre trengsel og forsinkelser i transportsystemet

Det betyr at STRATMOD er utviklet for kunne belyse direkte og indirekte effekter av:

1) køprising, ved å regne på effekten av at køene reduseres eller at noen kan endre reisetidspunkt

2) tidsdifferensierte takster, ved å regne på effekten av endret trengsel og muligheter for å endre reisetidspunkt

2) vegutbygging når vi tar hensyn til at køene reduseres

3) bedre fremkommelighet for kollektivtransporten.

3. **Beslutningstakerne** blir flere og budsjettansvaret mer oppstykket. Det er ikke alle beslutningstakere som er like sentrale, men mange vil uansett ønske å få prognoser og beregnet konsekvenser for «sine» områder. Som eksempel er tidligere Oslo Sporveier nå splittet opp i nærmere 20 selskaper, hvorav flere driver med ulike typer markedsanalyser og prognoser, og andre sitter på sentrale nøkkeltall og data som er viktig for transportmodellene. Med økt budsjettansvar vil disse beslutningstakerne etterspørre stadig mer kunnskap om hvordan markedet utvikler seg, og de har behov for data på svært

ulikt nivå fra detaljerte prognoser på holdeplass og avgang til scenarier for transportutviklingen framover.

En av målsetningene med modellen er å utvikle strategiske transportmodeller som også inkluderer de økonomiske konsekvensene av ulike tiltakspakker, og ikke minst kostnader for ulike offentlige aktører for investeringer og drift av transportsektoren.

Det betyr at STRATMOD er utviklet for kunne beregne de normerte kostnadene for ulike aktører av de tiltakene som vurderes, både når det gjelder:

- 1) Bedriftsøkonomiske kostnader for privat og offentlig sektor**
- 2) Konsekvenser for driftsøkonomi og investeringer**
- 3) Samfunnsøkonomiske kostnader**
- 4) Konsekvenser av ulike tiltakspakker innenfor gitte budsjettammer**

For å kunne planlegge for disse utfordringene er det i dette prosjektet utviklet en strategisk modell som fungerer som et supplement til de tradisjonelle transportmodellene. Hensikten med verktøyet er å kunne gjennomføre mer målrettede analyser av tiltak og virkemiddelbruk som påvirker de mer miljøvennlige transportmidlene, som ofte blir underestimert i de tradisjonelle transportmodellene. Aktuelle tiltak kan være lokalisering av boliger og arbeidsplasser, forbedringer i kollektivtilbudet eller sykkelinfrastrukturen. Verktøyet kan også vise effekten på kostnader og reisemiddelfordeling som følge av ulik virkemiddelbruk, for eksempel restriktive tiltak sammenlignet med utvidelse av kollektivtilbudet.

1.2 Ulike modeller til ulik bruk – det finnes ikke én optimal modell

Som vi så i delkapittelet over gir STRATMOD-modellen en rekke fordeler dersom en skal gjøre overordnede strategiske analyser i byområdene. Det aggregerte nivået gjør at trengsel og forsinkelse kan inkluderes, noe som hindrer underestimering av kollektivtiltak i områder hvor trengsel og kø er utbredt. Samtidig mister en muligheten til å gå inn på mer detaljerte analyser på lenkenivå.

Denne motsetningen illustrerer at det ikke er mulig å lage én modell som favner alle mulige behov. Det er heller ikke mulig å lage gode overordnede prognoser for transportutviklingen uten å ha en mer detaljert transportmodell i bunn. Modellen må dermed sees på som et supplement til de tradisjonelle modellene, som skal kunne besvare andre typer spørsmål og utfordringer enn det de tradisjonelle modellene skal.

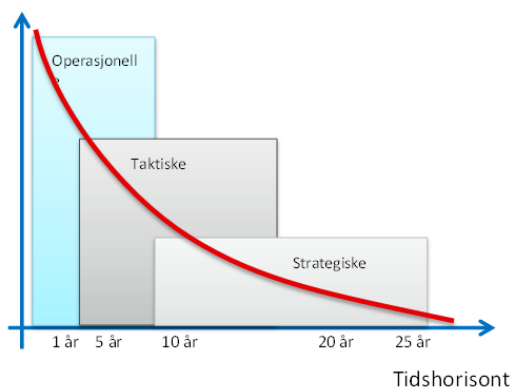
Det kan være nyttig å illustrere hensiktsmessigheten av de ulike modellene ut fra hvilket formål og problemstilling de er satt til å belyse. Som vi ser av tabellen over er STRATMOD-modellen en strategisk modell som er egnet til langtidsplanlegging og scenarioanalyser. De mer tradisjonelle transportmodellene (RTM og SAMPERS) gir ikke den samme fleksibiliteten som STRATMOD- og HUT-modellen og vil i mange tilfeller underestimere effekten av tiltak i mer strategiske analyser. Samtidig er transportmodellene mer egnet til å analysere

vegsystemet og effekter på linjenett og i knutepunkter. De ulike modellene må derfor ikke sees på som konkurrenter, men som et styrkende supplement som muliggjør flere analyser på ulike nivåer.

Tabell 1.1: Oversikt over ulike modellers formål og bruksområde.

Nivå	Bruksområde	Eksempler
Operativt	<ul style="list-style-type: none"> Avviklingsmodeller Ruteplanlegging Kryssløsninger 	<ul style="list-style-type: none"> VISUM, Contram, Aimsun etc.
Taktisk	<ul style="list-style-type: none"> Linjenett/knutepunkt Vegsystem/kapasitet 	<ul style="list-style-type: none"> RTM, SAMPERS etc.
Strategisk	<ul style="list-style-type: none"> Scenarier Langtidsplanlegging Tiltakspakker 	<ul style="list-style-type: none"> STRATMOD og HUT-modellen, LUTRANS etc.

Detaljeringsgrad



Kilde: Tørset m.fl. 2011

1.3 Hvorfor er ikke de kvalitative faktorene inkludert i transportmodellene?

Ved bruk av dagens modellverktøy kan en få underestimert effekten av kollektivtiltak siden verktøyet ikke inkluderer kvalitative faktorer, som forsinkelse og trengsel, til tross for at vi vet at dette er faktorer som betyr noe for trafikantene. De kvalitative faktorene kan få relativt store konsekvenser for den beregnede effekten av tiltak. I tillegg er dagens modellverktøy basert på tidsverdier fra den nasjonale reisevaneundersøkelsen, selv om de regionale forskjellene i tidsverdi kan være store.

På oppdrag for Miljøverndepartementet (i dag Klima- og miljødepartementet, KLD) er det laget en rapport som belyser sterke og svake sider ved de ulike transportmodellene, og hvor bruken av dem er best egnet (Tørset m.fl. 2011). En av hovedkonklusjonene i denne rapporten var at dagens regionale transportmodeller (RTM) var svakest på analyser av kollektivtransport, sykkel og gange. Dette skyldes flere forhold, men særlig det faktum at sentrale standardfaktorer er utelatt fra etterspørselssiden.

Tilsvarende analyser er gjort i Sverige hvor konklusjonen var omtrent den samme (Harders m.fl. 2015 og Algers m.fl. 2009). Konklusjonene i disse analysene var at etterspørselsmodellene manglet en del sentrale standardfaktorer og at dagens transportmodeller til en viss grad blir brukt utenfor sitt primære område.

TØI har nylig publisert en rapport som drøfter hvordan kvalitetsfaktorer påvirker etterspørselen og hvordan disse faktorene bør behandles i forbindelse med transportmodellene (Fearnley m.fl. 2015). Til tross for at det er etablert kunnskap om at kollektivtrafikanter har positiv verdsetting av kvalitetsfaktorene anbefaler rapporten at disse holdes utenfor de etablerte transportmodellene. Årsaker som trekkes frem er at det er vanskelig å måle og kvantifisere kvalitetstiltak, samt at etterspørselseffekten antas å være relativt liten sammenlignet med de harde kvalitetsfaktorene, som pris og reisetid.

Det er mange grunner til at det er utfordrende å inkludere de mykere kvalitetsfaktorene i de etablerte transportmodellene:

1. Det har foreløpig manglet gode data for verdsetting og trengsel, men dette er et område hvor tilfanget av nye undersøkelser øker raskt. Og alle undersøkelser viser at forsinkelser har en høyere tidskostnad enn vanlig reisetid med sitteplass.
2. Det mangler gode data om forsinkelser og trengsel på de ulike strekningene, slik at en estimering av transportmodellen mot faktisk reisemiddelvalg vil mangle disse faktorene i kalibreringen av modellen.
3. Det er komplisert å inkludere endogene forklaringsvariabler i etterspørselsmodellen, det vil si faktorer som er avhengig av hvor mange reisende som er på de ulike strekningene. For hver gang det foretas en ny nettutlegging vil trafikantenes generaliserte kostnader (GK)¹ endres og det vil skape nye runder med iterasjoner. Når forsinkelser og trengsel også har høye tidsverdier vil disse endringene være relativt store og skape mer ustabilitet og lang beregningstid, og det er et spørsmål om det er mulig å oppnå likevekt.

Siden det er et økende problem med kø og trengsel i byene, og siden disse elementene har en høyere tidsverdi enn normal reisetid, blir det imidlertid også «feil» å ekskludere disse kvalitative faktorene. Spesielt dersom man analyserer effekten av kollektivtiltak som bedrer trengsels- og forsinkelsesproblemer i byområder med mye kø.

STRATMOD-modellen er utviklet som en overordnet strategisk modell, som aggregerer informasjon fra transportmodellene til storsonenivå. Dette gjør det mulig å inkludere de kvalitative faktorene på storsonenivå. Forsinkelse og trengsel vil for eksempel kunne legges til basert på informasjon fra gjennomførte SP-undersøkelser i analyseområdene. På den andre siden mister en det detaljerte lenkenivået, noe som kan være en ulempe for visse analyser.

Siden det ikke gjøres nye nettutlegginger i STRATMOD-modellen kan analysene gjennomføres uten lang beregningstid, noe som gjør det mulig å enkelt sammenligne en rekke ulike scenarier. Det at modellen ikke gjør en ny nettutlegging har imidlertid også konsekvenser for detaljeringsnivået, og fører til at resultatene må tolkes som den direkte effekten av tiltaket og ikke nødvendigvis en likevektssituasjon. For eksempel vil en frekvensøkning kunne føre til at trafikanter velger å gå lenger til en holdeplass for å få høyere frekvens. Den økte gangtiden som følge av det nye rutevalget vil ikke være inkludert i den aggregerte modellen. Et annet

¹ Trafikantenes totale reisebelastning målt i monetære kostnader

eksempel kan være et kollektivtiltak som overfører reiser fra bil til kollektivt. Tilleggseffekten som følge av bedre plass på vegene av en slik overføring vil heller ikke være inkludert i STRATMOD-modellen.

1.4 Etterspørselseffekter av ulike tiltak

Et problem med dagens analyseverktøy er at en del sentrale tiltak gir begrensede effekter siden en rekke kvalitetsfaktorer er utelatt fra etterspørselsmodellen. Det gjelder i første kvalitative egenskaper knyttet til:

- Trengsel og forsinkelser kollektivt
- Kører på vegnettet
- Tilgjengelighet og egenskaper ved sykkelveinettet

Det er i denne sammenheng viktig å skille mellom hvor mye disse egenskapene utgjør av *totale* generaliserte reisekostnader, og hvor mye de utgjør av *endringen* i de generaliserte reisekostnadene når et tiltak iverksettes. For å kunne beregne etterspørselseffekter er det andelen av endringene som har en betydning. For en del type tiltak vil de overnevnte kvalitative faktorene ikke endres, og da har det ikke noen betydning om de inkluderes eller ikke. For andre tiltak kan det være den dominerende endringen, som f.eks. bygging av sykkelfelt. Ved å ikke inkludere disse elementene vil det i prinsippet bety at etterspørselseffekten undervurderes. Samtidig vil det å utelate en faktor fra etterspørselsmodellen i prinsippet bety at verdien av denne faktoren settes til 0.

De kvalitative faktorene kan få relativt store konsekvenser for den beregnede effekten av tiltak som påvirker de mer miljøvennlige transportmidlene. Vi kan da skille mellom de direkte og indirekte etterspørselseffektene:

1. De direkte effektene er betydningen av at faktoren inkluderes i GK, for eksempel sykkelfelt eller forsinkelser for kollektivtransporten. I det første tilfellet er det ikke mulig å beregne effekten av sykkelfelt fordi den ikke inkluderes, mens i den andre situasjonen er det tatt hensyn til forsinkelser, men spørsmålet er om tidskostnadene er høyere enn vanlig reisetid.
2. De indirekte effektene er når reisestandarden avhenger av antall passasjerer om bord på transportmidlene. Her vil effekten av for eksempel lavere takster kunne føre til flere passasjerer som gir økt trengsel om bord og redusert komfort og dempet etterspørsel. Og motsatt vil økt fremkommelighet kunne gi økt omløpshastighet for kollektivtransporten og økt frekvens.

Betydningen av å benytte STRATMOD i analysene vil derfor avhenge av hvor mye komfortfaktorene påvirkes av endret etterspørsel eller ringvirkninger på rutetilbudet.

Vi vil her vise noen eksempler for å belyse dette potensialet. Men det bør understrekes at dette potensialet vil avhenge av nivået på de kvalitative faktorene som skal belyses. Hvis det er lite forsinkelser eller trengsel vil effekten bli mindre. Vi vil belyse disse eksemplene med:

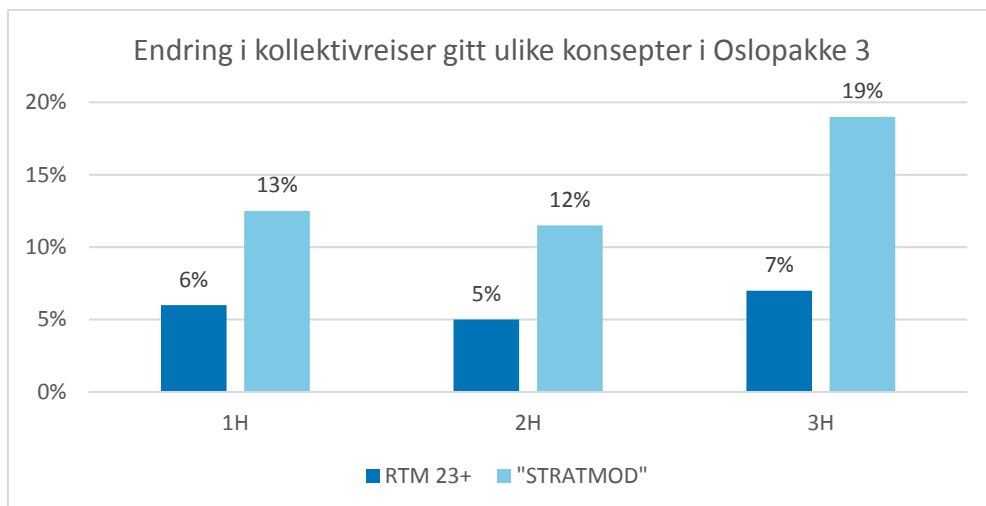
1. Konkret eksempel fra analysene av Oslopakke 3
2. Betydningen av å inkludere flere kvalitative faktorer i Oslo/Akershus
3. Betydningen av lokale tidsverdier
4. Betydningen av å ta hensyn til køtid på vegnettet
5. Betydningen av å ta hensyn til økende verdsetting av tid
6. Betydningen av å ta hensyn til sykkelfelt

Ruteeffektivisering er et eksempel på et kollektivtiltak som typisk vil få undervurdert effekt i de tradisjonelle modellene. Dersom en ser for seg en omfordeling av ruteproduksjon fra mindre trafikkerte linjer til de tyngste linjene, vil effekten være økt gangtid og frekvens. Tidligere analyser av stamnett i Oslo har vist at disse effektene vil balansere hverandre, slik at kollektivtilbudet oppfattes som omtrent like bra før og etter omleggingen. Samtidig vil et forenklet linjenett med vesentlig færre linjer øke mulighetene for å prioritere kollektivtransporten i vegbanen. Det er derfor rimelig å anta at framkommeligheten kan bedres med økt hastighet og færre forsinkelser for trafikantene.

Selv en halvering av forsinkelsene vil kunne gi mellom 7 og 9 prosent flere passasjerer i Oslo-området (Norheim m.fl. 2015). Denne effekten er ikke inkludert i de tradisjonelle modellene, og dermed vil gevinstene av et stamnett undervurderes.

I figuren under viser vi et eksempel fra analyser av etterspørselseffekten av ulike konsepter i Oslopakke 3 (GLP Oslopakke 3, 2011). Analysene ble gjort ved hjelp av tradisjonelle transportmodeller (RTM 23+), og deretter også ved å inkludere de kvalitative faktorene som er inkludert i STRATMOD. Når vi inkluderte disse faktorene i analysene, ble effekten av de ulike konseptene mer enn fordoblet.

Resultatene tyder på at det kan være en vesentlig feilkilde å ikke ta hensyn til de mer kvalitative faktorene knyttet til en kollektivreise. Dette poenget er spesielt relevant i byområder preget av trengsel, forsinkelse eller køer i vegsystemet, slik som i Oslo. I områder som ikke har disse «problemene» vil resultatet fra STRATMOD i større grad samsvare med resultatene fra de mer tradisjonelle modellkjøringene.

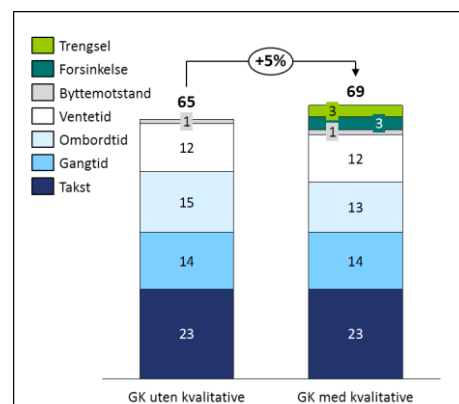


Figur 1.1: Etterspørselseffekt gitt ulike konsepter i Oslo pakke 3 ved bruk av RTM 23+ og «STRATMOD» i kombinasjon med RTM 23+. Kilde: GLP Oslo pakke 3, 2011.

Betydningen av å inkludere kvalitative faktorer

I figur 1.2 illustrerer vi forskjellen i GK for en gjennomsnittstreise i Oslo med og uten forsinkelse og trengsel. Vi ser at GK øker med 5 prosent når vi legger til forsinkelse og trengsel.

De kvalitative faktorene kan få relativt store konsekvenser for den beregnede effekten av tiltak. Økt fremkommelighet er et eksempel på et tiltak som vil ha en rekke flere positive virkninger enn det som fremkommer av analyser i transportmodellene – for eksempel reduserte forsinkelser/økt punktlighet, kortere byttetid og økt frekvens. Den totale etterspørselseffekten, og nytten, av å gjennomføre et fremkommelighetstiltak kan dermed være større enn det analysene i de tradisjonelle transportmodellene viser.

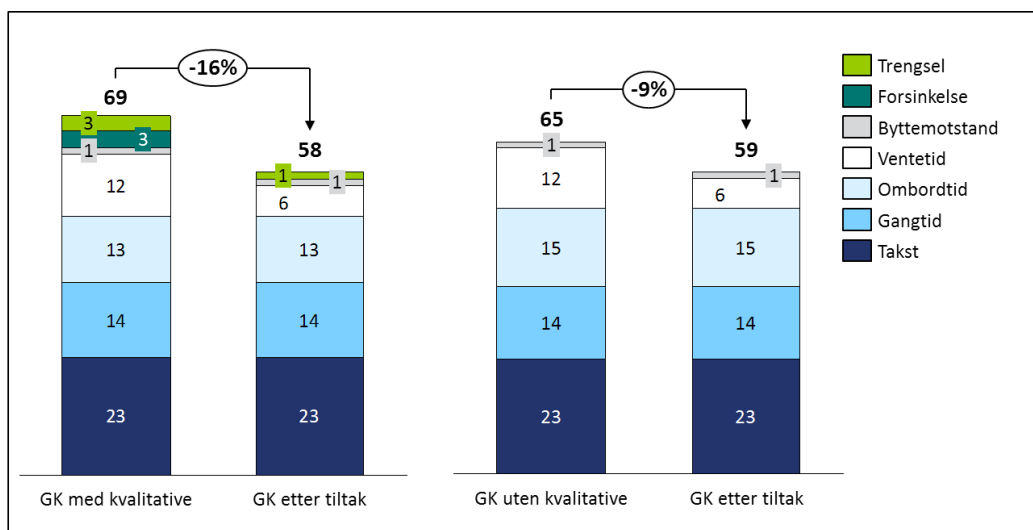


Figur 1.2. GK med/uten kvalitative faktorer.

Et annet eksempel er økt frekvens, som i RTM og SAMPERS kun vil få beregnet effekten av redusert ventetid, mens en i realiteten også kan forvente både redusert trengsel og forsinkelse. På den måten vil den positive etterspørselseffekten av et slikt kollektivtiltak underestimeres, og dette er en feilkilde knyttet til bruk av de tradisjonelle modellene til mer strategiske problemstillinger (ref. tabell 1.1).

I figuren under viser vi et eksempel for analyse av et tiltak med og uten kvalitative faktorer. Vi ser på et tiltak som innebærer doble frekvens og full fremkommelighet. Det doble frekvensen gir halvert ventetid og trengsel, mens full fremkommelighet fjerner forsinkelsene. Effektene er illustrert i figuren under, hvor vi ser at en GK som inkluderer de kvalitative faktorene vil gi en

tilbudsforbedring på 16 prosent, mens en GK uten kvalitative faktorer kun vil få en tilbudsforbedring på 9 prosent.



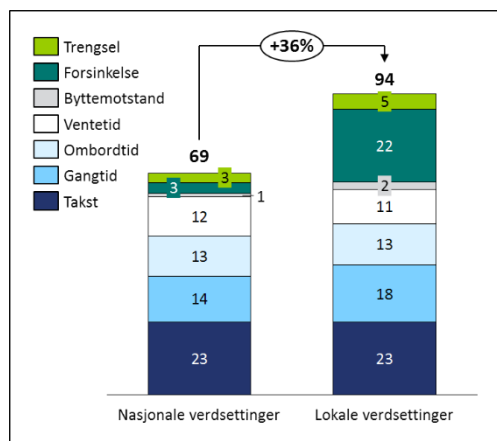
Figur 1.3. Illustrasjon av tilbudsforbedringen ved samme tiltak for GK med/uten kvalitative faktorer.

Betydningen av å benytte lokale tidsverdier

Trafikantenes tidsverdier gir grunnlagsdata for å prioritere mellom ulike rutetilbud, beregne betalingsvillighet for nye tilbud og å anslå etterspørselseffekter av tilbudsendringer.

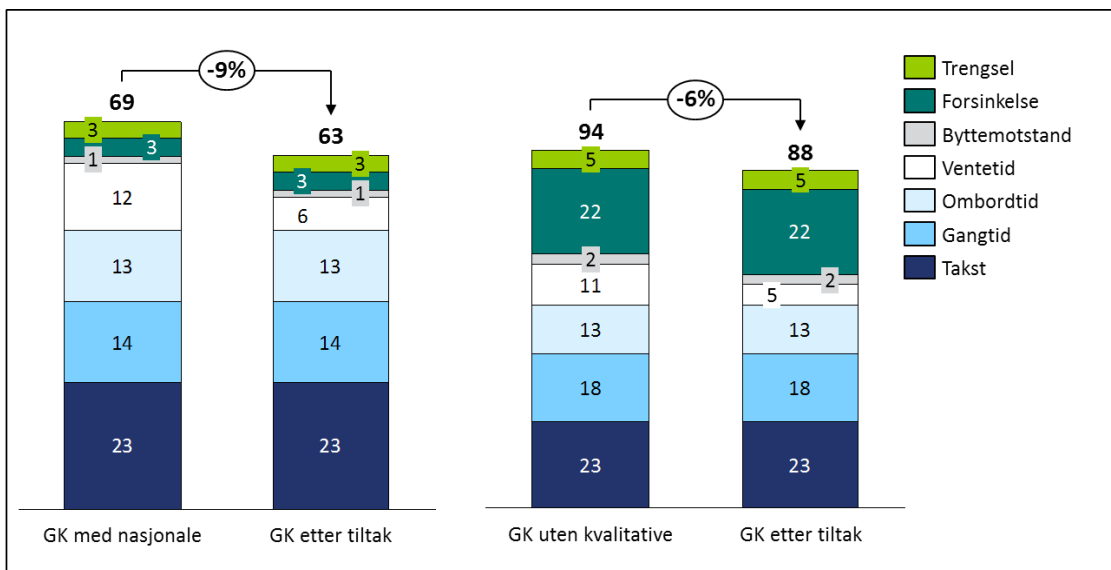
Resultatet av slike beregninger er imidlertid betinget av hvilke tidsverdier som legges til grunn. Siden trafikantene i ulike byområder har ulik verdsettning av tid, vil samme type tiltak kunne gi ulike effekter.

Som vi ser av figur 1.4 er GK for en gjennomsnittlig reise betydelig høyere når vi benytter lokale verdsettninger i stedet for nasjonale i Oslo. Dette skyldes hovedsakelig en høy vektlegging av forsinkelsestid i den lokale verdsettingsundersøkelsen. Dette vil også få konsekvenser for effekten av tiltak som beregnes i modellen. For eksempel vil et tiltak der man dobler frekvensen gir en tilbudsforbedring på 9 prosent ved bruk av nasjonale verdsettningstall, mens effekten vil være 6 prosent dersom man legger lokale verdsettningstall til grunn.



Figur 1.4. GK med lokale og nasjonale verdier.

Ved bruk av nasjonale gjennomsnittsverdier er det derfor lett å undervurdere eller overvurdere effekten av et tiltak, noe som understreker behovet for lokale tidsverdier når vi skal planlegge lokale kollektivtiltak.



Figur 1.5. Illustrasjon av tilbudsforbedringen ved samme tiltak for GK med nasjonale/lokale tidsverdsettinger.

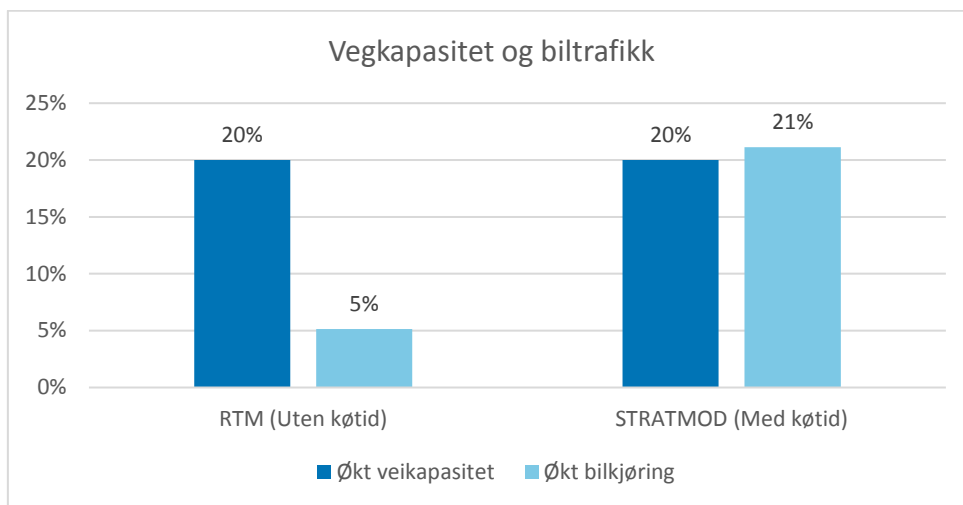
Betydningen av å ta hensyn til køtid på vegnettet

Betydningen av trengsel og køer på vegene vil også påvirke etterspørselseffekten i modellene. I forbindelse med E18-planene var det en stor debatt i Aftenposten hvor det ble stilt spørsmål om økt vegkapasitet skaper økt biltrafikk som fyller opp den nye kapasiteten (blant annet Aftenposten 7.7.15 og 21.7.16). Det sentrale spørsmålet er om køer i seg selv er et restriktivt virkemiddel, som begrenser bilbruken mer enn endringer i selve reisetiden gjør.

I dagens transportmodeller skiller det ikke på tidskostnader for kjøretid i kø og ved fri flyt, til tross for at de fleste tidsverdiundersøkelser viser noe annet. TØI anbefaler en vekt på 3,7 ganger vanlig kjøretid (Halse m.fl. 2010). Ulempen ved mulige forsinkelser og stresset ved å kjøre i kø er langt høyere enn vanlig reisetid og har dermed betydning for hvor og når folk velger å kjøre.

For å illustrere dette poenget har vi tatt utgangspunkt i en gjennomsnittlig biltur i Oslo på 16 km, som tar 28,3 minutter hvorav 7,8 minutter køtid. Vi har sett på et eksempel med 20 prosent økt vegkapasitet og en reisetidselastisitet på -1,5. Hvis vi tar hensyn til at køtid har 3,7 ganger større ulempe enn kjøretid, vil den økte vegkapasiteten spises opp av flere bilturer, mens prognoser uten hensyn til vektlegging av køtid vil gi ca. 25 prosent av denne etterspørselseffekten (figur 1.6).

Siden transportmodellene ikke tar hensyn til ulik vektlegging av kjøretid i kø, er de lite egnet til å beregne effekten av tiltak som fører til endret køtid for bilistene. STRATMOD-verktøyet skiller mellom tidskostnader i kø og fri flyt, noe som gjør at vi bedre kan ta hensyn til effekten av økt vegkapasitet. Det er ikke sikkert at beregningene gir det riktige svaret på sammenhengen mellom vegkapasitet og biltrafikk, men det er i hvert fall sikkert at modeller som ikke tar hensyn til kø vil overvurdere gevinsten av økt vegkapasitet.



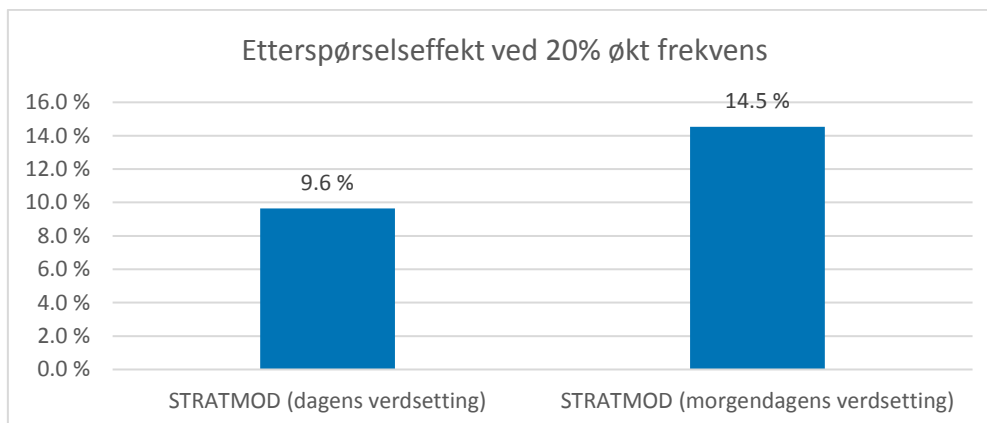
Figur 1.6: Sammenhengen mellom økt vegkapasitet og økt biltrafikk. Modellberegnet med og uten hensyn til høyere verdsetting av køtid.

Betydningen av å ta hensyn til økende verdsetting av tid

En sammenligning av tidsverdier i Oslo-området viser at trafikantenes realprisjusterte verdsetting økte fra 2002 til 2010 (PROSAM, 2010). Mulige årsaker til dette kan være at trafikantenes krav til standard og komfort påvirkes av den generelle velstandsøkningen i samfunnet, og at passasjersammensetningen endret seg. Og hvis de klarer å nå nullvekstmålet, vil stadig nye trafikanter benytte seg av kollektivtransporten.

Verdsettingen av tid kan forventes å øke også i årene som kommer, som følge av inntektsvekst og nye trafikanter med høyere krav til kollektivtilbudet. I prognosene for 2040 viser ASEK en forventet økning i tidsverdsettingene på 47 prosent i perioden 2014-2040 målt i faste priser (ASEK 2016). Det betyr at effekten av standardforbedringer vil bety mer enn takstendringer fremover.

For å illustrere dette har vi beregnet etterspørseffekten av 20 prosent økt frekvens med dagens og morgendagens tidsverdier (figur 1.7). Disse beregningene viser at økt verdsetting av tid kan øke etterspørseffekten med ca. 50 prosent fra 9,6 prosent til 14,5 prosent flere kollektivreiser. Det blir derfor ekstra viktig å ha et verktøy som inkluderer de kvalitative faktorene og som er fleksibelt i valg av tidsverdier. Ved hjelp av STRATMOD-verktøyet kan man gjennomføre analyser basert på ulike forutsetninger om trafikantens verdsetting av tid, og på den måten representere morgendagens trafikanter på en bedre måte enn de tradisjonelle modellene.

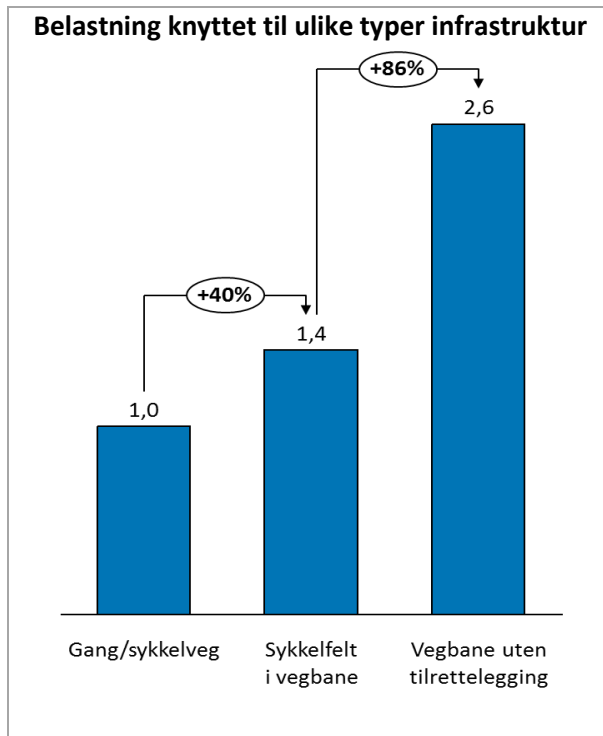


Figur 1.7: Beregnet etterspørselseffekt av 20 prosent økt frekvens for en gjennomsnittstreise i Oslo, medregnet effekten av redusert ventetid, redusert trengsel og kortere byttetid. Prosent endring i antall kollektivreiser.

Betydningen av å ta hensyn til effekten av sykkelfelt

Når det gjelder vektlegging av ulike typer infrastruktur, var alternativene i undersøkelsen å sykle i vegbanen uten noen form for tilrettelegging, på sykkelfelt i vegbanen eller på gang- og sykkelveg. Figur 1.8 viser vektlegging av ulike typer infrastruktur blant alle respondentene i undersøkelsen. Et hovedfunn er at det å sykle på gang- og sykkelveg er å foretrekke framfor å sykle på annen type infrastruktur, og at å sykle i vegbanen uten noen form for tilrettelegging oppleves som verst. Tallene i figuren er et uttrykk for hvor mye mer belastende det oppleves å sykle på f.eks. sykkelfelt framfor på gang- og sykkelveg, målt i generalisert reisetid.

- Å sykle på sykkelfelt oppleves som 1,5 gang så belastende som å sykle på gang- og sykkelveg. I praksis betyr dette at man like gjerne sykler 1,4 minutter på gang- og sykkelveg som 1 minutt på sykkelfelt.
- Videre føles det nesten 3 ganger så belastende å sykle i vegbanen uten noen form for tilrettelegging som å sykle på gang- og sykkelveg. Man er med andre ord like villig til å sykle 2,6 minutter på gang- og sykkelveg som 1 minutt i vegbanen.
- Vi at det er en større relativ forskjell mellom det å sykle på sykkelfelt og i vegbanen uten tilrettelegging, enn det er mellom det å sykle på gang- og sykkelveg og på sykkelfelt. Dette betyr at selv om gang- og sykkelveg er å foretrekke framfor sykkelfelt, er det likevel viktigere med en eller annen form for tilrettelegging enn hvilken type tilrettelegging man velger.



Figur 1.8: Belastning knyttet til ulike typer infrastruktur, hele utvalget.

2 Hovedprinsipper i STRATMOD-modellen

2.1 Utviklingstrekk i byene stiller krav til et nytt analyseverktøy

Innledningsvis gjennomgikk vi en rekke utviklingstrekk som er aktuelle i byområdene:

- Befolkningen vokser samtidig som det er satt ambisiøse nasjonale mål for klimautslipp og transportutviklingen. Boligmarkedet og infrastrukturen er allerede presset i byområdene, og et økende miljøfokus i samfunnet forutsetter brudd i den bilbaserte trendutviklingen.
- Trafikantene velger i større grad enn før transportmiddel etter hva som til enhver tid passer best og deres krav til kvalitet og komfort øker. Daglig tidspress gjør at verdsettingen av tid øker, og verdsettingen varierer på tvers av byområdene.
- Byene blir tettere, noe som gjør at køproblemene øker. Trafikantene tilpasser i stadig større grad en situasjon med mer forsinkelser og trengsel.
- Flere beslutningstakere og oppstykket budsjettansvar skaper et behov for mer informasjon og kunnskap om de økonomiske konsekvensene av ulike tiltakspakker.

For å kunne gjøre analyser på dette nivået er det behov for en strategisk modell på et aggregert nivå som kan vise overordnede effekter av ulike strategier og virkemidler. STRATMOD-modellen er derfor utviklet som en overordnet strategisk modell med muligheten for å inkludere kvalitetsfaktorer på storsonenivå, og med fleksibelt valg av tidsverdier og prisfølsomhet.

Bruken av strategiske modeller ser gjerne på tiltak som fører til endret bruk av offentlige midler, for eksempel tilskudd til kollektivtrafikken. Større konkurranse om de offentlige budsjettene og krav om kostnadseffektiv skaper et behov for et modellverktøy som enkelt kan vise konsekvensene av ulike tiltak. Dette gjelder primært for driftsutgifter og investeringsbehov for kollektivtransporten, men også for å vise alternativkostnaden knyttet til en fortsatt bilbasert utvikling. Som en del av STRATMOD-modellen er det derfor utviklet en modell som kan beregne produksjonsavhengige kostnader og kapitalkostnader gitt forutsetningene knyttet til et spesifikt kollektivtilbud. Sammen med estimerte driftsinntekter gir modellen et estimat på tilskuddsbehov for kollektivtrafikken. Driftsutgifter for øvrige transportmidler baseres på enkle forutsetninger og eksterne datakilder. I tillegg gis en forenklet oversikt over samfunnskostnadene og investeringsbehovet. Denne delen av modellen kan benyttes til å beregne kostnader knyttet til konkrete problemstillinger som fortetting (arealpolitikk) eller ruteeffektivisering for kollektivtrafikken, samt mer overordnede problemstillinger som kostnader som følge av fordoblingsmålet i Sverige og nullvekstmålet i Norge.

I den politiske diskusjonen rundt prioritering av offentlige ressurser, er det viktig å vise til at investeringene som gjennomføres gir god avkastning til samfunnet som helhet, og at det offentlige tilskuddet, samt kollektivtrafikkens tilpasning av rutetilbudet er på et nivå som er tilpasset behovet i hver enkelt by. Siste del av prosjektet er å utvikle en optimaliseringsmodell for kollektivtrafikk i byområder. Modellen gir svar på hva som er det optimale på rutetilbud, takster, vognstørrelse og offentlig tilskudd og kan optimere dette tilbudet slik at det gir en fordeling som er gir best samfunnsøkonomisk avkastning på det offentlige tilskuddet. Videre kan modellen brukes til å studere situasjoner der det offentlige ikke har fulle frihetsgrader til å tilpasse seg optimalt. Dette kan f.eks. være at rutetilbudet på kort sikt er bundet opp av kontrakter med operatører eller lignende, eller at det ikke er rom i budsjettet til å f.eks. tilskuddet. I slike situasjoner kan modellen brukes til å beregne et optimalt tilbud, gitt f.eks. at det offentlige tilskuddet er låst til en fast ramme.

2.2 Prinsipper i STRATMOD

Gjennomgangen av norske og svenske transportmodeller viser at dagens modeller er relativt godt egnet for å belyse transportstrømmer på lenkenivå for biltrafikk, men at modellen er mindre egnet for å belyse etterspørsel for kollektivtransport, gange og sykkel og særlig i områder hvor det er mye trengsel og forsinkelser.

Som et svar på dette er det utviklet en strategisk modell som skal:

- Inkludere nye sentrale etterspørselsfaktorer (forsinkelse og trengsel).
- Være fleksibel i valg av tidsverdier og elastisiteter.
- Gjøre det enkelt å gjennomføre overordnede strategiske analyser av ulike strategier og virkemiddelbruk.
- Være åpen og transparent, slik at det er enkelt å drøfte forutsetningene i modellen.
- Være konsistent i forhold til forutsetninger i basisprognoser i transportmodellene, slik at det er mulig å sammenlikne ulike prognoser.
- Være enkel i bruk slik at det er mulig å analysere et stort sett av ulike virkemiddelpakker.

Metodisk utgangspunkt (UA-modellen)

Utgangspunkt for modellutviklingen er flere prosjekter i Norge hvor Urbanet har benyttet og utviklet en strategisk modell (UA-modellen) for å belyse ulike problemstillinger og avveininger i transportpolitikken. UA-modellen aggregerer data fra transportmodellene til storsoner og kan blant annet benyttes til å beregne effekten av flere kvalitative faktorer for kollektivtransporten.

I tillegg kan modellene benyttes til å vise sammenhengen mellom areal og transport, og nettverksgevinster av bedre fremkommelighet for kollektivtransporten. Beregningene i UA-modellen gjøres i et regneark på sonenivå, mens analysene av kollektivtilbudet er kodet inn i modellverktøyet Cube. Dette gir en stor fleksibilitet i å aggregere nettverksdata opp på et

hensiktsmessig sonenivå, og gjør at en kan gjennomføre etterspørselsanalyser på et overordnet nivå uten at en trenger å kjøre de tradisjonelle transportmodellene for hvert scenario en ønsker å analysere.

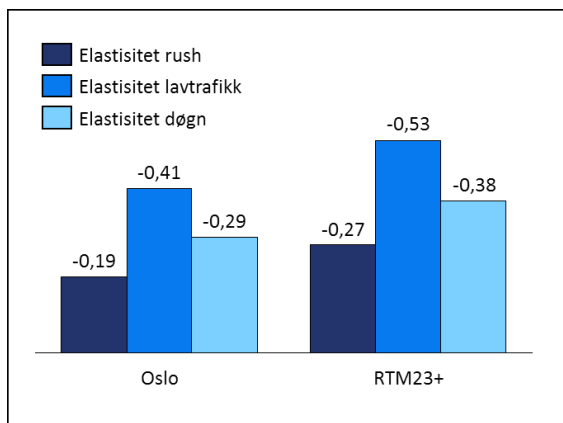
UA-modellen bygger på noen hovedprinsipper, som videreutviklingen av modellen baseres på:

1. I UA-modellen aggregeres analysegrunnlaget til korridorer og storsoner (ofte 20-40 soner innenfor hvert byområde). På denne måten har vi ikke ambisjon om å fordele reiser mellom linjer eller veglenker, men se på egenskapene ved transporttilbudet på aggregert nivå, innenfor storsoner og korridorer. Denne tilnærmingen innebærer at størrelsen på sonene kan påvirke modell- og analyseresultater.
2. Aggregeringen i UA-modellen gjør at vi kan trekke inn flere kvalitative faktorer i etterspørselsanalysen, særlig endogene faktorer som vil avhenge av hvor mange som reiser på hver linje/veglenke. Som eksempel vil både forsinkelser og trengsel være sentrale egenskaper ved kollektivtilbudet som vil avhenge av transportmengden, og hvor det kan være vanskelig å finne en god likevektsmodell for hele linjenettet.
3. UA-modellen tar utgangspunkt i trafikantenes generaliserte reisekostnader for å beregne etterspørselseffekten av ulike tiltak. Etterspørselseffekten av et tiltak skaleres mot priselastisiteten. Det betyr i praksis at hvis vi klarer å gjennomføre tiltak som reduserer de generaliserte reisekostnadene med 10 % og prisen utgjør 20 % av de generaliserte reisekostnadene vil etterspørselseffekten tilsvare en halvering av takstene.
4. UA-modellen aggregerer reisekvalitetsdata og transportstrømmer fra de eksisterende transportmodellene opp til et hensiktsmessig sonenivå. Dersom en analyserer effekter frem i tid hentes forventet transportvekst fra transportmodellene (RTM/SAMPERS).
5. I UA-modellen er det utviklet noen enkle «handlingsregler» for effekten av kollektivtiltak, ut fra hvordan effektiviseringsgevinster eller inntektseffekter hentes ut. Som eksempel kan effekten av bedre fremkommelighet hentes ut i form av økt omløpshastighet/frekvens eller reduserte driftstilskudd, eller effekten av økt fortetting kan hentes ut i form av økt trafikkgrunnlag/frekvens for kollektivtransporten eller høyere belegg/lavere tilskuddsnivå.

Prinsippene i UA-modellen er ikke noe metodisk nytt grep, og er benyttet i en rekke ulike analyser både i Norge og internasjonalt. Utgangspunktet er å kombinere Stated Preference-data (SP) om trafikantenes verdsetting av tid med Revealed Preference data (RP) om trafikantenes reisemiddelvalg og rammebetingelser for reisen. Vår skalering av RP-data er basert på uttak at priselastisiteter for bil og kollektivtransport i transportmodellene. Etterspørselseffekten av ulike tiltak vil både avhenge av hva de «ønsker», ved konkurranseindeksen mellom transportmidlene, og hva de har «mulighet til å endre», ved priselastisitetene. Begrensninger i valgfriheten, f.eks manglende tilgang til parkering, vil påvirke disse elastisitetene, mens endret GK har like stor effekt uansett hva som påvirker denne endringen.

Priselastisiteter for kollektivtransport

Resultatene for kollektivtransport er oppsummert i figuren under, og viser for eksempel at man kan forvente 2,9 prosent færre kollektivreiser i Oslo dersom man øker takstene med 10 prosent. Det vil si at priselastisiteten er $-0,29$. Prisfølsomheten er lavere i rushtiden enn utenfor rush. Nivåene som er tatt ut for Osloområdet er i tråd med det som anbefales i internasjonale og nasjonale studier.



Figur 2.1: Beregning av implisitte elastisiteter i RTM23+. 10 prosent økte kollektivtakster.

I en omfattende gjennomgang av en rekke internasjonale studier av etterspørselseffekter, anbefaler Balcombe (red) m.fl. (2004) en gjennomsnittlig priselastisitet på $-0,4$ på kort sikt. Johansen (2001) har bakgrunn av en gjennomgang av etterspørselseffekter for lokal kollektivtransport i Norge anslått en priselastisitet på $-0,38$ på kort sikt.

Det er imidlertid store variasjoner i prisfølsomhet, som blant annet vil avhenge av reisetidspunkt, reisehensikt og kundesegmenter. Tidligere analyser har vist at prisfølsomheten på arbeids-, tjeneste- og skolareiser er lavere enn prisfølsomheten for andre typer reiser (Renolen 1998, Gunn m.fl. 1998). I tillegg har tidligere analyser antydnet at enkeltbillettbrukere har høyere prisfølsomhet enn periodekortbrukere. Videre viser både norske og internasjonale studier at prisfølsomheten er høyere utenom rushtiden enn i rushtiden (Norheim 2006; Balcombe (red) m.fl. 2004; Preston 1998). Dette har sammenheng med reisenes karakter. Rushtidsreiser er i hovedsak obligatoriske (jobb- og skolareiser), som er vanskeligere å endre enn fritidsreiser. Generelt er prisfølsomheten for rushtidsreisende rundt halvparten av hva den er for reisene utenom rushtiden, noe som samsvarer bra med resultatene i figuren under ($-0,19$ i rush og $-0,41$ utenfor rush).

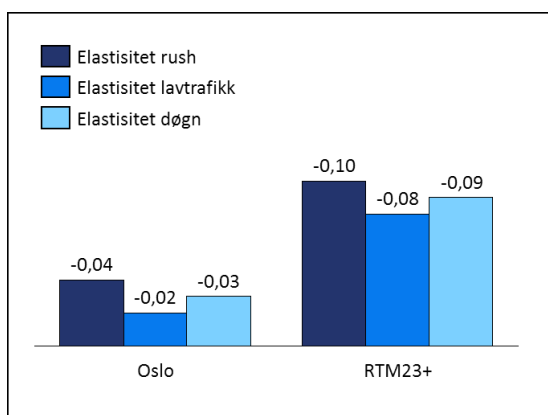
I Oslo domineres kollektivtransporten av arbeidsreiser i rushtiden, og andelen som reiser med månedskort er høy. Dette kan være med på å forklare at vi får en lokal prisfølsomhet som er noe lavere enn det som er funnet i nasjonale undersøkelser ($-0,28$ sammenlignet med $-0,38$).

I tillegg øker gjerne prisfølsomheten for lenger reiser og mer sentrale områder vil typisk ha lavere prisfølsomhet enn større geografiske områder. Dette stemmer også godt overens med resultatene fra figuren under, hvor eksempelvis døgnelastisiteten er $-0,29$ i Oslo og $-0,38$ for hele området som RTM23+ dekker.

Priselastisiteter for bilreiser

Når det gjelder prisfølsomheten for bil viser resultatene for Osloområdet at man kan forvente 0,3 prosent færre bilreiser dersom bilkostnaden øker med 10 prosent. Dette er langt lavere enn det man har sett i tidligere studier. Analyser basert på UITP-databasen viste blant annet en elastisitet på -0,18, det vil si at 10 prosent økte bilkostnader vil gi 1,8 prosent færre bilreiser (Norheim 2005). Dette er et langt høyere nivå enn det resultatene fra RTM23+ viser, spesielt dersom vi isolerer til Osloområdet. Noe av årsaken til dette kan være at UITP-analysen så på hele byregionen, og det vil være høyere prisfølsomhet jo lenger folk reiser. I tillegg besto UITP-analysen av byregioner med et langt bedre og mer konkurransedyktig kollektivtilbud også på lengre reiser, slik at konkurranseflatene for kollektivtransport versus bil er bedre.

Den andre mulige årsaken er at parkeringsdekning i Oslo sentrum er lav og konkurranseflatene mot kollektivtransport svake, særlig i rushtrafikken, noe som kan svekke denne elastisiteten. For øvrig har vi ikke hatt mulighet til å gå nærmere inn på årsakene til denne lave elastisiteten.

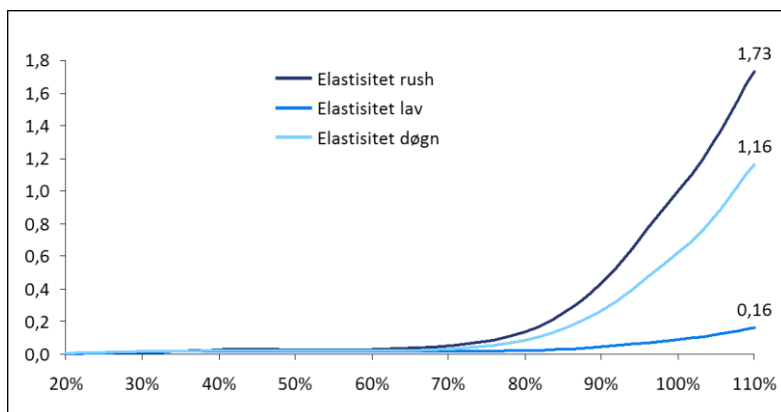


Figur 2.2: Beregning av implisitte elastisiteter i RTM23+. 10 prosent økte bilkostnader

Reisetidselastisiteter vegkapasitet

I tillegg til priselastisiteter henter vi også frem reisetidselastisiteter som følge av at det blir økt trafikk på vegene. Figuren under viser hvordan reisetidselastisiteten endres med økt trafikk på vegene. Vi har i RTM23+ beregnet endret reisetid med bil avhengig av hvor mye biltrafikken øker for å anslå hvor mye redusert kapasitet påvirker reisetidene. På grunnlag av dette kan vi beregne hvor mye endret transportkapasitet påvirker reisetiden, målt ved en kjøretidselastisitet. Disse beregningene viste at 10 prosent økt kapasitet kan gi 17,3 prosent redusert reisetid i rushtrafikken når kapasiteten er 10 prosent høyere enn i dag, mens det vil ha omtrent ingen effekt ved 80 prosent av dagens kapasitetsutnyttelse. For reiser utenfor rush er effekten minimal.

Dersom biltrafikken øker med 10 prosent øker reisetiden med 17,3 prosent i rushtiden. Dette vil gi en negativ etterspørselseffekt for bilreisene. I de tradisjonelle modellene vektet kjørtiden på samme måte som reisetiden, mens STRATMOD vektlegger kjørtid høyere enn den ordinære reisetiden. I analysene i dette prosjektet har vi benyttet en vekt på 3,5 – det vil si at kjørtiden er 3,5 ganger mer belastende enn ordinær reisetid (som anbefalt i Østli m.fl. 2015).



Figur 2.3: Beregning av implisitte elastisiteter i RTM23+. For Osloområdet.

Andel overført trafikk mhp økt kollektivreiser, bilreiser og sykkelreiser

De samlede effektene av endringer i antall kollektivreiser, bilturer eller sykkelreiser avhenger av hvor mange av de nye trafikantene som overføres fra andre transportmidler. I STRATMOD tar vi utgangspunkt i de relative markedsandeler på ulike strekninger. Overføringsandelen til kollektivt vil dermed være fordelingen blant de resterende transportmidlene, ut fra den forutsetning at markedsandelene er et godt mål på transportmidlenes relative konkurranseforhold.

I tabellen under ser vi på et illustrativt eksempel med kollektivandel på 23 %, bilandel på 37 %, sykkelandel på 12 % og gangandel på 28 % langs en korridor. I dette eksempelet vil en økning i antall kollektivreiser forventes å attrahere 48 prosent av de nye reisende fra bil, 16 prosent fra sykling og 26 prosent fra gange.

Tabell 2.1: Illustrativt eksempel på overført trafikk mhp på de ulike transportmidlene

	Kollektivt	Bilfører	Syklist	Gange
Transportmiddelfordeling	23 %	37 %	12 %	28 %
Andel andre transportmidler	77 %	63 %	88 %	72 %
Overføringsandel:				
Kollektivt		37 %	26 %	32 %
Bilfører	48 %		42 %	51 %
Syklist	16 %	59 %		17 %
Gange	36 %	19 %	32 %	

Modellen inkluderer nye kilder for kvalitative data

Innenfor transportsektoren er det etter hvert en rekke datakilder som kan gi god informasjon om egenskaper ved transporttilbudet og utvikling av sentrale måltall, eksempelvis miljø, trengsel og reisestrømmer. Eksempler på slike datakilder er sanntidsinformasjonsdata som gir detaljert informasjon om kjøretider, forsinkelser og belegg på kollektivtransporten,

bompengerregistreringer som gir detaljert informasjon om trafikk tall og variasjoner over døgnet, elektroniske kjøretidsmålinger (fra Statens vegvesen), og Nasjonal vegdatabank (NVDB) som gir detaljert informasjon om egenskaper ved vegnettet.

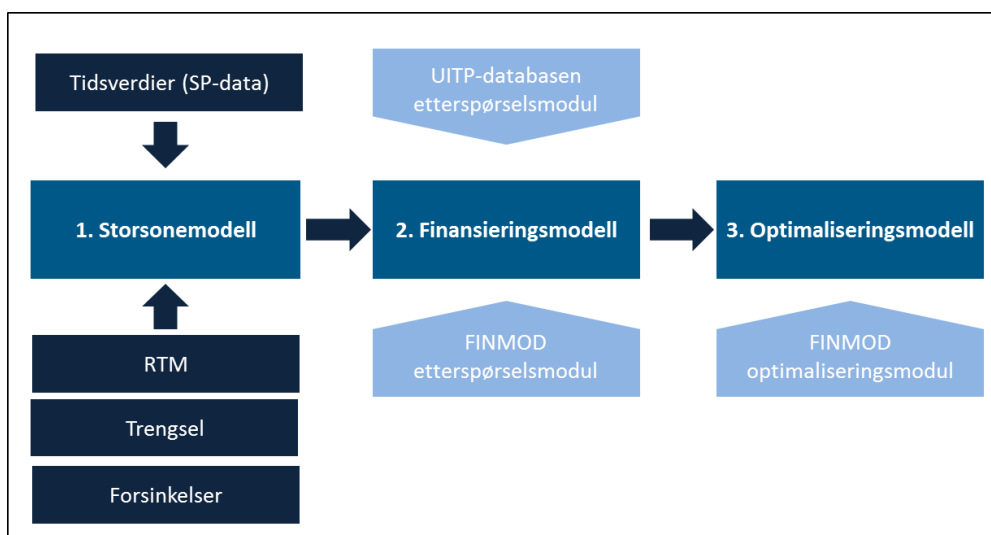
I dagens transportmodeller blir hverken trengsel eller forsinkelser hensyntatt i etterspørselsanalysene. Forsinkelser i bussruter på grunn av øvrig trafikk i vegnettet er imidlertid inkludert i RTM. Heller ikke egenskaper ved sykkeltilbudet (f.eks. fysisk utforming, stigning/fall) inkluderes i modellene. Innenfor STRATMOD-prosjektet er det jobbet med å hente ut elektroniske data fra Ruter og Jernbaneverket for å beregne forsinkelser og trengsel, samt vegdatabanken for å kode på sykkelvegnettet. Disse nye dataene vil bli kodet inn i RTM og STRATMOD som grunnlag for etterspørselsberegningene.

2.3 STRATMOD-modellen består av tre delmodeller

I utviklingen av modellen vil videreutvikling av storsonemodellen være et sentralt ledd. I tillegg til storsonemodellen er det også utviklet en del nye moduler, for å kunne inkludere effekten på offentlige budsjetter av ulike scenarier for transportutvikling.

Oppsummert består modellen av tre moduler (figur 3.1):

1. Storsonemodell (dokumentert i D2.1 Beskrivelse av storsonemodellen)
2. Finansieringsmodell (dokumentert i D3.1 Beskrivelse av finansieringsmodellen)
3. Optimaliseringsmodell (dokumentert i D4.1 Beskrivelse av optimaliseringsmodellen)



Figur 3.1: Illustrasjon av de ulike delmodellene i STRATMOD-modellen

Storsonemodellen

Formålet med storsonemodellen er å bygge videre på de dataene som ligger inne i dagens transportmodeller, slik at det er konsistens i analysegrunnlaget, men forenkle noen deler av etterspørselsmodellene slik at de kan inkludere flere endogene forklaringsfaktorer. I denne

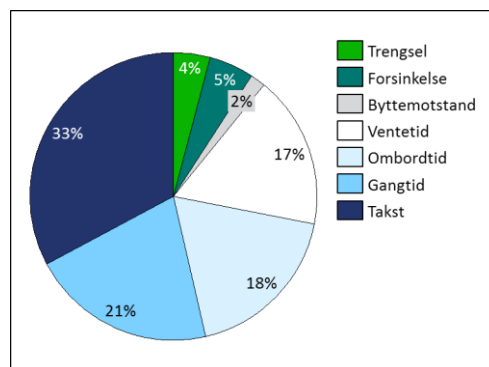
modulen kan en både aggregere resultater for en referansesituasjon og beregne etterspørselseffekter av ulike tiltak, strategier eller virkemidler.

De viktigste punktene i storsonemodellen er følgende:

1. For å kunne inkludere flere endogene faktorer (trengsel og forsinkelser) kjører vi analysene på **aggregert nivå mellom storsoner** og på korridornivå. Forsinkelse og trengsel legges inn på aggregert nivå basert på lokale SP-undersøkelser, og etter hvert basert på de nye datakildene som utarbeides i STRATMOD-prosjektet. Dette hindrer underestimering av tiltak som reduserer disse faktorene. Storsonenivået gjør at en eventuelt ny likevektsløsning mellom to parallelle linjer være et mindre problem fordi de ulike korridorene har små konkurranseflater.
2. Etterspørselsmodellen bygger på trafikantenes generaliserte reisekostnader hvor **lokale eller nasjonale tidsverdier** kan legges inn som forutsetning for analysene. Dermed er det mulig å teste betydningen av å benytte ulike verdsettinger av tid, og effekten av å inkludere forsinkelser og trengsel i analysene sammenliknet med en situasjon hvor forsinkelser oppleves likt som annen reisetid.
3. Etterspørselseffekten i form av GK-elasticiteten, **kalibreres mot priselastisiteten** slik at den relative etterspørselseffekten for ulike tiltak blir uavhengig av hvor mange elementer som inngår i GK. Dette er i prinsippet en kopling mellom Stated Preference-data og Revealed Preference data, hvor priselastisiteten representerer RP-delen av koplingen.

Storsonemodellen er en aggregert etterspørselsmodell som bygger på at endringer i GK gir endret reiseaktivitet. GK beregnes på sonenivå basert på aggregert LOS-data² fra transportmodellene og de tidsverdiene som velges i modellen. Ved å endre på ulike GK-komponenter, for eksempel redusere ventetid eller forsinkelser, beregner modellen etterspørselseffekten som følge av tiltaket.

GK representerer gjennomsnittskostnaden for en gjennomført reise i analyseområdet. De ulike komponentenes andel av total GK er viktig for etterspørselseffekten, og i dette eksempelet utgjør prisen 33 prosent, gangtid 21 prosent, forsinkelse 5 prosent osv. Storsonemodellen bruker priselastisitet og prisens andel av GK for å estimere GK-elasticiteten. Hvis gjennomsnittlig priselastisitet for en kollektivreise er -0,4 og takstandelen 33 prosent vil GK-elasticiteten være -1,2 ($-0,4/33\% = -1,2$). Det betyr at et 10 prosent bedre kollektivtilbud (10 prosent redusert GK) fører til 12 prosent flere kollektivreiser.



Figur 3.2: Generaliserte reisekostnader for en gjennomsnittlig kollektivreise.

² LOS-data står for «Level of service» og er data som beskriver egenskapene ved tilbudet for en gitt transportform, enten det er for bilfører, kollektivtrafikanter, syklist eller gangturer.

Som et eksempel kan vi se for oss et fremkommelighetstiltak som fjerner all forsinkelse. Dette ville redusert GK med 5 prosent, og gitt en positiv etterspørseffekt på 6 prosent. Det kunne også tolkes som at full framkommelighet tilsvarer 15% reduksjon i takstene (5%/33%), noe som gir en positiv etterspørseffekt på rundt 6 prosent. Denne positive effekten av fremkommelighetstiltaket ville imidlertid ikke fremkommet av analyser i de tradisjonelle transportmodellene siden disse ikke inkluderer forsinkelse som en del av GK.

De nye reisene vil være en kombinasjon av overføring fra øvrige transportmidler (sykkel, gange og bil) og nyskapt reiseaktivitet. Overføringen skjer gjennom en antagelse om sammenhengen mellom reisemiddelfordelingen mellom sonene der det skjer en etterspørselsendring på. F.eks. dersom biltrafikken står for 50 % av reisene mellom to soner, vil overføringen fra bil til kollektivtrafikken som følge av et kollektivtiltak være 50 % av de overførte reisene. I tillegg til dette vil det være en andel nyskapt trafikk. Resultatet fra storsonemodellen vil altså være endringen i totalt antall reiser og reisemiddelfordeling som følge av et gjennomført tiltak.

Finansieringsmodellen

Finansieringsmodellen henter data fra storsonemodellen og beregner kostnader knyttet til transportsituasjonen. Dersom en i storsonemodellen beregner effekten av ulike tiltak kan kostandsmodellen benyttes til å beregne kostnader knyttet til transportutviklingen som følge av tiltaket. Modellen kan også beregne kostnader knyttet til en gitt transportsituasjon og vise hvordan denne situasjonen kan nås ved ulike virkemiddelbruk, og hvordan dette vil påvirke kostnadene.

Kostnadsberegningene består av tre deler:

1. Offentlige driftsutgifter

- For kollektivtransporten beregnes tilskuddsbehovet som forskjellen mellom normerte driftskostnader og billettinntektene.
- I tillegg estimeres driftskostnader knyttet til vedlikehold av bil- og sykkelveg basert på lengde på infrastruktur og enkle nøkkeltall for kostnader per km.

2. Investeringsbehovet knyttet til vekst i reiser

- Dersom tiltaket innebærer vekst i reiser, estimeres investeringsbehovet knyttet til å utvide kapasiteten for å fange opp de nye reisene. Modellen beregner investeringskostnad per bilreise basert på antall km veg i referansen og investeringskostnad per km. I denne beregningen antar vi levetid 40 år og 3,5 prosent rente, noe som gir oss en årlig investeringskostnad. Denne kostnaden deles på antall bilreiser i referansen for å få et uttrykk for kostnad per bilreise. Deretter er det gjort en antagelse om at en gitt del av infrastrukturen utvides i takt med veksten i bilreiser. Det er også lagt inn et valg i modellen som gjør det mulig å ta kostnadene knyttet til økt kø på vegene i stedet for å utvide kapasiteten.
- For kollektivt benyttes en forenklet metode som beregner investeringsbehovet basert på at all vekst i reiser skal tas på veg. Beregningene baseres på investeringskostnad per bilreise og en antagelse om hvor stort areal en buss tar

sammenlignet med en bil, slik at investeringskostnad per kollektivreise blir relativt mye lavere enn investeringskostnad per bilreise. Jo høyere belegg på bussene, desto større blir forskjellen. Dette er en nøytral vegbasert kapasitetsberegning som ikke hensyntar andre kvalitative faktorer, for eksempel om en i stedet ønsker baneløsning, skal legge opp til universell utforming, har store etterslep på vedlikehold etc.

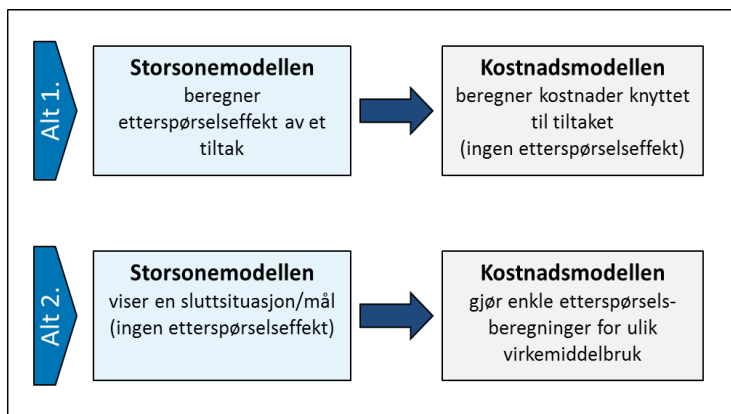
- For sykkel og gange beregnes investeringskostnader basert på dagens infrastruktur, vekst i reiser og enkle nøkkeltall for utbyggingskostnad per km.

3. Forenkling beregning av samfunnskostnadene

- Samfunnskostnadene består av skattekostnader, miljøkostnader og køkostnader. Dersom tiltaket innebærer endringer i GK for bil- og kollektivreiser inkluderes også gevinsten/kostanden som følge av dette. Skattekostnadene er 20 prosent av de offentlige utgiftene (driftsutgifter og investeringer), mens miljøkostnadene baseres på utslipp fra buss og bil og enhetskostnader for utslipp av CO₂, PM og NO_x. Køkostnadene er basert på køtider og GK fra storsonemodellen. Det er imidlertid noe usikkerhet knyttet til beregning av køtider i transportmodellen, som i en del analyser har vist seg å gi urealistisk lave anslag på kø.

Modellen kan benyttes til å 1) beregne effekten av et tiltak eller 2) til å vise hvordan en gitt reisemiddelfordeling kan oppnås med ulik virkemiddelbruk. Hvilken metode som benyttes avhenger av hva som gjøres i storsonemodellen. Dersom storsonemodellen har beregnet etterspørselseffekten av et tiltak (f.eks. foretting eller ruteeffektivisering) beregnes kostnadene knyttet til dette tiltaket. I noen tilfeller vil en imidlertid også benytte storsonemodellen til å si noe om en sluttsituasjon, for eksempel reisemiddelfordeling ved oppnåelse av fordoblingsmålet, men uten å si noe om hvordan dette målet nås, det vil si uten å gjennomføre en etterspørselsberegning.

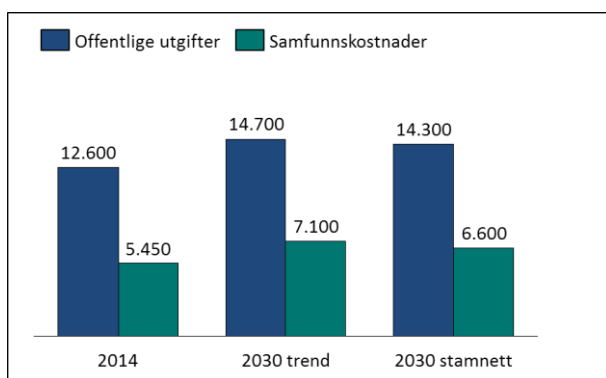
I disse tilfellene kan en benytte finansieringsmodellen til å gjøre enkle etterspørselsberegninger for å vise hvordan kostnadene knyttet til sluttsituasjonen vil avhenge av hvilke virkemidler som benyttes. For eksempel vil det være dyrere å nå fordoblingsmålet ved en offensiv kollektivstrategi (økt frekvens) enn ved en restriktiv bilpolitikk (økte bilkostnader). Det vil si at etterspørselsberegningen gjøres i finansieringsmodellen og ikke i storsonemodellen når det ikke er et konkret tiltak som analyseres.



Figur 3.4: to alternative bruksområder i finansieringsmodellen – hvilken som benyttes avhenger av hva som gjøres i storsonmodellen.

Alternativ 1: Finansieringsmodellen beregner kostnader knyttet til tiltaket

For å beregne effekten av tiltak henter finansieringsmodellen vognkm og antall reiser fra storsonmodellen. Som et eksempel kan en se for seg tre kjøring i storsonmodellen; en referanse med dagens trafikk, en kjøring som viser trendutvikling (basert på nasjonale prognoser) og en kjøring hvor en bygger ut et stamnett med full fremkommelighet. Finansieringsmodellen vil da hente vognkm i referansen og reiser for alle de tre kjøringene fra storsonmodellen. Basert på dette vil modellen estimere kostnader i referansen, kostnader knyttet til en fortsatt trendutvikling alternativt med en stamnettstrategi, som vist i figuren under. Modellresultatene viser at både de offentlige kostnadene og samfunnskostnadene reduseres med et stamnett sammenlignet med en fortsatt trendutvikling.



Figur 3.5: Illustrasjon av resultater fra finansieringsmodellen når det er gjort etterspørselsberegning av konkrete tiltak i storsonmodellen. Tall i mill. kr. Eksempel fra Stockholm-beregningene i prosjektet.

Alternativ 2: Finansieringsmodellen beregner effekt av virkemiddelbruk

Som nevnt kan modellen også benyttes til å analysere hvordan en gitt reisemiddelfordeling kan oppnås, og hva kostnadene knyttet til ulike virkemiddelbruk kan være i et sånntilfelle. For eksempel kan en legge inn oppnåelse av nullvekstmålet i 2030 og beregne kostnadene knyttet

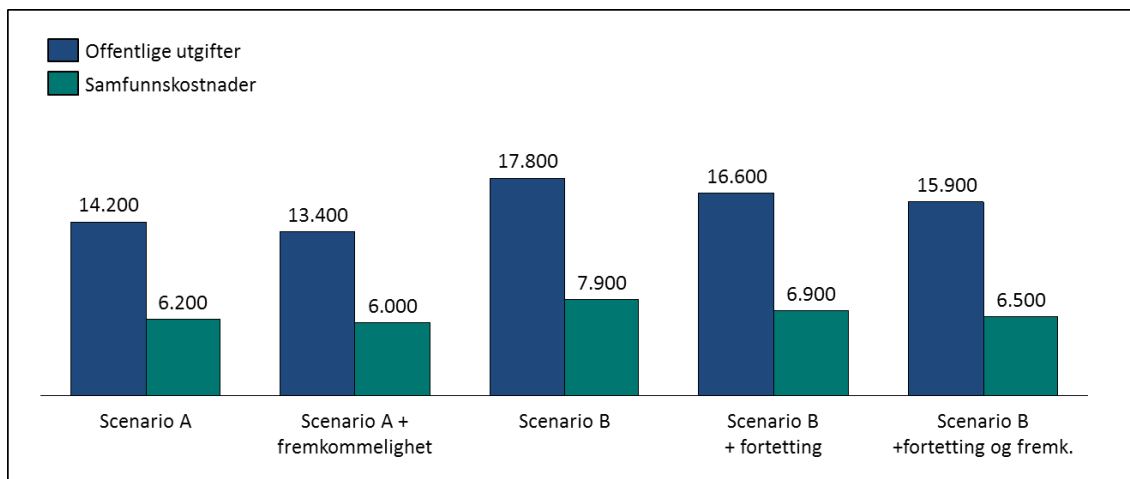
til dette gitt ulike strategier og virkemiddelbruk. I slike tilfeller det ikke gjort lagt inn konkrete tiltak i storsonemodellen, det vil si at det ikke er gjort en etterspørselsberegning i storsonemodellen slik som det i motsetning gjøres når man beregner effekten av et fortetting, fremkommelighetstiltak, ruteeffektivisering etc.

I modellen ligger det inne ulike strategier som viser konsekvensene av ulike virkemiddelbruk. For eksempel vil en vekst i kollektivreiser som følge av restriktive tiltak føre til en mindre økning i kostnadene sammenlignet med referansen enn en økning i kollektivreiser som kommer som følge av utvidet kollektivtilbud. I tillegg kan en fortettingsstrategi og fremkommelighetstiltak være med på å redusere kostnaden. Scenarioberegningene gjøres basert på elastisiteter fra Norheim (2006) hvor en kartla en rekke egenskaper ved 32 byer i Europa, blant annet ved å se på kvaliteten på kollektivtilbudet og rammebetingelser for bilbruk. Grunnlaget for analysene er UITP's «Millennium Cities Database» (MCD) som er samlet inn i med data fra 1995 og 2001. De nordiske byene som er med i databasen er Helsingfors, Stockholm, København og Oslo/Akershus.

Scenarier som beregnes automatisk i modellen er:

- **Scenario A «Restriktiv bilpolitikk»** – viser kostnadene dersom kollektivtilbudet utvides i takt med veksten i reiser, men ingen kollektivtiltak utover det. Det vil si at vi beholder samme belegg som i referansen. Dette scenariet kan sees på som om veksten i kollektivreiser kommer som følge av restriktive tiltak på bil.
- **Scenario A med fremkommelighetstiltak** – viser hvordan 10 prosent bedre fremkommelighet (økt hastighet) kan påvirke kostnadene i scenario A. Dette alternativet viser hvordan kostnadene kan reduseres ved å bedre fremkommeligheten for kollektivtransporten.
- **Scenario B «Utvidet kollektivtilbud»** – forutsetter at frekvensen øker nok til at den gitte reisemiddelfordelingen nås. Beregningen gjøres basert på elastisitet for frekvensøkning. Dette scenariet innebærer en langt høyere utvidelse av kollektivtilbudet, og dermed også lavere belegg, enn det som er tilfelle i scenario A.
- **Scenario B med fortetting** – antar at all befolkningsvekst i perioden tas som fortetting samtidig som næringslokaler lokaliseres i områder med godt kollektivtilbud og p-plasser reduseres i sentrum. Dette scenariet viser hvordan fortetting kan redusere kostnadene i scenario B.
- **Scenario B med fortetting og fremkommelighetstiltak** – i tillegg til fortetting antar scenariet at fremkommeligheten for kollektivtransporten bedres med 10 prosent.

I figuren under viser vi et eksempel på virkemiddelanalyse fra finansieringsmodellen. I eksempelet under ser tydelig at en offensiv kollektivstrategi (scenario B) er dyrere enn en restriktiv bilpolitikk (som for eksempel kan være økte bompenger eller parkeringskostnader). Vi ser også at både fortetting og økt fremkommelighet gjør at en kan bidra til å redusere kostnadene.



Figur 3.6: Illustrasjon av resultater fra finansieringsmodellen ved analyse av en gitt sluttsituasjon i storsonemodellen (det vil si at det ikke er gjort en etterspørselsberegning). Finansieringsmodellen viser hvordan kostnadene avhenger av virkemiddelbruken. Tall i mill. kr. Eksempel fra Stockholm-beregningene i prosjektet.

Optimaliseringsmodellen

Optimaliseringsmodellen henter aggregerte data fra finansieringsmodellen for å gjøre en overordnet optimalisering gitt ulike beskrankninger. For eksempel kan en anslå den optimale tilpasningen gitt en budsjettbeskrankning. Arbeidet med denne modulen er under utvikling, og er foreløpig ikke inkludert i case-analysene.

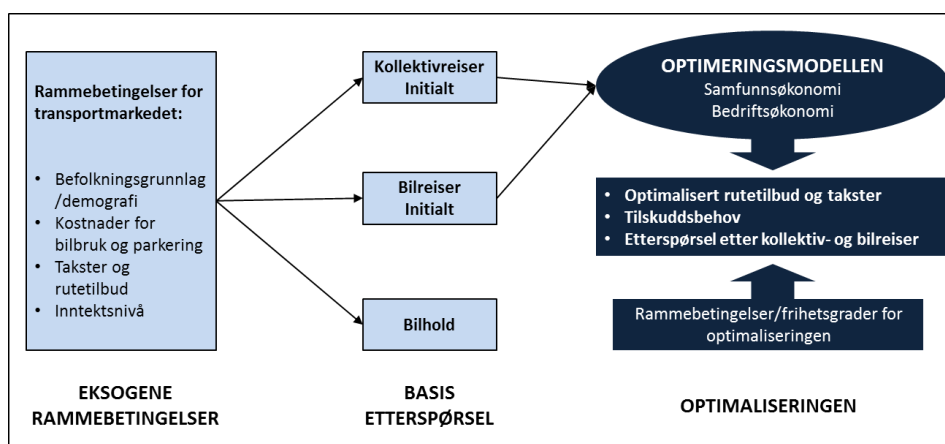
Utgangspunktet for analysene er en strategisk planleggingsmodell som er utviklet for å belyse de samfunnsøkonomiske konsekvensene av ulike finansieringsmodeller under varierende finansielle og organisatoriske rammebetingelser. Modellen er opprinnelig utviklet av Larsen (1993) for å analysere optimale tilskudd for Oslo Sporveier og er senere videreutviklet og benyttet for en rekke analyser av optimale tilskudd og finansieringsmodeller i Norge (Norheim og Johansen 1998, Carlquist m fl 1999 J, Johansen og Norheim 2000). Innenfor prosjektet "Alternativ finansiering av transport i by" (ALTFIN) er denne modellen videreutviklet til å analysere flere delmarkeder simultant og for å belyse konsekvensene av ulike statlige finansieringsordninger i forhold til de 6 største byområdene i Norge (Norheim 2005).

Verktøyet gjør det mulig å beregne et optimalt nivå på takster, tilskudd og frekvens i kollektivtrafikken. Modellen fungerer på et *aggregert* nivå som betyr at man betrakter den samlede etterspørselen for et gitt geografisk område med en rekke gjennomsnittstall for takster, frekvens osv. Den egner seg derfor først og fremst til å illustrere hvilken retning ulik sammensetning av virkemidler vil påvirke ressursbruken forbundet med kollektivtransport.

Modellen kan benyttes til å analysere hva som er den optimale tilskuddsfordelingen mellom ulike byer, avhengig av hvilke restriksjoner som legges på biltrafikken, finansielle rammebetingelser eller bystruktur. Dette kan danne grunnlag for en rekke strategiske valg,

avhengig av hvilke finansielle rammebetingelser og mulige restriktive virkemidler som kan iverksettes.

I denne optimaliseringsmodellen vil de langsiktige eller overordnede «politikkvariablene» være beskrevet i de eksogene rammebetingelsene for transportmarkedet som påvirker trafikkgrunnlaget for kollektivtransport og bilreiser, samt bilhold. I neste omgang foretar vi en optimalisering av kollektivtilbudet, gitt dette trafikkgrunnlaget og de rammebetingelser/frihetsgrader som myndighetene legger på utviklingen av tilbudet. Det betyr at vi ikke foretar noen optimalisering av de ytre (eksterne rammebetingelsene), men endringer i disse rammebetingelsene vil påvirke optimalt tilbud og tilskuddsbehov. Modellen er illustrert i figuren under.



Figur 3.7: Skjematisk illustrasjon av optimaliseringsmodellen.

Grunnsteinen i modellen er begrepet samfunnsøkonomisk overskudd (SO). Dette er definert som sammensetningen av

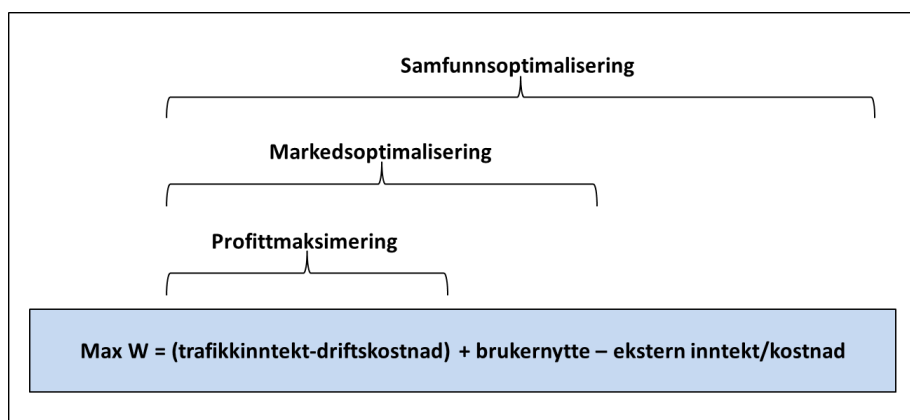
- Brukernytte for kollektivtrafikanter.
- Eksterne kostnader ved biltrafikk.
- Tilskuddsbehov
- Den samfunnsøkonomiske kostnaden som benyttes til å dekke produsentunderskudd.

Modellen beregner et nivå på takster, frekvens, og tilskudd under ulike forutsetninger som gjør SO størst mulig. Videre kan man pålegge en rekke betingelser for å beregne optimalt nivå på politikkvariabler under ulike scenarier. Sammensetningen av de ulike beskrankningene skaper ulike scenarier man kan analysere.

- Beskrankninger om tilskudd, for eksempel om tilskuddet skal tilsvare et gitt nivå, eller være under et visst nivå.
- Beskrankninger om takster, for eksempel om takstene skal være likt/ulikt for ulike trafikantgrupper.
- Beskrankninger om investeringer/kapasitet/vognstørrelse.

Det finnes også muligheter for å analysere andre scenarier enn rent samfunnsøkonomiske. I hovedsak, kan modellen vurdere tre ulike målfunksjoner. Sagt på en annen måte: tre ulike måter å definere *optimalt* på.

1. Ved **profittmaksimering** (bedriftsøkonomisk optimalisering) maksimeres differansen mellom trafikkinntekter og driftskostnader. I dette tilfellet ser man på operatørselskapet som en ren monopolist på kollektivmarkedet.
2. **Markedsoptimalisering** skiller seg fra profittmaksimering ved at man i tillegg tar med brukernytten i regnestykket. Brukernytte er definert som den samlede betalingsvilligheten kollektivtrafikanterne innehar for et gitt tilbud. Dermed vil operatøren ta hensyn til ikke bare sin egen profitt, men også hvorvidt tilbudet som gis er et «godt» tilbud til trafikantene.
3. **Samfunnsøptimalisering** inneholder alle elementer diskutert hittil, men inkluderer også effekter av tilbudet for samfunnet for øvrig. I modellen ligger det inne nyttegevinster av overført biltrafikk. Dette er i første rekke gevinster i form av reduserte køkostnader som reflekterer verdien av tiden tapt i kø. Videre ligger det inne muligheter for å beregne effekter av miljøkostnader. Redusert køtid og utslipp er positive konsekvenser av et forbedret kollektivtilbud. Som forklart ovenfor, vil overføringer fra staten bære med seg en ekstrakostnad. Denne reflekterer beskatningskostnaden for samfunnet, og skal derfor inkluderes i en samfunnsøptimalisering.



Figur 3.8. Optimalisering av kollektivtilbudet avhengig av om det er profittmaksimering, markedsoptimalisering eller samfunnsøptimalisering som legges til grunn. Figur 2.1 i Norheim (2005b).

2.4 De ulike delmodellene henger sammen

De tre delmodellene er knyttet sammen og analyser av et transportsenario kan analyseres stegvis gjennom alle modulene. Under beskriver vi de ulike analysestegene i modellen, som også illustreres i figur 3.7 under.

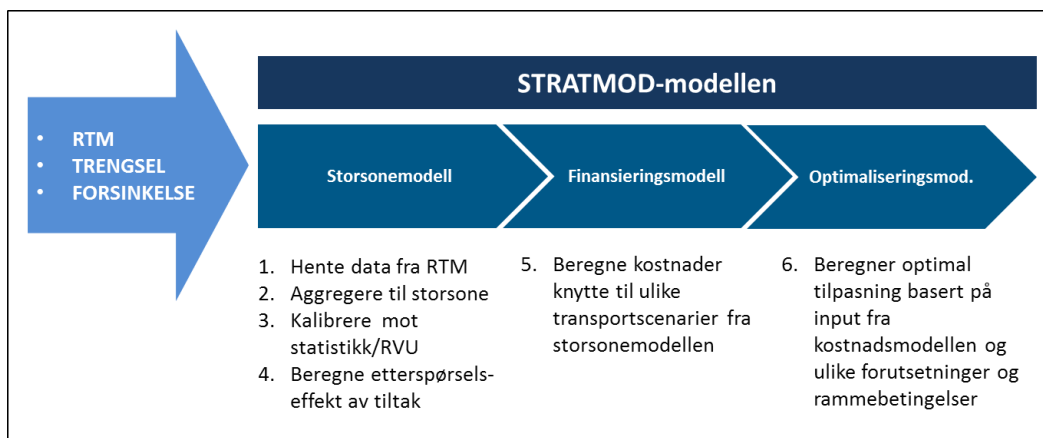
1. **Steg 1: Henter ut referansesituasjonen** for et byområde og som de øvrige analysene tar utgangspunkt i. Disse kjøringene gjøres i de regionale transportmodellene (RTM) i Norge, og SAMPERS i Sverige. Poenget med å basere oss på disse prognosene er at de

er konsistente med øvrige analyser som gjennomføres i byområdene, og forutsetninger om økonomisk vekst, bilhold bosetting mv. Det er gjort mye god forskning på dette området og modellen har ikke som ambisjon å forbedre disse prognosemodellene, men utvikle bedre analyser på virkemiddelbruk. I disse kjøringene hentes det ut:

- a. **Los-data** (reisetider, kostnader etc) for ulike transportmidler som input til GK-analysene.
 - b. **Reisematriser** for ulike transportmidler i basissituasjonen og et framtidig referanseår.
2. **Steg 2: Aggregerer** resultatfilene for referansen i storsoner og matriser ut fra formålet med undersøkelsene. Sonene er som hovedprinsipp omtrent like store. Denne aggregeringen har to formål:
- a. For det første er den nødvendig for lettere å kunne analysere en del endogene standardfaktorer i etterspørselsmodellen.
 - b. For det andre vil det være lettere å få oversikt over hovedresultatene i modellanalysen når effekten aggregeres (se steg 4).
3. **Steg 3: Kalibrerer** inputdata for å sjekke resultatfilene mot andre datakilder. Denne prosessen er viktig fordi både RTM og SAMPERS er syntetiske modellen som beregner forventet etterspørsel etter ulike transportmidler i et område ut fra en felles/nasjonal etterspørselsmodell. Resultatene må derfor kalibreres mot lokale data, og dette er ofte gjort i mange områder. Det samme gjelder en sjekk av de LOS-dataene som er lagt inn når det gjelder reisetider, frekvens, priser osv. Er det små avvik beholder vi matrisene slik de er. Når det er større avvik foretar vi en skalering som er like stor for hele matrisen. Vi foretar en kalibrering eller ekstra påkoding i form av:
- a. **Kalibrering av reisematriser** mot lokale reisevanedata, slik at totalt antall reiser, antall bilturer, antall kollektivreiser, sykkelture og gangturer fra RTM stemmer overens med RVU. Vi foretar ikke egne kalibreringer på strekningsnivå i denne fasen.
 - b. **Kalibrering av prismatriser** mot lokale takstmatriser.
 - c. **Kalibrerer priselastisiteter for bil og kollektivtransport** til bruk i etterspørselsberegningene
 - d. **Kalibrering av LOS-data** for reisetider, forsinkelser og trengsel mot SP-analyser
 - e. **Legger til kvalitative faktorer.** Trengsel og forsinkelser legges foreløpig til basert på SP-undersøkelser, men gjennom prosjektet arbeides det med å ta frem mer detaljerte data for disse faktorene. Resultatet skal enten legges inn i RTM, eller direkte inn i storsonemodellen.
4. **Steg 4: Beregner etterspørselseffekt** av ulike tiltak i storsonemodellen. I storsonemodellen beregnes effekten av ulike generelle tiltak og endringer i transportstandard. Storsonemodellen er en Excel-basert regnearkmodell hvor det er mulig å legge inn ulike forutsetninger for verdsetting av tid og priselastisiteter, og hvor effektene er basert på det eksisterende linjenettet. Det betyr at storsonemodellen ikke egner seg for å beregneeffekten av nye linjenett, men den gir mulighet til å variere

tilbudet på det eksisterende linjenettet. Nye linjenett må kjøres i RTM og danne grunnlag for scenariene som storsonemodellen analyseres med utgangspunkt i. I disse analysene kan vi beregne endret reisemiddelfordeling som følge av:

- a. **Et bedre kollektivtilbud** i form av økt frekvens, bedre framkommelighet og andre forbedringer.
 - b. **Endret reisetid og kostnader for bilbruk**, basert på endringer i generaliserte kostnader for bil
 - c. **Et bedre sykkeltilbud**, i form av økt andel sykkelveger, sykkelfelt og reduserte lyskryss etc.
5. **Steg 5: Beregner kostnader** knyttet til analysene fra storsonemodellen. Finansieringsmodellen tar utgangspunkt i reisestrømmer og ruteproduksjon fra storsonemodellen og beregner tilskudds- og investeringsbehov, samt forenklet fremstilling av samfunnskostnadene, for en gitt transportsituasjon.
- a. **Beregne kostnader knyttet til referansen** (driftstilskudd, investeringsbehov, samfunnsøkonomiske kostnader).
 - b. **Beregner kostnader knyttet til en gitt trafikkutvikling, og eventuelt sammenligne med fortsatt trendutvikling.**
 - c. **Beregne kostnader knyttet til en målsituasjon gitt ulike virkemiddelbruk** (fortetting, frekvensøkning, restriktive tiltak).
6. **Steg 6: Beregne optimal tilpasning** gitt input fra finansieringsmodellen og ulike forutsetninger om rammebetingelser og beskrankninger. Optimaliseringsmodellen bygger videre på finansieringsmodellen, men estimerer optimal virkemiddelbruk og tilskuddsnivå, som avhenger av samfunnsøkonomiske kostnader og gevinster av de ulike virkemiddelpakkene.
- a. **Beregner optimalt tilskudd for ulike driftsarter i byområder.**
 - b. **Beregner ringvirkninger av endrede rammebetingelser gitt ulike tilpasninger til endret trafikkgrunnlag og tilskuddsbehov.**



Figur 3.9: Illustrasjon av ulike steg i STRATMOD-modellen.

3 Caseanalyser

3.1 STRATMOD-prosjektet skal se på framtidens transportutfordringer

I Nasjonal Transportplan 2014-2023 er det en politisk målsetting at all forventet vekst i persontransport i storbyområder i de kommende årene skal tas av kollektivt, sykkel og gange (NTP 2014-2023). En gjennomgang av dagens transportmodeller viser imidlertid at de har vesentlige mangler for å evaluere nettopp kollektiv- og sykkeltiltak (Tørset m fl, 2012). Av data- og utviklingsbehov som nevnes inngår bl.a. systematiske registreringer av antall gående og syklende og inkludering av komfortfaktorer (f.eks. trengsel og forsinkelser) ved kollektivtilbudet. Dette er faktorer som ikke inngår i dagens transportmodeller og som fører til en undervurdering av effekten av sykkel- og kollektivtiltak i prognosesammenheng. Samtidig er dette faktorer som blir stadig viktigere etterhvert som hovedstadsregionen vokser (GLP Oslopakke 3, 2011).

Samtidig vil nullvekstmålet stille lokale myndigheter overfor helt nye utfordringer når det gjelder virkemiddelbruk og mulighetene til finansiere mer helhetlige virkemiddelpakker. STRATMOD er et supplement til eksisterende transportmodeller (RTM/SAMPERS) og har som mål å belyse konsekvenser som disse modellene per i dag ikke håndterer:

- (i) **Kvalitative egenskaper:** Konsekvensene av tiltak som påvirker trengsel og forsinkelser for trafikantene, for eksempel økt frekvens eller fremkommelighetstiltak. Det betyr at modellen både må beregne hvor stor endringen er og hvordan dette påvirker etterspørselen.
- (ii) **Synergigevinster** av ulike virkemiddelpakker, hvor for eksempel fremkommelighetstiltak kan påvirke gevinsten av stamlinjenett og knutepunktutvikling, og øke omløpshastigheten og frekvensen for kollektivtilbudet.
- (iii) **Budsjettbeskrankninger:** Sammenhengen mellom ulike tiltakspakker og offentlige utgifter til transportformål, samt de samfunnsøkonomiske og miljømessige konsekvensene av virkemiddelbruken.
- (iv) **Finansieringsordninger:** Analyser av ulike insentivmodeller eller finansieringsordninger på mulighetene for å nå målrettingen om nullvekst i biltrafikken eller andre mål på transportutviklingen.

Målsettingen med STRATMOD er å automatisere disse beregningene slik at beslutningstakere i størst mulig grad kan grovsortere ulike tiltak og strategier, før en utformer en eller to strategier mer i detalj. En viktig del av denne modellutviklingen vil derfor være å kunne

inkludere sentrale politikkvariable som har betydning for prioritering av de ulike virkemiddelpakkene.

Som ledd i utviklingen av STRATMOD vil vi benytte modellutviklingen på tre case;

- (i) **Backcasting:** Teste i hvilken grad STRATMOD gir en bedre prognose for endring av kollektivreiser i Oslo, basert på endringer i kollektivtilbudet og rammebetingelser for bilbruk. Dette er primært en testing av UA-modellen, og etterspørseffekter av å ta hensyn til flere kvalitative faktorer eller lokale tidsverdier.
- (ii) **Jernbanemodell:** Utvikle en jernbanemodell for IC-markedet for å belyse sammenhengen mellom areal- og transporttiltak på regionale reiser. Hovedformålet med denne analysen er å fokusere nærmere på hele reisekjeder, hvor tilbringertransport til tog og rammebetingelser for bil spiller en vesentlig rolle. Også her vil UA-modellen ha hovedfokus for analysene, men differensiert mellom ulike kollektive transportmidler.
- (iii) **Kostnader og optimalisering:** Teste overføringsverdien til Stockholm og belyse effekten av kombinerte tiltakspakker innenfor gitte budsjettammer. Hovedformålet med denne analysen er å teste gevinsten av å benytte finansieringsmodellen for å vurdere ulike tiltakspakker opp mot hverandre og optimalisering av kollektivtilbudet under varierende rammebetingelser.

For å få best mulig testing av modellen vil vi benytte modellanalysene med fokus på de nye mulighetene som ligger inne i STRATMOD-modellen. Samtidig ønsker vi å få gjennomført følsomhetsanalyser av de ulike casene. Under gjennomgår vi kort resultatene fra de ulike casene, som er grundigere dokumentert i hvert sitt delnotat.

3.2 Backcasting

Vi har i dette prosjektet utviklet et case for Oslo hvor vi ønsker å vise funksjonaliteten ved STRATMOD, belyse forskjeller i effekter mellom STRATMOD og RTM23+ og utvikle en enkel modell som kan benyttes for å beregne andre etterspørseffekter for Oslo.

STRATMOD er lagt opp som en åpen modell hvor det er mulig å legge inn lokale tidsverdier og priselastisiteter i modellberegningene, og også velge hvor mange tilbudsfaktorer en ønsker å inkludere. Det betyr at det er mulig å kjøre modellen uten noen tilleggsfaktorer i etterspørselsmodellen og med nasjonale tidsverdier. Da vil modellresultatene være tilnærmet lik resultatene fra de tradisjonelle transportmodellene. Ved å kjøre en stegvis analyse hvor stadig flere av STRATMOD sine funksjoner tas i bruk kan vi illustrere forskjellen mellom STRATMOD og de mer tradisjonelle modellene.

I Case-Oslo har vi benyttet følgende stegvise fremgangsmåte:

1. Først kjører vi en ren aggregering av resultatene fra RTM23+, med nasjonale tidsverdier og uten å inkludere kvalitative faktorer.
2. Deretter legger vi til forsinkelse og trengsel.

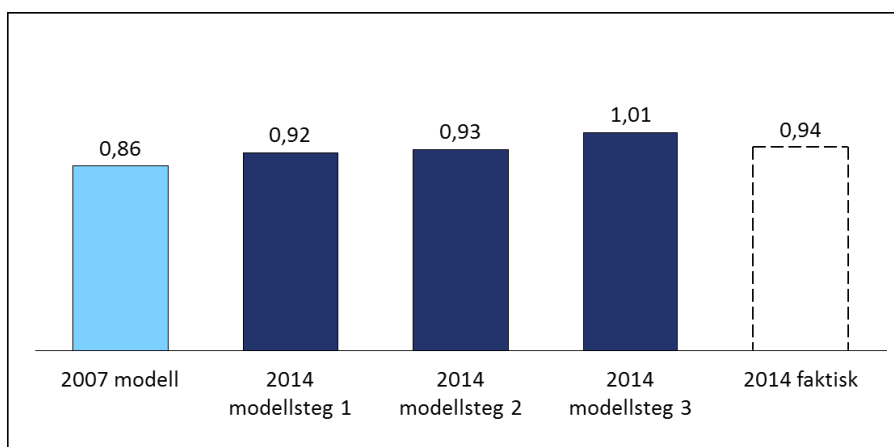
3. Til slutt benytter vi i tillegg lokale tidsverdsettinger for Oslo.

Analysene viser at den tradisjonelle modellkjøringen forklarer en hel del av veksten i reiser i Oslo, noe som skyldes at det har vært forbedringer i de tradisjonelle tilbudsfaktorene i perioden. Siden 2007 har frekvensen økt med 16 prosent og taksten gått ned med 11 prosent. Dette gir en etterspørselseffekt på 7 prosent. Den faktiske veksten som skal forklares er 9,3 prosent. Det vil si at det første modellsteget, som ikke tar i bruk STRATMOD sine egenskaper, forklarer omtrent 75 prosent av den faktiske veksten i reiser.

Når vi inkluderer kvalitative faktorer (trengsel og forsinkelse), bedres modellens forklaringskraft. Det har vært en vesentlig forbedring i opplevde forsinkelser i perioden, noe som fører til en større positiv etterspørselseffekt når forsinkelse inkluderes i beregningen. Etterspørselseffekten øker fra 7 prosent til 8,6 prosent. Det vil si at modellsteg 2, hvor vi tar i bruk deler av STRATMODs egenskaper, forklarer omtrent 92 prosent av den faktiske veksten i reiser.

I dette caset er det imidlertid relativt liten forskjell mellom modellsteg 1 og 2, noe som skyldes at forsinkelse og trengsel utgjør en relativt liten del av GK når nasjonale verdsettinger benyttes. I Oslo har det dessuten vært store positive endringer både i takster og frekvens, som er tradisjonelle variabler som er inkludert i RTM. Disse to variablene alene forklarer en stor del av veksten i kollektivreiser i perioden.

Når de lokale tidsverdiene benyttes får vi overestimert vekst i reiser. Etterspørselseffekten estimeres til hele 17,7 prosent når vi benytter de lokale verdsettingene i modellsteg 3, noe som er langt høyere enn den faktiske veksten i reiser. Dette skyldes at forsinkelsestiden vektlegges svært høyt i den lokale verdsettingsundersøkelsen. Resultatene kan tyde på at vektleggingen er for høy, eller at den ikke er egnet til å gjelde for hele forsinkelsestiden. Det bør arbeides videre med å finne et metode for hvordan forsinkelsestiden skal vektlegges, hvor en mulighet kan være en gradert versjon hvor kun en viss andel av tiden får den



Figur 3.1: Vekst i reiser per person som følge av modellsteg 3 sammenlignet med faktisk utvikling

3.3 Jernbanemodellen

For å gjennomføre spesifikke beregninger av jernbanemarkedet er det i prosjektet utviklet en egen jernbanemodell. Utgangspunktet for Jernbanemodellen er Storsonmodellen utviklet i STRATMOD. Modellene deler det meste av både struktur og teoretisk rammeverk, men det er likevel noen vesentlige forskjeller.

Oppløsningsnivå for modellen

Jernbanemodellen, i likhet med Storsonmodellen, baserer seg på storsoner. I Jernbanemodellen må første storsonen i et naturlig område rundt en stasjon være selve stasjonen og denne må være så liten og tett på stasjonen som mulig (gjørne kun grunnkretsen stasjonen ligger i). Dette er nødvendig for å kunne slå sammen de ulike inndataene som er nødvendig for Jernbanemodellen.

Inndata og kollektivtransport fordelt på driftsart

Den største forskjellen mellom Jernbanemodellen og Storsonmodellen er hvordan kollektivtransporten behandles. I Storsonmodellen er kollektivtransporten presentert som kollektivtransport og det skilles ikke på hvorvidt det er buss, tog, trikk eller bane som er benyttet mellom storsonene. Dette er fordi i rutevalgsprosessen i RTM så velges en rute mellom to destinasjoner basert på en forhåndsbestemt algoritme. Her kan en kollektivreise bestå av en gangtur til holdeplass, og flere ulike kollektive reisemidler, f.eks. først en busstur, deretter en togtur, og så til slutt enda en busstur. Når data om dette rutevalget omdannes til sonevisedata som skal inn til etterspørselsmodellen Tramod_by blir imidlertid disse dataene slått sammen. F.eks. ved at all tiden om bord på et kollektivt reisemiddel blir slått sammen til kategorien ombordtid. Dette er også tilfelle dersom det er flere mulige ruter mellom grunnkretsene. I et slikt tilfelle vil RTM beregne en sannsynlig fordeling av trafikantene mellom rutene og presentere det som en gjennomsnittlig kollektivreise. På denne måten mister man noe informasjon, men man sparer også nødvendig lagringskapasitet og beregningstid.

Jernbanemodellen fokuserer på konkurranseflatene mellom tog, buss og bil og det er derfor nødvendig å kunne separere egenskapene for de kollektive driftsartene. På denne måten kan vi beregne ulike generaliserte kostnader (GK) basert på ulike tidsverdier for ulike driftsarter. Inndataene som beskriver transporttilbudet, reiser og befolkning som benyttes i modellen er, i likhet med storsonmodellen, hentet fra RTM. Det som utgjør forskjellen er at for å kunne skille mellom tog, buss og bil på hoveddelen av reisen så må inndata hentes fra en annen applikasjon i RTM, Jernbaneverket_v2. Resultatene fra denne applikasjonen gir oss egenskaper for tog og buss mellom stasjoner. Dette slås deretter sammen med resultater for tilbringertransport til og fra stasjon, som ikke er fordelt på driftsart, og egenskapsdata for bil fra STRATMOD-applikasjonen for aggregering til storsoner.

Etterspørselsberegninger

Jernbanemodellen benytter identisk struktur og oppsett som Storsonmodellen når det gjelder beregningen av etterspørselseffekter. Beregningen foregår for samme analyseår, og det beregnes ikke vekst i trafikken til et annet analyseår enn det grunnlaget som er hentet fra RTM. Utgangspunktet for beregningen er generaliserte reisekostnader (GK) per transportmiddel per storsonsone, og endringer i GK som følge av tiltak. Tiltakene kan enten være nye LOS-data fra en tiltakskjøring i RTM eller relative endringer i egenskapsdata for de ulike transportmidlene.

Etterspørselen og overføring beregnes med samme metodikk som i Storsonmodellen. Endringen tar utgangspunkt i referansetrafikken slik den er hentet fra RTM, og endringer beregnes per sonerelasjon. Trafikknivået i referansen er fordelt på transportmiddel, men ikke på reisehensikt. Modellen beregner derfor kun endringer i etterspørsel samlet for tog, buss eller bil. Sammensetningen av trafikken representeres istedenfor gjennom tidsverdien som kan vektet etter reisehensikt. Etterspørselsberegningen gir førsteordenseffekten av tiltakene, og er ikke en likevektsmodell, som oppnår likevekt ved å beregne over flere iterasjoner.

Tidsverdier og kalibrering

Tidsverdiene som benyttes i Jernbanemodellen kan overstyres og skal tilpasses enhver analyse. Tidsverdien per driftsart er en gjennomsnittsverdi, og kan for eksempel være vektet basert på sammensetningen av reiseformål og -avstand. Vektene til modellen skal på lik linje vurderes i enhver analyse. Dette følger prinsippet fra Storsonmodellen som gjør modellene anvendbare i alle analyseområder. Modellen kalibreres med tidsverdier og vektorer, takster, forsinkelse og eventuelt andre egenskaper ved transporttilbudet som ikke hentes fra RTM på lik linje med Storsonmodellen.

Testing av modellen med Case Moss og Follobanen

Formålet med case Moss og Follobanen er å teste modellverktøyet utviklet i STRATMOD på jernbanemarkedet. Toget skiller seg fra andre kollektive transportmidler med en høyere fremføringshastighet, høyere transportkapasitet og ved å ha en helt egen infrastruktur. I tillegg har man bedre mulighet til å benytte reisetiden om bord til andre formål, som for eksempel arbeid (Krogstad, Christiansen, & Øksenholt, 2016). Hovedkonklusjonene fra testingen av modellen og caseanalysen er:

- **STRATMOD-verktøyet gjør det mulig å gjennomføre en rekke tiltaksanalyser på relativt kort tid sammenlignet med tradisjonelle transportmodeller.** Dette gjør at vi effektivt kan sammenligne hvilken effekt tiltak har på etterspørsel, reisemiddelfordeling og konkurranseflater. Videre gjør modellverktøyet det mulig å benytte lokale verdsettinger og inkludere reisekvalitetsfaktorer som for eksempel trengsel og forsinkelse.
- **Ved å skille på ulike kollektive driftsarter og inkludere tilbringerdelen av reisen utvides mulighetsrommet for analyser.** Ved å utvide den generaliserte reisekostnaden for tog med tilbringerreisen, enten den foregår til fots eller med kollektivtransport, kan vi gjennomføre

analyser av tiltak ment til å forbedre jernbanestasjoner som knutepunkt. Dette kan være tiltak som økt kvalitet på kollektivtilbudet som fungerer som tilbringertransport til stasjonen, eller tiltak på selve stasjonen som reduserer ulempen ved å bytte kollektivt transportmiddel.

- **Effekten av positive tiltak på jernbanen underestimeres dersom kvalitative faktorer som for eksempel forsinkelse ikke inkluderes.** Endringer i trengsel og forsinkelser har konsekvenser for den beregnede effekten av et tiltak. I de tradisjonelle transportmodellene blir kun effekten av redusert ventetid eller reisetid beregnet. Dersom tiltaket også reduserer forsinkelsen blir ikke dette med i beregningen. Forsinkelse er en stor ulempe for trafikantene, og dersom dette tas hensyn til i analysen så vil det påvirke effekten av tiltaket. I case Moss og Follobanen er både forsinkelse og tilbringertransporten inkludert i den generaliserte reisekostnaden (GK). Effekten av det forbedrede tilbudet som følge av Follobanen fører til en etterspørseffekt på 21 prosent, inkludert at forsinkelsen fjernes helt. Tilsvarende er effekten kun på 12 prosent dersom tilbringerreisen og forsinkelse holdes utenfor analysen, slik som i tradisjonelle jernbanerelaterte modeller.
- **Forbedret kollektivtilbud lokalt og tiltak på Moss stasjon for å forbedre knutepunktet gir ytterligere økt effekt.** Utviklingen av stasjonsbyene langs IC-strekningene er en viktig strategi dersom man ønsker å gjøre disse stedene til attraktive boområder som kan avlaste Oslo. Forbedringer i form av økt frekvens for tilbringertilbudet og utvikling av jernbanestasjonen gir ytterligere gevinster i form av forbedret konkurranseforhold for tog sammenlignet med bil, og et økt antall reiser med tog. Disse forbedringene gjør at tilbudet for en togreise til Oslo i rush forbedres med ytterligere 7 prosent sammenlignet med kun effekten av Follobanen og fjernet forsinkelse. Totalt fører dette til en reduksjon i reisekostnader på 18 prosent sammenlignet med referansen. Totalt gir denne forbedringen en økning i etterspørselen på omtrent 34 prosent. Tilsvarende er effekten kun på 12 prosent dersom tilbringerreisen og forsinkelse holdes utenfor analysen, slik som i tradisjonelle jernbanerelaterte modeller.

Nytten av tiltak for trafikantene øker dersom man inkluderer flere faktorer i analysen.

Forskjellen i den beregnede effekten av tiltakene i analysen er stor sammenlignet med beregningene som kun inkluderer tilbudsfaktorene for toget. Dette påvirker også nytten av tiltakene i et samfunnsøkonomisk perspektiv. Når Jernbanemodellen inkluderer alle relevante effekter i analysen er trafikantnyttens omtrent 3,9 millioner høyere per år enn dersom disse effektene utelates. Dette kan påvirke rangering av tiltak i en samfunnsøkonomisk analyse.

3.4 Kostnader og optimalisering

I STRATMOD er det utviklet en modell som gjør det mulig å gjennomføre overordnede strategiske analyser av hvordan nasjonale målsetninger kan nås ved hjelp av ulike virkemidler. I dette caset benytter vi modellverktøyet til å analysere effekten ulike virkemidler har i

Stockholm. Storsonenivået i STRATMOD-verktøyet gjør det mulig å gjennomføre en rekke tiltaksanalyser på relativt kort tid sammenlignet med tradisjonelle transportmodeller. Dette gjør at vi effektivt kan sammenligne ulike virkemidlers effekt på reisemiddelfordeling og offentlige budsjetter, for å illustrere hvilke virkemidler som er mest effektive for å nå nasjonale målsetninger.

Videre gjør modellverktøyet det mulig å benytte lokale verdsettinger og inkludere reisekvalitetsfaktorer som trengsel og forsinkelse. Dette gjør at analysene av case som gir endring i trengsel og forsinkelse (som eksempelvis frekvensøkning og fremkommelighetstiltak) vil skille seg fra lignende analyser i tradisjonelle modellverktøy, som typisk vil undervurdere effekten av kollektivtiltak. I tillegg gjør de lokale verdsettingstallene at vi får en mer lokalt tilpasset analyse av virkningene i Stockholm.

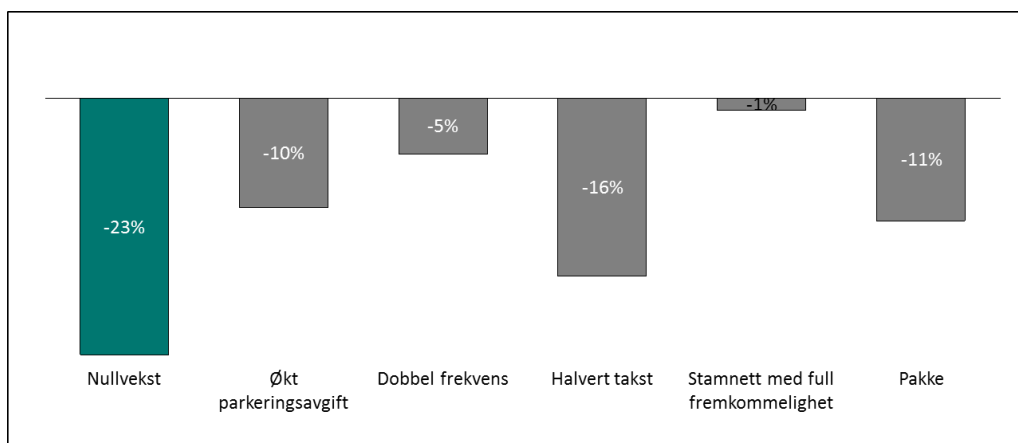
Innledningsvis beregnes en referansesituasjon for 2014 og 2040 basert på de nasjonale prognosene i SAMPERS. Utviklingen fra 2014 til 2040 representerer trendscenariet. Som en motvekt til trendscenariet analyserer vi også en situasjon hvor en antar at bilreiser holdes på dagens nivå, og at all vekst i personreiser tas av øvrige transportmidler. I neste steg gjør vi en rekke analyser for 2040 gitt bruk av virkemidler som Stockholm disponerer. De ulike virkemidlene gir ulik reisemiddelfordeling sammenlignet med trendutviklingen, og trendscenariet fungerer dermed som en referanse som de andre beregnede scenariene sammenlignes mot.

Følgende scenarier gjennomgås:

1. Referanse 2014 (basert på Trafikverkets basisprognose for 2014).
2. Referanse 2040 (basert på Trafikverkets etterspørselsprognose for 2040).
3. Oppnåelse av nullvekstmålet i Stockholm 2040 (basert på antagelse om at all vekst i reiser tas av kollektivtransport, sykkel og gange).
4. Økte parkeringsavgifter (fordobling av parkeringskostnad i de sentrumssonene som allerede har avgift og 15 kroner i alle soner som ikke har avgift).
5. Fordoblet frekvens 2040 (basert på antagelse om fordoblet frekvens i dagens kollektivnett).
6. Lavere takster 2040 (basert på antagelse om halverte takster).
7. Stamnett med full fremkommelighet 2040 (omfordeling av ruteproduksjon til stamlinjer og full fremkommelighet).
8. Kombinert virkemiddelpakke (stamnett med full fremkommelighet og økte parkeringsavgifter).

Figuren under oppsummerer effektene. Alle tiltakene bidrar til å redusere bilreiser sammenlignet med trendutviklingen, det vil si at de bidrar til å vri transportmiddelfordelingen mot de mer miljøvennlige transportmidlene. et gir den største reduksjonen i bilreiser. Takstreduksjonen gir en sterk vekst i kollektivreiser, men i tillegg til å redusere bilreisene gir virkemiddelet også en relativt stor nedgang i gang- og sykkelreiser. Frekvensøkningen fører til at bilreiser reduseres med 5 prosent. Den relativt lave effekten skyldes at frekvensen er svært høy i utgangspunktet.

Effekten på total reisemiddelfordeling av økte parkeringsavgifter sentralt er relativt liten, som skyldes at avgiftene allerede er nokså høye i dette området, men virkemiddelet gir likevel en reduksjon i bilreiser på 10 prosent. Den minste effekten kommer fra stamlinjescenariet, som skyldes at stamnettet påvirker relativt få av kollektivreisene, samt at den positive effekten for de linjene som får økt frekvens, motvirkes av de linjene som fjernes. Den samlede pakken som kombinerer parkeringsrestriksjoner med stamnett og fullfremkommelighet gir 11 prosent reduksjon i bilreiser. Oppsummert ser vi at ingen av tiltakene er sterke nok til å nå målet om nullvekst i bilreiser, som krever 23 prosent færre bilreiser enn i trendscenariet.

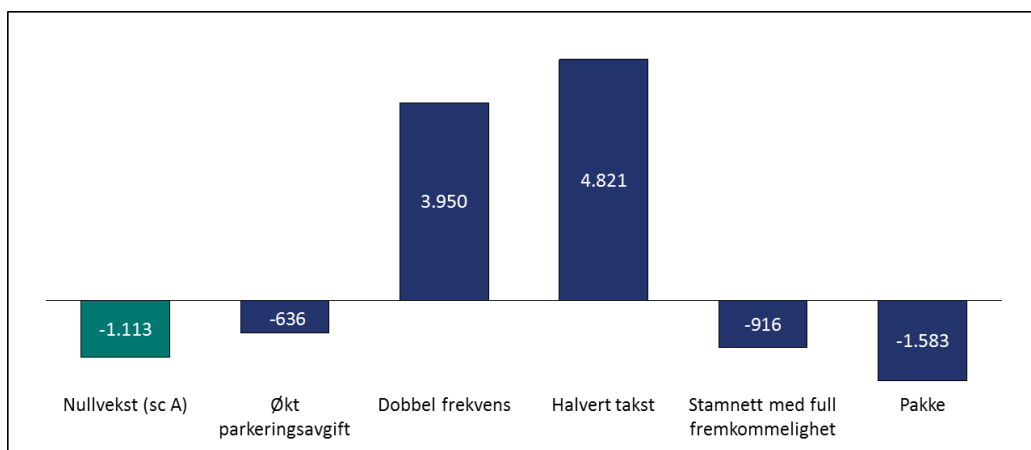


Figur 3.2: Reduksjon i bilreiser sammenlignet med trend.

I tillegg til å vurdere effekten på reisemiddelfordelingen er det viktig å ta hensyn til at ulike virkemidler har ulik innvirkning på de offentlige budsjettene. Kombinasjonen av effekten på reiser og kostnader vil gi et bedre bilde av hvor effektive virkemidlene er.

Frekvens- og taksttiltakene gir høyere kostnader enn trendscenariet. Dette illustrerer at dette er dyre virkemidler for å oppnå ønsket effekt. Sammenlignet med trendutviklingen gir de henholdsvis 4 og 4,8 milliarder kroner i økte kostnader (offentlige utgifter og samfunnskostnader).

Både parkeringsrestriksjoner og stamnett med full fremkommelighet reduserer kostnadene sammenlignet med trend. Den kombinerte virkemiddelpakken gjør at kostnadene kan reduseres med 1,6 milliarder kroner sammenlignet med trend. Dersom en skal nå nasjonale målsetninger om reduksjon i bilreiser uten å legge unødvendig mye press på offentlige budsjetter synes en samlet virkemiddelpakke som kombinerer restriksjoner på bilbruk med fremkommelighetstiltak og fortetting å være mest effektivt.



Figur 3.3: Endring i totale kostnader (offentlige utgifter og samfunnskostnader) sammenlignet med trend. Tall i millioner 2014-SEK.

4 Referanseliste

- Algers, S m.fl. 2009. Sampers –erfarenheter och utvecklingsmöjligheter på kort och lång sikt, Rapport från Institutionen för transporter och samhällsekonomi och Centrum för transportstudier, Kungliga tekniska högskolan, Stockholm
- ASEK. 2016. «Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn, ASEK».
- Balcombe (red), B, R Mackett, N Paulley, John Preston, J Shires, H Titheridge, Mark Wardman, og Peter R. White. 2004. «The demand for public transport: a practical guide». TRL Report TRL593.
- Bekken, Jon Terje. 2004. «FINMOD – en aggregert kostnadsmodell for norsk kollektivtransport». TØI-rapport 734/2004.
- Carlquist, Erik, Trine Hagen, Arnfinn Hoelsæter, Odd Larsen, Bård Norheim. 1999. Kvalitetskontrakter i Hordaland. Drøfting av alternative kontraktsformer. TØI-rapport 452/1999.
- Fearnley, Nils, Jørgen Aarhaug, Stefal Flügel, Jonas Eliasson og Anne Madslie. 2015. Etterspørselseffekter av kvalitetshevinger i kollektivtransporten. TØI-rapport 1408/2015.
- GLP Oslopakke 3, 2011 «Grunnlag for langsiktige prioriteringer Oslopakke 3». UA-notat 42/2011.
- Gunn, H F, J G Tuinenga, J F Allouche og L Debrincat 1998. «Antonin: a forecasting model for travel demand in the Ille de France». European Transport Conference, Proceedings of Seminar E: Transportation Planning Methods (vol II). Loughborough University, UK, 14-18 September 1998, Volume P 242, PTRC Education and Research Services Ltd., London. Pp. 99-121.
- Harders, C., Isberg, L., Widell, J., West, J. (2015). Modeller for kollektivtrafikanalyser – dess brister och utvecklingsbehov. TRAFIKVERKET Rapport TRV 2014/25077.
- Johansen, Kjell Werner og Bård Norheim. 2000. «Alternativ finansiering av kollektivtransport i by. Samfunnsøkonomiske konsekvenser av alternative finansieringspakker for Kristiansand. TØI-rapport 484/2000.
- Johansen, Kjell Werner. 2001. «Etterspørselastisiteter i lokal kollektivtransport». TØI-rapport 505/2001
- Krogstad, Christiansen, & Øksenholt, 2016. «Byttepunkter for sømløse kollektivnett. Råd om planlegging og utforming». TØI-rapport 1526/2016.

- Larsen, Odd. 1993. «Samfunnsnytte av tilskudd til kollektivtrafikk». TØI-rapport 208/1993.
- Norheim, Bård, Katrine Kjørstad, Mari Betanzo, Mads Berg, og Ingunn Opheim Ellis. 2015. «Klimaeffektiv kollektivsatsing - Effekter av målrettede tiltak». UA-rapport. 72/2015.
- Norheim, Bård. 2005. «Samfunnsøkonomisk analyse av kollektivtransportens inntektsgrunnlag. Alternativ finansiering av transport i by - Delrapport 4.» TØI-rapport 767/2005.
- Norheim, Bård. 2005. «Samfunnsøkonomisk analyse av kollektivtransportens inntektsgrunnlag. Alternativ finansiering av transport i by - Delrapport 4.» TØI-rapport 767/2005.
- Norheim, Bård. 2006 «Kollektivtransport i nordiske byer- markedspotensial og utdordringer framover». UA-rapport 2/2006.
- Norheim, Bård 2005b. «Samfunnseffektiv kollektivtransport. Utfordringer og muligheter i Akershus. TØI-rapport 803/2005».
- Preston, John. 1998. «Public Transport elasticities: Time for a re-think?» Working Paper 856. Oxford University Transport Studies Unit: Universitites' Study Transport Group (UTSG) 30th Annual Conference.
- PROSAM, 2010. «Bedre kollektivtransport. Trafikantenes verdsetting av ulike egenskaper ved tilbudet i Oslo og Akershus». PROSAM-rapport 187.
- Renolen, Heidi. 1998. «Hva Forsøksordningen har lært oss. Hovedkonklusjoner fra forsøk med kollektivtransport 1991-95». TØI-rapport 393/1998.
- Tørset, Trude, Solveig Meland, Tomas Levin, Tormod Haug, Bård Norheim. 2011. «Verktøy til transportanalyser i by. Hvilke analyser kan dagens verktøy brukes til og hvilke verktøy trenger vi til transportanalyser i by?» SINTEF Teknologi og samfunn A23560.
- Østli, Vegard, Askill Harskjerr Hasle, Marit Killi. 2015 «Verdsetting av tid, pålitelighet og komfort tilpasset NTM6». TØI-rapport 1389/2015.

Urbanet Analyse
EJET AV ASPLAN VIAK

Urbanet Analyse AS
Kongensgate 1, 0153
Oslo

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

