



**TØI notat
1155/2000**

Tidsdifferensiering av satsene for bompengeringen i Oslo

**Odd I Larsen
Tom Normann Hamre**

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

Tittel: Tidsdifferensiering av satsene for
bompengeringen i Oslo

Forfatter(e): Odd I Larsen; Tom N Hamre

TØI rapport 1155/2000
Oslo, 2000-01
48 sider

ISSN 0808-1190

Finansieringskilde:
Oslo kommune

Prosjekt: 2497 Tidsdifferensierte
bompengesatser for
bompengeringen i Oslo

Prosjektleder: Odd I Larsen

Kvalitetsansvarlig: Kjell Werner Johansen

Emneord:

Tidsdifferensiering; Bompengesatser; Vegprising;

Sammendrag:

Etter oppdrag fra Samferdselssjefen i Oslo har Transportøkonomisk institutt (TØI) utredet tidsdifferensiering av takstene i bompengeringen. Bakgrunnen for dette er et bystyrevedtak der byrådet bes fremme sak om vurdering av takstene i bompengeringen slik at det blir dyrere å passere i rushtiden og rimeligere/gratis i lavtrafikkperioder (kvelds- og nattestid og i helgene). Det er benyttet en transportmodell som omfatter vegnett og kollektivtilbud i Oslo/Akershus for å analysere effektene av en slik tidsdifferensiering. Ved overføring fra bil- til kollektivtrafikk er det også tatt hensyn til konsekvenser for kollektivtrafikkens tilbud, kostnader og inntekter.

Title: Time differentiation of the cordon toll rates for Oslo

Author(s): Odd I Larsen; Tom N Hamre

TØI report 1155/2000
Oslo: 2000-01
48 pages

ISSN 0808-1190

Financed by:
Municipality of Oslo

Project: 2497 Time differentiation of the cordon toll
rates for Oslo

Project manager: Odd I Larsen

Quality manager: Kjell Werner Johansen

Key words:

Differentiation; Toll; Cordon

Summary:

This document presents analysis using a transport model for the Oslo/Akershus area. Cordon toll rates are differentiated through various alternatives applying higher rates in peak hours and lower rates in the off-peak periods, thus approaching the principles of road traffic congestion pricing. Consequences for the public transport level of service, costs and revenues are also considered.

Language of report: Norwegian

Rapporten kan bestilles fra:
Transportøkonomisk institutt, Biblioteket
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

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

Forord

Bompengeringen i Oslo ble etablert og betalingssystemet utformet, utelukkende for å finansiere vegprosjekter i Oslo/Akershus. I dag er bompengeringen i kontinuerlig drift, og avgiftene varierer bare med betalingsform (kontant, elektronisk klippekort og periodeabonnement).

Transportøkonomisk institutt (TØI) har fått i oppdrag fra Samferdselssjefen i Oslo å utrede tidsdifferensierte bompengesatser. Bakgrunnen for dette er et bystyrevedtak.

Tidsdifferensierte bompengesatser innebærer en tilnærming til prinsippene for vegprising hvor poenget er at bilister tilnærmet skal betale de reelle samfunnsmessige kostnadene som er forbundet *med den enkelte biltur*. Selv om det er høye avgifter på kjøretøy og drivstoff i Norge, er disse avgiftene langt fra tilstrekkelige til at bilister tar hensyn til de samfunnsmessige kostnader som oppstår når de bruker bil i købelastede vegsystemer. Dette gjør at vi får "for mye" biltrafikk på deler av vegnettet i rushtidene med de forsinkelser og miljøulemper dette medfører. Ved en omlegging til tidsdifferensierte bompengesatser vil man oppnå et mye bedre samsvar mellom samfunnsmessig kostnad og avgift enn med dagens takstsystem. Hvis man ønsker det, kan en omlegging også skje uten at vegtrafikken totalt betaler mer i avgift for passering av bomringen.

De fleste resultatene som presenteres i notatet er basert på modellberegninger. Disse er gjennomført av forsker Tom Norman Hamre, som også har skrevet vedlegget. Forsker Jens Rekdal bidratt med veiledning og nyttige tips, og forsker Arnfinn Hoelsæter har tilrettelagt data for kollektivtilbudet. Forskningsleder Odd I Larsen har vært prosjektleder, og kvalitetssikrer har vært forsker Kjell W Johansen.

Sekretærene Kari Tangen og Trude Rømming har stått for den avsluttende tekstbehandlingen.

Oslo, januar 2000
TRANSPORTØKONOMISK INSTITUTT

Ingunn Stangeby
avdelingsleder

Innhold

Sammendrag

1 Bakgrunn	1
2 Modellberegning av trafikale konsekvenser	3
3 Avgiftsalternativer	5
3.1 Trafikale konsekvenser	5
4 Samfunnsøkonomiske konsekvenser	10
5 Praktiske problemer ved tidsdifferensiering.....	14
5.1 Store og brå ”hopp” i avgiftssatsene må unngås.....	14
5.2 Klager og administrativt arbeid	16
5.3 Rabattordninger	17
Innhold.....	20

Vedlegg

Sammendrag:

Tidsdifferensiering av satsene for bompengeringen i Oslo

Bystyret vedtok ved behandlingen av budsjettet for 1998 følgende merknad:
Byrådet bes fremme sak med vurdering av takstene i bompengeringen slik at det blir dyrere å kjøre bil gjennom bomringen i rushtiden, mens det blir rimeligere/gratis på kvelds- og nattetid og i helgene.

Ved budsjettbehandlingen for 1999 ble det presisert at *saken måtte inneholde konkrete forslag til priser, tidssoner for de forskjellige takstene og tekniske løsninger, samt en vurdering av de trafikale konsekvensene for en slik løsning.*

Transportøkonomisk institutt (TØI) har benyttet en transportmodell som omfatter vegnett og kollektivtilbud i Oslo/Akershus for å besvare en del av disse spørsmålene.

Vi har sett på fire avgiftsalternativer som innebærer differensiering etter de prinsipper som bystyret ønsker. Alternativene er forskjellige med hensyn til grad av differensiering innenfor rushtiden, definert som kl 06-09 og kl 15-18 på virkedager samt ved nivået på avgiftene i rushtidene. Mellom rushtidene og i perioden mellom kl 18 og kl 22 beholdes avgiften som i dag. Mellom kl 22 og kl 06 er det ikke avgift. Tre av alternativene har også avgift mellom kl 09 og kl 15 på lørdager, men så vidt vi kan se, er det lite å tjene på å ha avgift på lørdager.

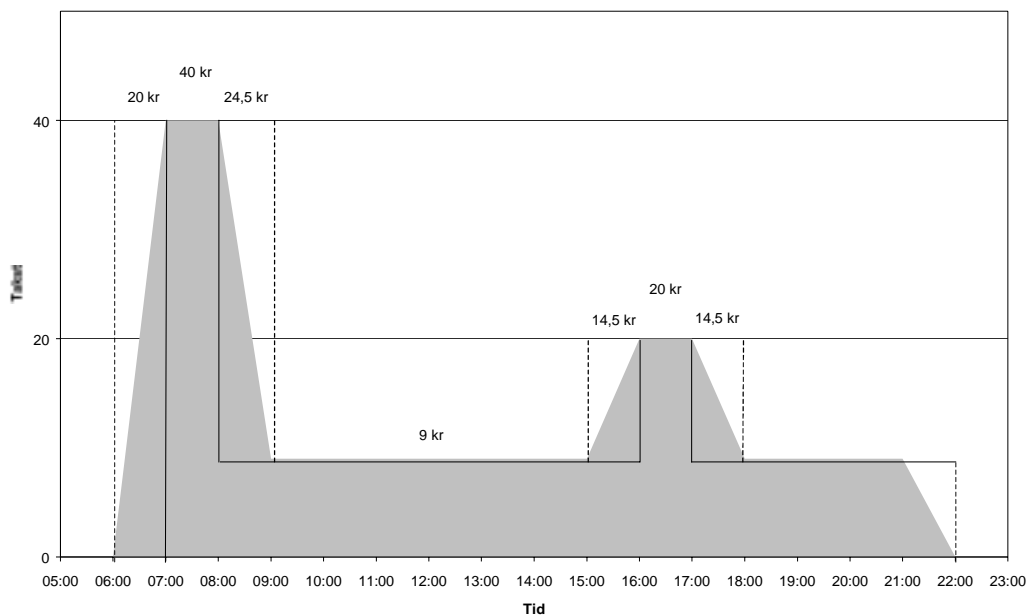
Alle alternativer ser ut til å kunne gi en samfunnsøkonomisk gevinst av størrelsesorden vel 200 mill kroner pr år. Denne gevinsten er primært knyttet til bedre fremkommelighet/tidsbesparelser og spart drivstofforbruk på vegnettet i rushtidene. Det vil også være en gevinst knyttet til redusert luftforurensing som vi ikke har forsøkt å beregne nøye. Det er også tatt hensyn til at man får en overføring fra bil til kollektivtrafikk i rushtidene og at dette må få konsekvenser for kollektivtrafikkens tilbud, kostnader og inntekter.

Forskjellen mellom alternativene når det gjelder trafikale og økonomiske konsekvenser er ikke så stor, spesielt når vi tar høyde for den usikkerhet som nødvendigvis må ligge i denne type beregninger. Det ville også være mellomalternativer som vil gi omtrent de samme resultater, men som vi ikke har gjort modellberegninger for. Gitt disse forhold bør det også være rom for praktiske og politiske vurderinger når det gjelder en ordning med takstdifferensiering.

Skal vi på et faglig grunnlag anbefale et alternativ, er dette at man tilstreber en avgiftsprofil omtrent som vist på Figur S.1 (beløpene som er satt opp ved hvert av de skrå skraverte områdene representerer her gjennomsnittlig bompengesats ved jevn overgang mellom de ulike ekstremalverdiene). Denne avgiftsprofilen ligger

nær opp til det alternativet vi betegner som TD1, men uten avgift på lørdager og har redusert avgift i ettermiddagsrushet i forhold til TD1.

Samfunnsøkonomisk vil et alternativ med en avgiftsprofil som dette falle ut omtrent som TD1, men beregnet inntektsøkning for bompengeringen vil reduseres fra 300 mill kroner til 140-160 mill kroner, noe som tilsvarer omtrent tre ganger det økte tilskuddsbehov som oppstår for kollektivtrafikken. Hvis man kan klare seg uten vakthold på bomstasjonene utenfor avgiftsperioden, vil også driftskostnadene for bompengeringen kunne reduseres med anslagsvis 10-12 mill kroner pr år.



Figur S.1: Forslag til avgiftsprofil for virkedager

Hvis det fattes et politisk vedtak om hovedprinsippene for en tidsdifferensiering på bompengeringen, bør de fleste praktiske detaljene kunne overlates til AS Fjellinjen, som skal administrere ordningen.

Våre beregninger er av modelltekniske årsaker basert på at overgangen mellom ulike *avgiftsnivåer* skjer momentant og til dels i store sprang. De alternativene som er modellberegnet er.¹

TD1: Her øker takstene fra dagens gjennomsnittstakst for lette biler på kr 8,70 pr passering til **kr 20** kl 06-07 og kl 15-16, **kr 40** mellom kl 07-08 og kl 16-17 og **kr 30** mellom kl 08-09 og kl 17-18. Mellom kl 09 og kl 15, og kl 18 og kl 22 på virkedager og i perioden 09-15 på lørdager beholdes dagens takster. For de øvrige periodene er det gratis passering.

TD2: Som TD1, men med mer moderate takster i rushtidene, henholdsvis **kr 15**, **35** og **25**.

¹ De avgifter vi her opererer med må oppfattes som gjennomsnittsavgift pr passering for lette biler.

TD3: Som TD1 og TD2, men med en flat takst på **kr 25** i rushtidene.

TD4: Som TD3, men gratis passering hele lørdagen.

I praksis vil det være svært uheldig med store avgiftshopp. For abonnementsfelt er det ikke noe teknisk problem forbundet med å la avgiften variere i små sprang over et timesintervall. Dette innebærer imidlertid at dagens periodeabonnementer og "klippekort" må erstattes med forhåndsbetalte beløp av ulik størrelse.

De praktiske problemene med differensierte satser ser i første rekke ut til å være forbundet med å få til "myke" overganger mellom ulike avgiftsnivåer i kjørefelt med myntautomater og manuell betaling. Det dreier seg altså om å finne en tilnærming til de skrå skraverte områdene i Figur S.1.

En "elegan" løsning på problemet ville være at man hver dag benyttet et tilfeldig trukket tidspunkt for overgang mellom ulike avgiftsnivåer. En slik løsning vil imidlertid møte såvidt mange prinsipielle motforestillinger at man bør tilstrebe en ordning hvor avgiftene endres i mindre sprang etter et kjent mønster.

Størrelsen på et avgiftshopp i manuelle og myntfelt bør neppe være større enn kr 5. Dette vil, for eksempel med referanse til Figur S.1, medføre at man i perioden fra kl 06 til 07 får 8 "hopp" à 5 kroner. Teknisk sett er det mulig å programmere myntautomater og billettautomater slik at man får denne type "hopp", men spesielt brukervennlig vil ikke et slikt system være, fordi bilister sjelden vil kjenne det eksakte tidspunktet for passering på forhånd og derfor trenger en myntbeholdning som dekker flere alternativer. Det kan imidlertid tenkes alternativer til myntautomater som for eksempel lesere for forhåndskjøpte "verdikort". Vi er imidlertid av den oppfatning at de tekniske detaljene rundt behandling av avgiftshopp bør kunne overlates til AS Fjellinjen når man eventuelt har bestemt seg for en "avgiftsprofil" som skal tilnærmes. Det samme gjelder spørsmålet om vakthold/overvåking på bomstasjonene utenfor avgiftsperioden som bør justeres i henhold til erfaringer man gjør.

Trafikale virkninger

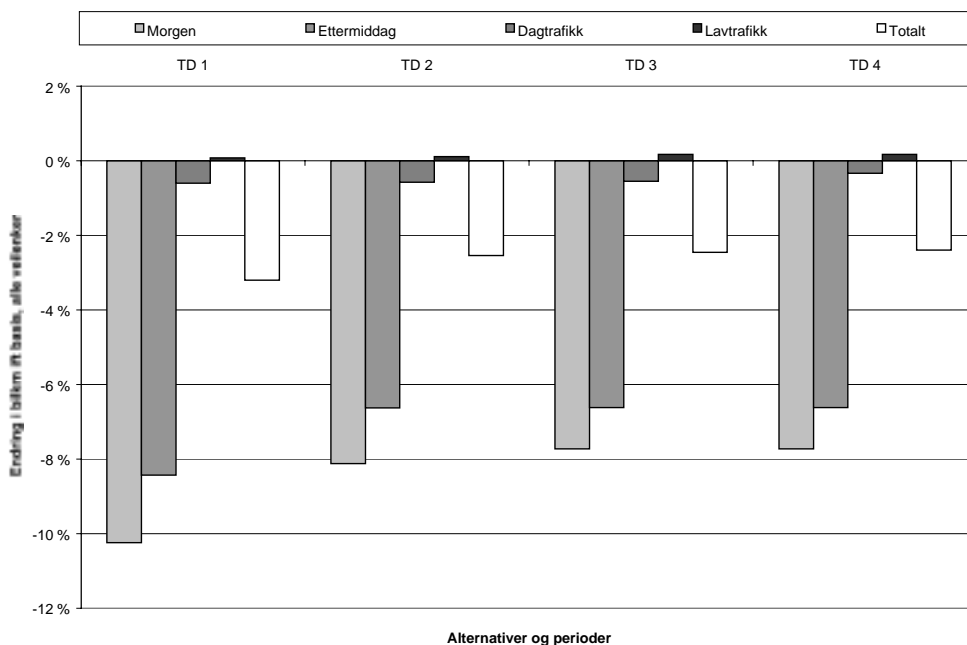
Tidsdifferensierte bompengesatser vil bare berøre bilturer som passerer bompengeringen, og for en stor andel av disse turer vil avgiften være tilnærmet uendret eller bortfalle. For den totale biltrafikken på vegnettet i Oslo/Akershus vil derfor en slik ordning ha relativt begrenset betydning. Poenget er jo å påvirke den del av trafikken som miljømessig og transportøkonomisk er mest problematisk.

Figur S.2 viser de beregnede effektene på trafikkarbeidet i form av bilkm på vegnettet i Oslo/Akershus. De prosentvise utslagene er noe større hvis man bare ser på vegnettet innenfor bompengeringen (jf tabell 3.1 og 3.2 i rapporten).

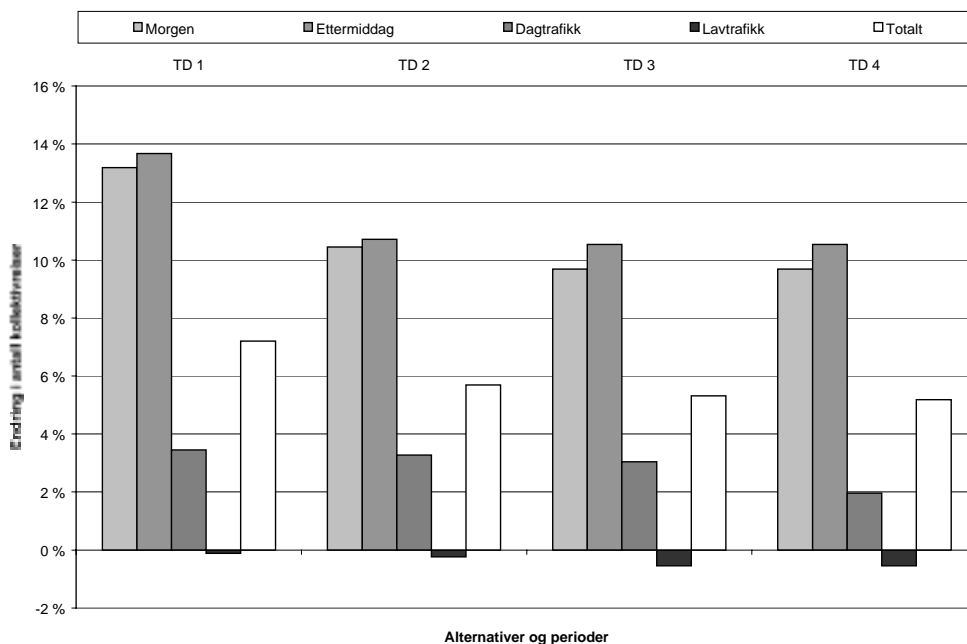
Vi har også beregnet endringer i drivstofforbruk for lette biler på vegnettet innenfor bompengeringen og totalt for hele vegnettet (vedlegget, tabell 15). Dette viser en nedgang på 18 % innenfor bompengeringen i rushtidene. Nedgangen skyldes en kombinasjon av redusert trafikk og bedre fremkommelighet for den trafikk som er igjen.

Dette skulle innebære en ikke ubetydelig reduksjon i luftforurensingen i de områdene og periodene hvor problemet er størst.

Figur S.3 viser hvordan antall kollektivreiser påvirkes i de fire alternativene som er modellberegnet. Økningene i rushtidene betyr at kapasiteten på kollektivsystemet må økes, og dette er det tatt hensyn til i beregningene.



Figur S.2: Endringer i trafikkarbeid (bilkm)



Figur S.3: Endringer i antall kollektivreiser

Økonomi

Når det i det hele tatt har noen hensikt å vurdere tidsdifferensierte bompengesatser, er det fordi en stor del av bilturene i rushtidene i dag har en samfunnsøkonomisk kostnad som langt overstiger det bilistene betaler for disse turene. Dette gir et "overforbruk" av slike turer. Tabell S.1 viser de beregnede samfunnsøkonomiske konsekvensene. "Basis" tilsvareer situasjonen i 1999.

Tabell S.1: Hovedresultater med tidsdifferensierte bompengesatser

Endringer ift basis (mill kr/år)	¹ TD 1	² TD 2	³ TD 3	⁴ TD 4
A. Bominntekter bil	301	209	212	168
B. Billettinntekter kollektiv	153	121	114	111
C. Trafikantnytte	-39	24	13	49
D. Tidskostnader uelast bil	42	35	31	30
E. Tidskostnader uelast koll	32	31	30	30
F. Bomkostnader uelast bil	-139	-96	-92	-82
G. Driftskostnader koll	-164	-151	-135	-135
H. Kapitalkostnader koll	-24	-20	-18	-18
Sum	162	154	156	154

¹ Scenariet innebærer en økning til hhv 20, 40 og 30 kr for timene i en rushtidsperiode, gratis passering i perioden 22-06 på virkedager, uendret for 6 timer dagtrafikk på lørdager, og gratis passering for alle andre perioder.

² Som for TD 1, men en mer moderat økning til hhv 15, 35 og 25 kr.

³ Scenariet innebærer en flat økning til 25 kr for timene i begge rushtidsperioder.

⁴ Som for TD 3, men gratis passering også i dagtrafikkperioden på lørdager.

De to første postene i tabellen (A og B) er rene finansielle størrelser (økning i inntekter fra bompengeringen og i kollektivtrafikkens billettinntekter). Trafikantnytte (post C) er en beregnet størrelse som ikke viser igjen i noe finansielt regnskap. Denne post er beregnet for de trafikanter som er forutsatt å være "fleksible" både mht reisetidspunkt i rushtiden og mht reisemåte. Endringer i tidskostnader for trafikanter som er "bundet" til bil og kollektivtrafikk (den *uelastiske* etterspørselen) er angitt i postene D og E.

Det vi ikke har med i Tabell S.1 er besparelser i drivstoffutgifter for bilistene når fremkommeligheten blir bedre. På årsbasis vil dette dreie seg om over 50 mill kroner. For AS Fjellinjen vil man få besparelser på grunn av kortere driftstid og færre passeringer som må kontrolleres og registreres. I beste fall kan dette dreie seg om rundt 15 mill kroner på årsbasis når man også tar hensyn til renter og avskrivning på kostnadene ved omlegging av systemet. Det er også en miljømessig gevinst. Denne vil imidlertid langt på veg balansere mot reduksjonen i statens inntekter fra avgifter på drivstoff, slik at nettoresultatet av disse to postene blir relativt beskjedent, og vi har ikke forsøkt å beregne det.

Av tabellen kan vi merke oss at B er mindre en summen av G og H. Differansen her utgjør beregnet økning i tilskuddsbehovet for kollektivtrafikken og er av størrelsesorden 40-50 mill kroner pr år samlet for kollektivtrafikken i Oslo og Akershus. Da har man også fått et bedre kollektivtilbud.

Det avgiftsalternativet som er skissert i Figur S.1 vil ha et resultat omtrent som TD 1, men med en reduksjon i inntektene fra bompengeringen som tilnærmet motsvarer en tilsvarende økning i trafikantnytte. I andre poster vil det bli bare mindre endringer.

1 Bakgrunn

Bystyret vedtok ved behandlingen av budsjettet for 1998 følgende merknad:
Byrådet bes fremme sak med vurdering av takstene i bompengeringen slik at det blir dyrere å kjøre bil gjennom bomringen i rushtiden, mens det blir rimeligere/gratis på kvelds- og nattestid og i helgene.

Ved budsjettbehandlingen for 1999 ble det presisert at *saken måtte inneholde konkrete forslag til priser, tidssoner for de forskjellige takstene og tekniske løsninger samt en vurdering av de trafikale konsekvensene for en slik løsning.*

Poenget med å tidsdifferensiere bompengesatsene er at man i tillegg til bompengeringens primære formål, som er å bidra til finansiering av veiprosjekter i Oslo og Akershus, kan oppnå en gunstig trafikkstyringseffekt. Dette kan – hvis man ønsker det – oppnås uten at biltrafikken totalt sett blir belastet med mer avgifter enn ved dagens ordning.

Tidsdifferensiering av takstene på bompengeringen kan betraktes som en relativt primitiv form for veipricing hvor man krever en høyere avgift for den del av trafikken som medfører de samfunnsmessig høyeste kostnader i form av miljøulempes og forsinkelser. Betegnelsen *primitiv* veipricing er dekkende fordi treffsikkerheten når det gjelder avgiftsbelastning i forhold til den kostnad som avgiften skal reflektere – for den enkelte biltur – kan bli vesentlig bedre med mer avanserte og omfattende systemer for pricing. Ikke desto mindre vil tidsdifferensiering være bedre enn dagens system og vesentlig bedre enn ingen avgift når det gjelder å få bilistene til å ta hensyn til de samfunnsøkonomiske kostnader ved bilbruken. Flere analyser tyder også på at man kan ”ta ut” en relativt stor del av de potensielle gevinster ved veipricing med forholdsvis enkle og rimelige systemer for avgiftsinnkreving som for eksempel en bompengering.

De trafikale effekter man i første rekke vil få ved tidsdifferensiering av bompengesatsene er:

- En overføring av reiser fra bil til kollektivtrafikk når det gjelder reiser over bompengeringen i rushtiden.
- En noe jevnere fordeling av biltrafikken over bompengeringen innenfor rushtidene (hvis man differensierer satsene innenfor rushtiden).
- En viss økning i antall bilturer med både start og mål innenfor bompengeringen i rushtiden. Dette fordi fremkommeligheten for slike turer blir bedre uten at disse turene får noen ekstra avgiftsbelastning.
- En viss økning av bilturer som passerer bompengeringen i lavtrafikkperioder hvor avgiften reduseres eller fjernes. Dette medfører ikke nødvendigvis noen økning av betydning for den totale biltrafikk i disse periodene.

Totalt sett vil høyere takster i rushtidene medføre at man også får bedre fremkommelighet for den gjenværende trafikk. Man skal her være oppmerksom på at det skal relativt liten trafikkreduksjon til før fremkommeligheten blir vesentlig bedre. Det er de siste 10-15 % ”på toppen” i rushtidene som skaper de virkelige køproblemer. Mindre trafikk og bedre fremkommelighet i rushtiden har også effekter på lengre sikt i retning av å gi mindre behov for kapasitetsøkende veiprojekter, men man bør ikke overvurdere betydningen av denne effekten.

Miljømessige gevinster skyldes primært mindre biltrafikk i de sentrale delene av Oslo og at bedre fremkommelighet reduserer drivstofforbruket for den gjenværende trafikk. Den sistnevnte effekten er ikke ubetydelig. Mindre kjøkjøring gir en vesentlig reduksjon i drivstofforbruket pr km. Redusert drivstofforbruk som følge av bedre fremkommelighet gir mindre utslipp av en del avgasser, men har noe varierende effekt på ulike avgasskomponenter. CO₂-utslipp er imidlertid direkte proporsjonalt med drivstofforbruket. Reduserte avgassutslipp vil primært komme i rushtidene hvor trafikk tettheten og dermed forurensingsnivået normalt er størst. Differensierte bompengesatser er derfor en meget kostnadseffektiv metode for å oppnå miljøforbedringer i de sentrale delene av Oslo. Gjenværende trafikk får også en økonomisk besparelse ved lavere drivstoffutgifter. Dette vil kompensere en del av avgiftsøkningen for denne trafikken.

Når det gjelder støy og trafiksikkerhet, må man regne med moderate effekter, men ikke nødvendigvis bare gunstige når fremkommeligheten forbedres og dermed gjennomsnittshastigheten i veisystemet øker noe.

En overføring av reiser fra bil til kollektivtrafikk betyr at kollektivtrafikkens billettinntekter vil øke i rushtiden og at kapasiteten i kollektivsystemet må økes. I den utstrekning behovet for kapasitetsøkning i kollektivtrafikken møtes ved flere avganger med buss og baner, vil også de eksisterende kollektivtrafikanter ha en fordel av dette, fordi flere avganger gir mindre ventetid og større fleksibilitet ved valg av reisetidspunkt.

Billettinntektene vil ikke dekke merkostnaden for kollektivsystemet når det skal avvikles flere (sentrumsrettede) kollektivreiser i rushtiden, og man må regne med en økning i tilskuddsbehovet hvis man ikke samtidig øker kollektivtakstene. Økes kollektivtakstene samtidig, trenger man imidlertid sterkere økning i takstene på bompengeringen for å få en gitt reduksjon i biltrafikken.

2 Modellberegning av trafikale konsekvenser

For å anslå de trafikale effektene og effektene på drivstofforbruk, har vi benyttet en transportmodell som omfatter bil- og kollektivtrafikk i Oslo/Akershus og ved hjelp av denne analysert fire avgiftsalternativer for bompengeringen. Det har vært en underliggende forutsetning at alternativene ikke i vesentlig grad skal øke den totale avgiftsbelastning i forhold til dagens situasjon. Resultatene fra modellberegningene benyttes også til å anslå samfunnsøkonomiske effekter.

Hovedtrekkene ved transportmodellen som er benyttet kan oppsummeres ved:

1. En del av bilreisene skilles ut og forutsettes å være upåvirket av avgiftspolitikken. Dette er i første rekke vare- og godstrafikk, tjenestereiser med personbil og bilister som får bompenger dekket av arbeidsgiver. I praksis vil nok også denne trafikken bli noe påvirket, så forutsetningen representerer en tilnærming.
2. En del av kollektivtrafikken skilles også ut som upåvirket av avgiftspolitikken. Dette er kollektivtrafikanter som ikke har førerkort og/eller tilgang til bil.
3. Den resterende trafikken består av reiser hvor avgiftspolitikken har en effekt i den forstand at reisetidspunkt med bil innenfor rushtidene kan påvirkes i tillegg til reisemåte (bil eller kollektivtrafikk). Siden biltrafikk over bompengeringen hovedsakelig dreier seg om lengre reiser, gir vi ikke noen resultater for gange og sykkel, som også er med som reisemåter i modellen.
4. Modellen opererer med fire ”trafikksituasjoner”:
 - Morgenrush (3 timer)
 - Ettermiddagsrush (3 timer)
 - En typisk time mellom rushtidene
 - En typisk lavtrafikktime (kvelder og helger).

Det skjer ingen overføring av reiser mellom de fire ”trafikksituasjonene”, bare mellom perioder i de respektive rushtidene. Resultater på årsbasis finnes ved å multiplisere de enkelte ”situasjonene” med antall timer de representerer på årsbasis. Det er forutsatt at trafikantene ikke endrer reisemål. Dette er også en tilnærming. På lengre sikt må man regne med at tidsdifferensierte bompengesatser også vil påvirke de kombinasjoner av bosted og arbeidssted som folk velger.

5. Trafikantenes valg av reisetidspunkt og reisemåte innenfor rushtidene avhenger av bomavgift, kollektivtakster, fremkommelighet i veisystemet (reisetid) og kollektivtilbudet. Utenom rushtidene påvirkes bare valg av reisemåte.

6. Det beregnes resultater både med og uten justering av kollektivtilbud når kollektivtrafikken øker. I førstnevnte tilfelle angis bare økning i trafikkinntekter. I det sistnevnte tilfellet tas det også hensyn til at kostnadene for kollektivbetjening øker og at eksisterende kollektivtrafikanter også får et bedre tilbud.

På grunnlag av de beregnede effektene på trafikken gjøres det overslag på endringer i drivstofforbruk, og resultatene benyttes også til en enkel kalkyle av samfunnsøkonomiske konsekvenser. Resultatene må tolkes som effekter på relativt kort sikt hvor det ikke skjer noen tilpasninger med hensyn til folks valg av bosted og/eller arbeidssted. Dette er også en rimelig forutsetning hvis ordningen med differensierte takster er midlertidig, det vil si inntil bompengeringen eventuelt avvikles som forutsatt.

Detaljene i modellen som er benyttet er nærmere beskrevet i Vedlegg 1. Der redegjøres det også nærmere for hvor godt modellen reproducerer dagens trafikkmønster. Resultatene i vedlegget skiller seg derimot fra resultatene som presenteres i rapporten ved at det er lagt inn gratis passering av bompengeringen i hele perioden 18-06 på virkedager (i motsetning til gratis passering i perioden 22-06 i rapporten).

3 Avgiftsalternativer

Som nevnt ser vi på fire avgiftsalternativer for bompengeringen. Ved utformingen av avgiftene må vi ta hensyn til at det bare er avgiftsinnkreving i én retning. Med avgiftsinnkreving i begge retninger ville det være naturlig med lavere avgifter pr passering enn det vi her opererer med. Av modelltekniske grunner må vi benytte faste takster for timesintervaller når vi beregner trafikale effekter av differensierte takster, men i praksis vil det være aktuelt med mer jevne overganger mellom takstnivåene. Vi kommer nærmere tilbake til spørsmålet om teknisk gjennomføring nedenfor.

De fire avgiftsalternativene er:

TD1: Her øker takstene fra dagens gjennomsnittstakst for lette biler på kr 8,70 pr passering til **kr 20** kl 06-07 og kl 15-16, **kr 40** mellom kl 07-08 og kl 16-17 og **kr 30** mellom kl 08-09 og kl 17-18. Mellom kl 09 og kl 15, og kl 18 og kl 22 på virkedager og i perioden 09-15 på lørdager beholdes dagens takster. For de øvrige perioder er det gratis passering.

TD2: Som TD1, men med mer moderate takster i rushtidene, hhv **kr 15, 35 og 25**.

TD3: Som TD1 og TD2, men med en flat takst på **kr 25** i rushtidene.

TD4: Som TD3, men gratis passering hele lørdag.

Takstene må tolkes som gjennomsnittstakster for lette biler hvor det er tatt hensyn til ulike rabattordninger. I basisalternativet (dagens situasjon) regner vi med en gjennomsnittspris pr passering på kr 8,70 for lette biler. For tunge biler er det forutsatt dobbel takst som i dag.

TD1 og TD2 innebærer altså en differensiering innenfor det vi definerer som rushperiodene. Fordelen med dette er at det bidrar til en spredning av trafikken innenfor rushtidene, men gevinstene ved dette er forholdsvis moderate dersom totalnivået på trafikken samtidig reduseres.

3.1 Trafikale konsekvenser

Tabell 3.1 viser resultatet av beregningene når det gjelder bilkm for hele veinettet i Oslo og Akershus for de fire avgiftsalternativene. Det er her også tatt hensyn til at det skjer en viss forbedring av kollektivtilbudet, og det er dette som gjør at det blir en liten reduksjon også på dagtid på virkedager hvor takstnivået ikke endres i forhold til dagens situasjon.

Som det fremgår, er effekten av differensierte takster forholdsvis moderat når vi ser på totaltrafikken på veinettet i Oslo og Akershus. Nedgangen i bilkm varierer mellom 3,2 % og 2,4 %, men de prosentvise utslagene er selvsagt vesentlig høyere i rushtidene.

Tabell 3.1: Trafikkarbeid på alle veilenker i Oslo/Akershus (mrd bilkm/år)

	Basis	TD 1	TD 2	TD 3	TD 4
Morgen	0.88	-10.2 %	-8.1 %	-7.7 %	-7.7 %
Ettermiddag	1.10	-8.4 %	-6.6 %	-6.6 %	-6.6 %
Dag	1.81	-0.6 %	-0.6 %	-0.6 %	-0.3 %
Lav	2.19	0.1 %	0.1 %	0.2 %	0.2 %
Sum	5.97	-3.2 %	-2.5 %	-2.5 %	-2.4 %

Tabell 3.2: Trafikkarbeid på veilenker innenfor bomringen (mrd bilkm/år)

	Basis	TD 1	TD 2	TD 3	TD 4
Morgen	0.20	-15.4 %	-12.3 %	-11.5 %	-11.5 %
Ettermiddag	0.26	-12.6 %	-9.8 %	-9.7 %	-9.7 %
Dag	0.42	-0.8 %	-0.8 %	-0.8 %	-0.4 %
Lav	0.58	0.4 %	0.5 %	0.6 %	0.6 %
Sum	1.45	-4.4 %	-3.5 %	-3.3 %	-3.2 %

Totaltrafikken i Oslo/Akershus omfatter en stor andel bilturer som ikke berøres av bompengeringen. Tabell 3.2 viser de tilsvarende effektene, men bare for veinettet innenfor bompengeringen. Her blir naturlig nok de prosentvise utslagene noe større, men heller ikke her er utslagene spesielt dramatiske når vi ser på totalt trafikkarbeid. En viktig grunn til dette er bortfall av avgift i lavtrafikkperioder som totalt på årsbasis representerer større trafikkarbeid enn rushtidene, som bare utgjør ca 1/3. Reduksjonen i bilkjøring skyldes i første rekke bortfall av bilturer som er lengre enn gjennomsnittet. Tabell 3.3 viser tilsvarende endring i antall bilturer, og vi ser at de tilsvarende endringer her er noe mindre.

Tabell 3.3: Endringer i antall bilførererturer i forhold til basis (mill bilførererturer/år)

	Basis	TD 1	TD 2	TD 3	TD 4
Morgen	47	-9.3 %	-7.3 %	-6.8 %	-6.8 %
Ettermiddag	64	-7.1 %	-5.6 %	-5.5 %	-5.5 %
Dag	88	-0.7 %	-0.6 %	-0.6 %	-0.4 %
Lav	153	0.0 %	0.1 %	0.2 %	0.2 %
Sum	352	-2.7 %	-2.1 %	-2.0 %	-1.9 %

Beregnete utslag for antall kollektivreiser er vist i Tabell 3.4. Også her er naturlig nok de beregnede endringene størst i rushtidene. Økningen i kollektivreiser på dagtid skyldes at kollektivtilbudet her bli noe bedre, mens reduksjonen i "lavtrafikk" skyldes en kombinasjon av avgiftsbortfall og et litt bedre kollektivtilbud.

Vi har også beregnet endringer i drivstofforbruk på veinettet totalt og for veinettet innenfor bompengeringen. Sammenholder vi endring i drivstofforbruk med endring i bilkm, ser det ut som at ca 2/3 av reduksjon i drivstofforbruk skyldes mindre trafikk, mens ca 1/3 skyldes at fremkommeligheten blir bedre og at derfor drivstofforbruket pr km er lavere for den gjenværende trafikken. Avhengig av alternativ kan det være tale om at gjenværende trafikk sparer av størrelsesorden

60-85 mill kroner i drivstoffutgifter pr år når fremkommeligheten blir bedre som følge av mindre trafikk i rushtidene.

Tabell 3.4: Endringer i antall kollektivreiser i forhold til basis (mill pers.turer/år)

	Basis	TD 1	TD 2	TD 3	TD 4
Morgen	33	13.2 %	10.4 %	9.7 %	9.7 %
Ettermiddag	33	13.7 %	10.7 %	10.5 %	10.5 %
Dag	17	3.4 %	3.3 %	3.0 %	2.0 %
Lav	47	-0.1 %	-0.2 %	-0.6 %	-0.6 %
Sum	130	7.2 %	5.7 %	5.3 %	5.2 %

Den viktigste grunnen til at tidsdifferensierte bompengesatser er samfunnsøkonomisk fordelaktig, er at den biltrafikken som er igjen i veisystemet kommer raskere frem, det vil si at gjennomsnittshastigheten i systemet øker.

Tabell 3.5 gir et eksempel på tidsbesparelser som er beregnet for biler som passerer bompengeringen.

Tabell 3.5: Gjennomsnittlige reisetider (minutter) for bilreiser over bomringen kl 07-08, og endringer i forhold til dagens situasjon

	Basis	TD 1	TD 2	TD 3
Alle reiser	25,1	21,6 -13,9 %	21,9 -12,5 %	23,3 -7,0 %
Fra vest	30,2	25,9 -14,3 %	26,3 -13,0 %	28,0 -7,5 %
Fra nord/øst	37,1	31,6 -15,0 %	32,1 -13,7 %	34,1 -8,1 %
Fra sør	42,3	34,8 -17,7 %	35,8 -15,5 %	39,0 -7,9 %
Sentrum	15,1	14,1 -6,8 %	14,1 -6,6 %	14,6 -3,5 %

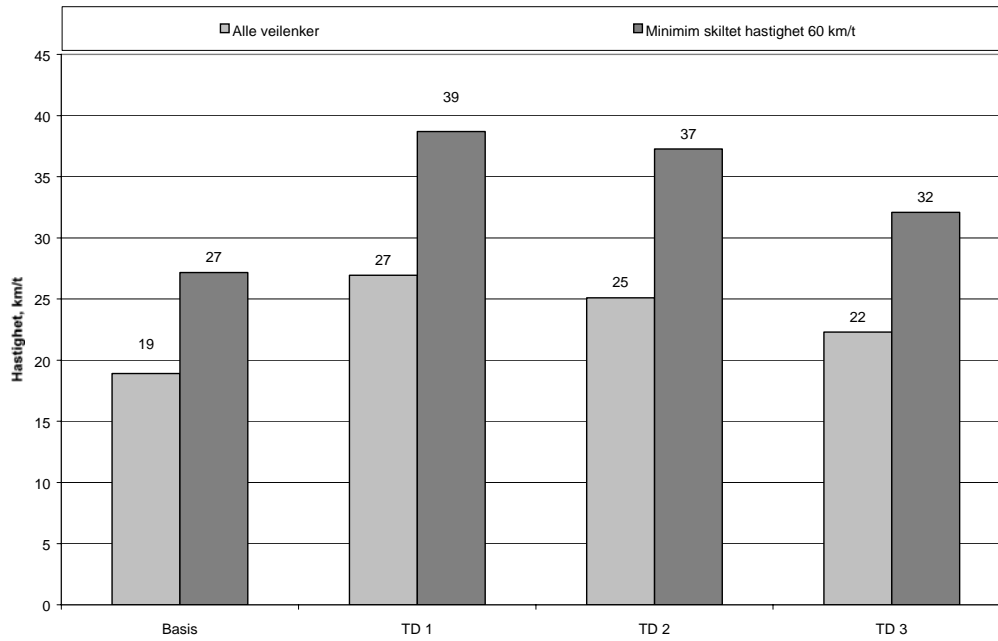
"Fra vest" osv viser til alle bilreiser som krysser bomringen fra denne retningen. "Sentrum" viser til reiser innenfor bomringen, dvs med både start og mål innenfor bompengeringen. "Alle reiser" inkluderer også reiser som ikke krysser bomringen.

Tabell 3.6 viser det samme, men bare for bilreiser som skal til sentrum.

Tabell 3.6: Gjennomsnittlige reisetider (minutter) for bilreiser over bomringen til sentrum kl 07-08, og endringer i forhold til dagens situasjon

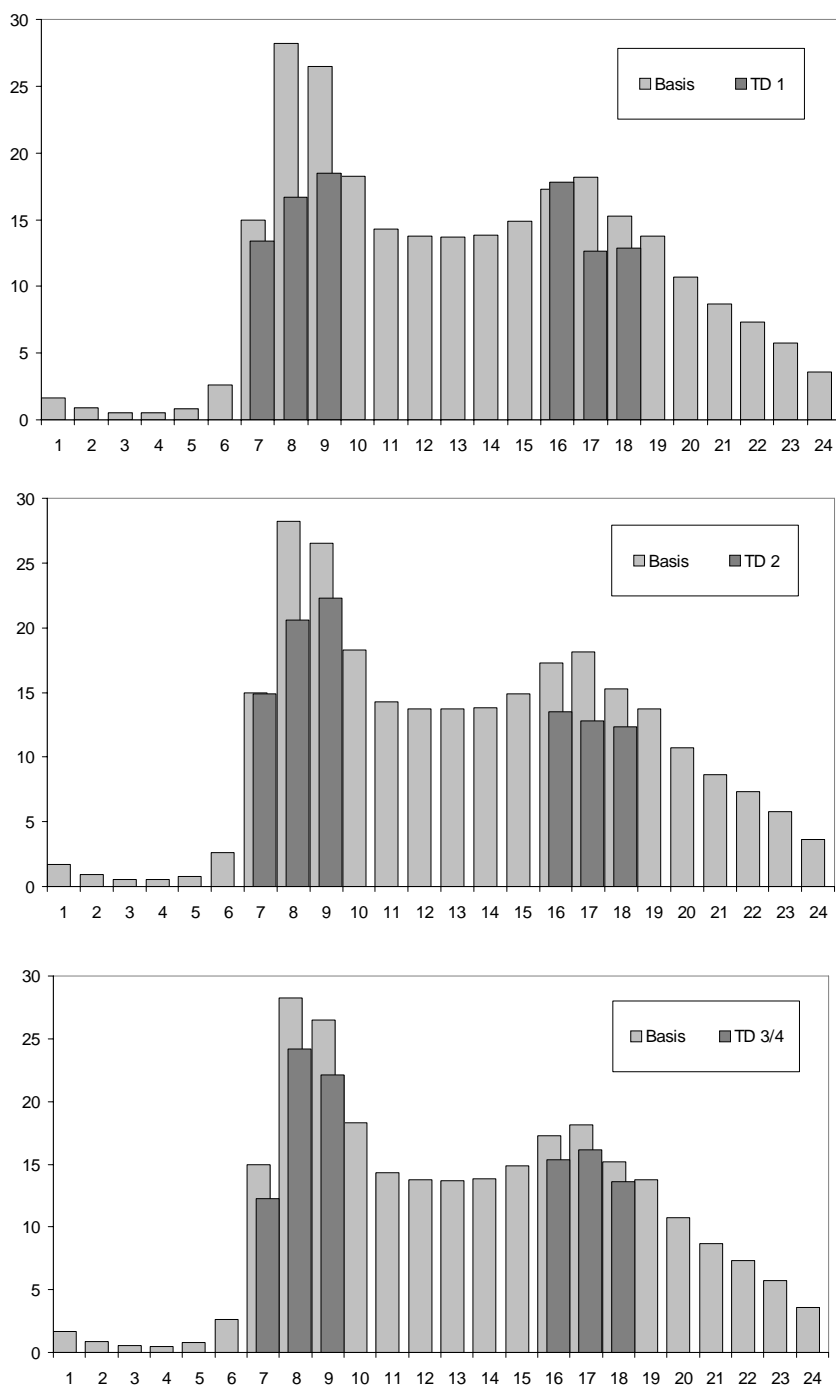
	Basis	TD 1	TD 2	TD 3
Fra vest	27,5	23,9 -13,1 %	24,2 -11,9 %	25,4 -7,4 %
Fra nord/øst	33,8	29,5 -12,9 %	29,9 -11,8 %	31,3 -7,5 %
Fra sør	39,3	32,7 -16,8 %	33,6 -14,5 %	36,4 -7,5 %

Reduserte kjøretider har sitt motstykke i økte hastigheter. Figur 3.1 viser at gjennomsnittshastigheten på utsatte veilenker i modellen går opp med henholdsvis 43, 33 og 18 % for alternativene TD1-TD3. En veilenke med kapasitetsproblemer i basissituasjonen defineres her ved at faktisk hastighet dividert med skiltet hastighet på lenken er mindre enn eller lik 0,5.



Figur 3.1: Gjennomsnittshastighet pr bil på veilenker med kapasitetsproblemer i morgenrushet kl 07-08

Figur 3.2 viser den beregnede virkning på fordelingen av passeringer innover bompengeringen i rushtidene for de ulike avgiftsalternativene.



Figur 3.2: Endringer i totalt antall passeringer (1000) over bomringen i rushtidene som følge av henholdsvis TD 1, TD 2 og TD 3/4.

4 Samfunnsøkonomiske konsekvenser

Når det i det hele tatt har noen hensikt å vurdere tidsdifferensierte takster for bompengeringen er det fordi man har en formening om at dette skal gi en samfunnsøkonomisk gevinst knyttet til bedre miljø og fremkommelighet. Ideelt sett burde en kalkyle her ta hensyn til alle effekter, inkl virkninger på miljø, helse og trafikkulykker. Som en motpost til endring i miljø- og ulykkeskostnader skal man da ha med reduksjonen i statens inntekter fra drivstoffavgifter. Tidligere beregninger har vist at disse to poster langt på vei balanserer hverandre ut i en samfunnsøkonomisk kalkyle. Gitt at beregning av endring i miljø- og ulykkeskostnader er beheftet med relativt stor usikkerhet, har vi derfor ikke gjort noe forsøk på å beregne disse, men et grovt anslag kan være avgiftskomponenten i trafikantenes sparte drivstoffutgifter.

Tabell 4.1 gir imidlertid anslag på en del viktige komponenter i et samfunnsøkonomisk regnskap for tidsdifferensierte takster.

Tabell 4.1: Hovedresultater med tidsdifferensierte bompengesatser

Endringer ift basis (mill kr/år)	Basis	¹ TD 1	² TD 2	³ TD 3	⁴ TD 4
A. Bominntekter bil	753	301	209	212	168
B. Billettinntekter koll	1911	153	121	114	111
C. Trafikantnytte	-3841	-39	24	13	49
D. Tidskostn uelast bil	-1922	42	35	31	30
E. Tidskostn uelast koll	-1336	32	31	30	30
F. Bomkost uelast bil	-135	-139	-96	-92	-82
G. Driftskostn koll	-1844	-164	-151	-135	-135
H. Kapitalkostn koll	-649	-24	-20	-18	-18
Sum	-7063	162	154	156	154

¹ Scenariet innebærer en økning til hhv 20, 40 og 30 kr for timene i en rushtidsperiode, uendret for dagtrafikk (inkl lørdager) og i perioden 18-22 på virkedager, gratis passering for øvrige lavtrafikkperioder.

² Som for TD 1, men en mer moderat økning til hhv 15, 35 og 25 kr.

³ Scenariet innebærer en flat økning til 25 kr for timene i begge rushtidsperioder.

⁴ Som for TD 3, men gratis passering også i dagtrafikkperioden på lørdager.

De to første poster i tabellen (A og B) er rene finansielle størrelser (økning i inntekter fra bompengeringen og i kollektivtrafikkens billettinntekter).

Trafikantnytte (post C) er en beregnet størrelse som ikke viser igjen i noe finansielt regnskap. Denne post er beregnet for de trafikanter som er forutsatt å være "fleksible" både mht reisetidspunkt i rushtiden og mht reisemåte. Den absolutte størrelse på denne post i "Basis" er det ikke grunn til å legge noen vekt på. Det er endringene i denne post som fremkommer i TD1-TD4 som har betydning.

For *rushtidsreiser* isolert sett vil endring i trafikantnyttene være negativ.

Biltrafikanter må her betale høyere bomavgifter og selv om det blir bedre trafikkavvikling og også bedre kollektivtilbud, så er ikke dette nok til å kompensere for de økte bomavgifter. For reiser som blir gratis (kveld og helger)

får man imidlertid en økning i trafikantnyttene fordi avgiften her forsvinner. Totalt sett medfører kombinasjonen av avgiftsøkning/-bortfall, bedre fremkommelighet og bedre kollektivtilbud at total endring i trafikantnytte - for alle alternativer unntatt TD1 - blir positiv. Denne post blir imidlertid mindre jo høyere avgiftsinntektene er.

Trafikanter som er "bundet" til henholdsvis bil (D) og kollektivtrafikk (E) får for begge grupper vedkommende et bedre transporttilbud, dels ved bedre fremkommelighet i veinettet og dels ved bedre kollektivtilbud. For biltrafikkens vedkommende oppveier ikke dette merutgiften til bompenger (F), med det vil blant disse biltrafikanter også kunne finnes en gruppe som vurderer verdien av bedre fremkommelighet høyere enn avgiftsøkningen. Dette vil spesielt gjelde yrkestrafikk.

Kollektivsystemet får økte kostnader (G og H) på grunn av større tilbud og dette dekkes ikke av økningen i trafikkinntekter (B). Det oppstår derfor et økt tilskuddsbehov som er av størrelsesorden 40-50 mill kroner ifølge våre beregninger. Summen av de poster som inngår i oppstillingen er imidlertid over 150 mill kroner pr år for alle avgiftsalternativer.

Følgende relevante poster er ikke med i Tabell 4.1:

- Besparelser i driften av bompengeringen, forutsatt at stasjonene ikke skal bemannes i de perioder hvor passering er gratis. Det blir også mindre kontrollarbeid, siden periodene med betaling omfatter mindre trafikk.
- Kostnader ved å tilrettelegge for en overgang til tidsdifferensierte takster (omprogrammering, administrativt arbeid, informasjon med mer). Dette er tale om en investering som kan avskrives over flere år.
- Verdien av trafikantenes drivstoffbesparelser som ovenfor er anslått til 60-85 mill kroner på årsbasis.

AS Fjellinjen opplyser at kostnadene ved døgnkontinuerlig drift av bomstasjonene var ca 43 mill kroner i 1999 av en total kostnad på ca 81 mill kroner for bompengeringen. Med "åpningstid" 06-22 på virkedager vil bemanningskostnadene bli ca 27 mill kroner. Reduksjonen på 16 mill kroner vil imidlertid ikke være en nettobesparelse, siden vekterne på bomstasjonene utfører administrative oppgaver tilsvarende ca 5 årsverk i lavtrafikkperioder.

AS Fjellinjen er også betenkt når det gjelder å la bomstasjoner stå ubemannet på kvelds- og nattestid på grunn av faren for tagging, hærverk og lignende. Som et minimum kan dette kreve av stasjonene blir video-overvåket når de ikke er i drift. På forhånd er det imidlertid usikkert hvor store problemer som vil være forbundet med å ha ubemannede bomstasjoner i perioder, eventuelt med video-overvåkning. Det er mulig at man her må tilpasse graden av overvåkning/vakthold etter den erfaringen man etter hvert får, og i verste fall blir det ingen besparelser i forbindelse med redusert bemanning på bomstasjonene. I så fall burde det kanskje være mulig å overføre mer administrativt arbeid til vaktene som ellers ikke vil ha andre oppgaver enn vakthold.

Til sammen vil likevel de poster som *ikke* er spesifisert i Tabell 4.1 trolig medføre et positivt bidrag av størrelsesorden 50-100 mill kroner i tillegg til den summen som er angitt i Tabell 4.1, hvilket skulle tyde på at det er en total samfunnsøkonomisk gevinst på over 200 mill kroner pr år ved å tidsdifferensiere takstene på bompengeringen. Dette er et konservativt anslag og tilsvarer omtrent avkastningen på et samfunnsøkonomisk lønnsomt veiprojekt til 2000 mill kroner.

Når det gjelder forskjellen på alternativene, er ikke den så stor. TD1 kommer best ut, og dette tyder på at avgiftene her ligger nærmest det ”korrekte”, men forskjellene er for øvrig så vidt små at det neppe er grunn til å legge avgjørende vekt på dette når man også tar hensyn til den usikkerhet som ligger i beregningene. Det er nesten ikke forskjell på TD2 og TD3, noe som reflekterer at det viktigste er å redusere totalnivået på trafikken i rushtiden og at det med redusert totalnivå er relativt lite å tjene på en jevnere fordeling innenfor rushtiden.

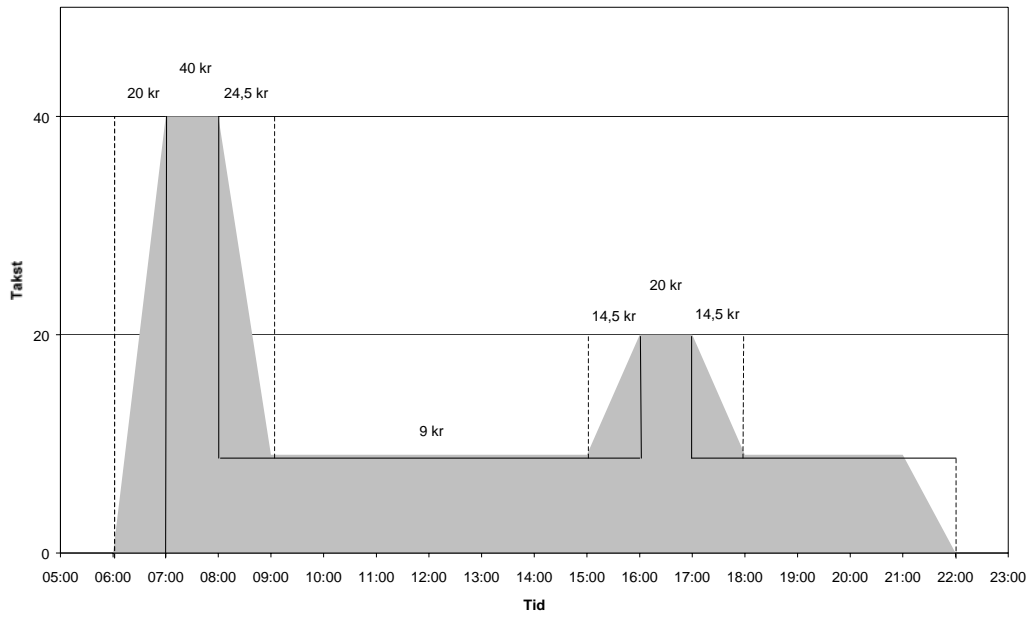
Beregningen i Tabell 4.1 tyder også på at det er fullt mulig å velge ulike mellomløsninger som vil gi resultater som ligger i nærheten av de alternativer som her er modellberegnet.

De politiske forutsetninger for bompengeringen skulle tilsi at man ikke tar sikte på nevneverdig økning i totalinntekten. Dette kan tale til fordel for at man ikke har avgift på lørdager mellom kl 09 og kl 15 (TD4). Avgiften her utgjør etter beregningene 44 mill kroner på årsbasis (forskjellen mellom TD3 og TD4). Helt avgiftsfri lørdag kan man også kombinere med TD1 og TD2, men selv med avgiftsfri lørdag vil TD1 medføre en vesentlig økning av trafikantbetalingen. TD2 med avgiftsfri lørdag og TD4 vil begge gi en viss inntektsøkning, i størrelsesorden 2-3 ganger det som er nødvendig for å dekke økte tilskudd til kollektivtrafikken.

Siden avgift bare innkreves i én retning og de trafikale problemene som er forbundet med inngående trafikk i ettermiddagsrushet er mindre enn for den inngående trafikken i morgenrushet, er det også mulig å ha samme takst fra kl 09 til kl 18 eller ha mindre takstøkning i forbindelse med ettermiddagsrushet enn for morgenrushet. Som et kompromiss mellom ulike hensyn kan vi tenke oss en avgiftsprofil omtrent som vist i Figur 4.1. Denne vil ha 5 overgangsperioder pr virkedøgn, hvor man i abonnementsfelt enten øker/reduserer avgiften i små steg eller trekker overgangstidspunktet fra ett avgiftsnivå til et annet tilfeldig.

En avgiftsprofil som på Figur 4.1, hvor man ikke har avgift på lørdager, vil redusere inntektene fra bompengeringen i forhold til TD1, som ifølge våre beregninger vil gi vel 300 mill kroner i økt avgiftsinntekt. Avgiftsreduksjonen vil skyldes bortfall av avgift på lørdager (ca 44 mill kroner) og redusert avgift i ettermiddagsrushet som kan anslås til 80-100 mill kroner i forhold til TD1.

Vi har imidlertid ikke finregnet på konsekvensene av det alternativet som er vist i Figur 4.1. Bortsett fra inntektene fra bompengeringen vil det imidlertid ligge nær opp til TD1.



Figur 4.1: Avgiftsprofil uten hopp

Når det gjelder det økonomiske resultat for bompengeringen, må man også ta hensyn til de potensielle besparelsene ved en kortere driftstid. Det vil også bli færre passeringer å kontrollere, noe som kan gi en ytterligere besparelse i driftsutgifter.

5 Praktiske problemer ved tidsdifferensiering

5.1 Store og brå ”hopp” i avgiftssatsene må unngås

Samfunnsøkonomisk og miljømessig er tidsdifferensiering og kortere åpningstid for bompengeringen åpenbart en fordel. Av modelltekniske grunner er tidsdifferensiering i TD1-TD4 behandlet som om det skjer relativt store sprang i avgiften på visse tidspunkt, og vi får overflytting av trafikk mellom timesintervaller.

I praksis vil det imidlertid være svært uheldig med store avgiftssprang. Det vil lett føre til ”turbulens” i trafikkavviklingen ved at bilister øker farten for å kunne passere før avgiften øker eller reduserer farten for å kunne passere etter at avgiften er satt ned. Det kan også føre til at man får ”kunstige” trafikktopper før/etter store hopp i avgiftsnivået.

Ideelt sett burde man ha en tilnærmet kontinuerlig overgang mellom ulike avgiftsnivåer. Dette vil trolig også være mer effektivt når det gjelder å spre rushtidstidstoppene. Fra et teknisk synspunkt kan en ”kontinuerlig” overgang mellom ulike avgiftsnivåer oppnås på to måter:

- Man kan operere med bomavgift som faktisk endres hyppig og i små sprang ved overgang fra ett avgiftsnivå til et annet.
- Man kan la tidspunktet for overgang fra ett avgiftsnivå til et annet variere tilfeldig fra dag til dag innenfor et visst tidsintervall.

I dag skjer betaling i bompengeringen på fire måter:

- Manuell betaling i betjent bod
- Myntautomat
- ”Klippekort” (25, 175 eller 350 passeringer)
- Periodekort (månedskort, årskort)

Gjeldende takster er vist i Tabell 5.1.

Tabell 5.1: Takster pr 1.1.2000

	Biler t o m 3500 kg	Kjøretøy f o m 3501 kg
Enkeltbillett	Kr 12,-	Kr 24,-
Månedsabonnement	Kr 310,-	Kr 620,-
Halvårsabonnement	Kr 1 700,-	Kr 3 400,-
Årsabonnement	Kr 3 100,-	Kr 6 200,-
25 klipp	Kr 260,-	Kr 520,-
175 klipp	Kr 1 650,-	Kr 3 300,-
350 klipp	Kr 3 000,-	Kr 6 000,-
Depositum elektronisk brikke	Kr 150,-	Kr 150,-

Av disse betalingsformene er det bare klippekort som teknisk sett er uproblematisk når det gjelder jevn overgang mellom perioder med ulik avgiftssats. Her kan man lett gå over fra ”klipp” til en belastning pr passering, som avhenger av passeringstidspunktet. Man kan for eksempel øke avgiften med kr 3 hvert 5. minutt, slik at avgiften for en passering for eksempel øker fra kr 3 ved passering kl 0600 til kr 39 ved passering kl 0700 på virkedager. Dette gir en gjennomsnittsavgift på ca kr 20 i timesintervallet kl 06 – 07, trafikantene vet at jo tidligere de passerer før kl 7, jo mindre blir avgiften.

Den samme effekten kan man imidlertid få hvis man for hver virkedag trekker et tilfeldig tall mellom 1 og 60 og lar dette bestemme når en avgift på kr 40 trer i kraft. For trafikanter som normalt passerer bomringen flere ganger pr måned mellom kl 06 og kl 07 på virkedager, vil den gjennomsnittlige avgiftsbelastningen bli tilnærmet den samme med de to ordningene. Om ønskelig kan man også ha kortere perioder. Man kan for eksempel trekke et tilfeldig tall mellom 1 og 30 som bestemmer et tidspunkt mellom kl 06 og kl 06.30, hvor man får en overgang mellom gratis passering og en avgiftssats på 20 kroner. Et annet tilfeldig trukket tall mellom 1 og 30 bestemmer hvor i intervallet kl 06.30 til kl 07 man får en overgang mellom en avgiftssats på kr 20 og kr 40. Dette medfører at man får ”trappetrinn” i overgangsperiodene, og de som passerer mellom kl 06 og kl 06.30 vil være garantert at de aldri betaler mer enn kr 20 for en passering.

Ulempen ved det siste alternativet er at bilistene i visse (overgangs-)perioder må forholde seg til en forventet avgift og ikke en fast og kjent avgift.

For abonnementsfelt er en tilnærmet ”kontinuerlig” variasjon av avgiften i overgangsperioder ideelt sett å foretrekke. Dette vil imidlertid by på tekniske problemer når det gjelder myntautomater og manuell betaling. De største praktiske problemene med innføring av tidsdifferensierte takster er i det hele tatt knyttet til overgangsperiodene for disse betalingsformene. Skal man her unngå ”turbulensproblemer”, vil man ha valget mellom tre alternativer:

1. Ha en høy og fast avgiftssats som motsvarer den høyeste avgift som betales i abonnementsfelt.
2. Innføre så mange ”hopp” som teknisk og praktisk mulig i overgangsperiodene og akseptere at dette ikke nødvendigvis blir spesielt brukervennlig.
3. Trekke tilfeldig tidspunktet for overgang mellom ulike takstnivåer.

Det siste vil altså bety at trafikanter uten abonnement må forholde seg til at de i visse perioder må betale *enten* x kroner *eller* y kroner når de passerer og tilpasse sin beholdning av betalingsmidler etter dette.

Hvis vi igjen tar perioden mellom kl 06 og kl 07 som et eksempel, vil passeringen enten være gratis eller koste 40 kroner. Jo nærmere passeringen ligger kl 07, jo større er sannsynligheten for at passeringen vil koste 40 kroner.

Velger man en fast høy avgift, vil det likevel måtte bli store avgiftshopp ved overgangen mellom avgiftsbelagt og avgiftsfri periode, men om morgenen vil dette komme på et tidspunkt hvor det er relativt lite trafikk. Det er imidlertid uheldig om man skal ha en relativt høy avgift hele dagen for passerende uten abonnement, og det vil være en stor fordel om feltene med kontant betaling hadde tilnærmet samme avgiftsprofil over dagen som de øvrige felt.

Det ville sikkert bli fremført både prinsipielle og juridiske argumenter mot at overgangstidspunktet mellom ulike avgiftsnivåer blir trukket tilfeldig. Selv om dette representerer en enkel løsning på problemet med store hopp i takstnivå og for den enkelte på sikt vil gi tilnærmet samme avgiftsbelastning som en mer kontinuerlig variasjon i avgiften, er det derfor grunn til operere med faste og mindre avgiftshopp så langt dette er teknisk mulig.

Pr i dag er det i dataprogrammene mulig å skifte 15 ganger mellom avgiftsnivåer når det gjelder myntautomater og manuell betaling, men dette antall kan endres ved omprogrammering. Teknisk sett skulle det derfor ikke være problemer med relativt hyppig endring av satsene (for eksempel hvert 10 minutt i overgangsperiodene). For trafikanter som må ha betaling klar ved passering av myntautomater kan imidlertid dette være mer brytsomt enn å vite at de, for eksempel mellom kl 06 og kl 06.30, må betale enten 0 kroner eller 20 kroner og derfor må ha 20 kroner klar for myntautomat.

Det er i det hele tatt vanskelig å finne en ideell løsning for overgangsperiodene når det gjelder kjørefelt med myntautomater eller manuell betaling.

5.2 Klager og administrativt arbeid

AS Fjellinjen bruker i dag relativt mye ressurser på klagebehandling i forbindelse med antall passeringer, forespørsler om saldo og endring av abonnements typer. Datatilsynet har også lagt strenge restriksjoner på hvor lenge man kan lagre identifiserbare opplysninger om enkeltpasseringer, og dette vanskeliggjør klagebehandlingen.

Ved en overgang til tidsdifferensierte satser må man regne med at de to førstnevnte typer oppgaver kan øke i omfang i forhold til det man har med dagens betalingsordninger. Dette skyldes selvsagt at det eksakte tidspunkt for passering får betydning for størrelsen på bomavgiften.

Et minimumskrav i forbindelse med en overgang til differensierte takster er at man på bomstasjonene har ur som til enhver tid viser korrekt tid, og man bør ha skilt som til enhver tid viser den avgiftssats som betales. I abonnementsfelt vil det være en fordel med et skilt som "blinker" den avgift som er betalt.

Man står nå foran innføring av nytt system hvor alle brikker skal byttes ut, og det vil i den forbindelse finnes visse muligheter for å lagre informasjon i brikkene, for eksempel om saldo på verdikort og/eller de siste passeringer. Samtidig kan man altså gå over til ”verdikort” i stedet for ”klippekort” og ”periodeabonnement”.

Overgang fra ett system til et annet bør kunne skje ved at biler med klippekort får godskrevet sine gjenværende ”klipp” som verdi og at periodeabonnementer får godskrevet en forholdsmessig andel av abonnementet som en verdi.

Med et nytt brikkesystem som også har egen strømkilde, burde det egentlig være mulig å ha koblet til et display som viser avgiftssats ved siste passering og eventuell saldo på ”verdikortet”. Om man ikke har denne muligheten, burde det være mulig å få sjekket saldo og de siste passeringer også hos forhandlere av brikker, eventuelt mot et lite gebyr.

Det har liten hensikt å fastlegge alle detaljer i et betalingssystem før et vedtak om innføring av tidsdifferensierte satser foreligger. Etter et eventuelt vedtak som fastlegger hovedprinsipper i form av takstnivå/-struktur bør det være opp til AS Fjellinjen å vurdere de tekniske og administrative løsninger som selskapet selv finner mest tjenlige, hensyn tatt både til selskapets kostnader og eventuelle ulemper for trafikantene.

5.3 Rabattordninger

I dag gis det rabatter i forhold til enkeltbillett-/myntautomatpris for klippekort og periodeabonnement. Rabatten varierer fra 13,3 % for kort med 25 ”klipp” til 28,6 % for kort med 350 klipp. For periodekort som blir brukt som planlagt bør rabatten strengt tatt være høyere enn for 350 klipp, ellers ville det jo lønne seg med 350 klipp. Det vil imidlertid til enhver tid være noen som ikke velger den billigste betalingsformen.

Begrunnelsen for rabattene er dels å stimulere til bruk av abonnement og dels de administrative kostnader forbundet med ulike abonnementstyper. Periodeabonnement innebærer i dag også at det settes et tak på den enkeltes utgifter i forbindelse med passering av bomringen. Dette kan av ulike grunner være ønskelig, spesielt med den plassering en del av bomstasjonene har og som medfører at noen bor slik til at de må passere bomringen nesten hver gang de skal benytte bil.

Med avgiftsfrie kvelder og helger vil det ikke være de samme sterke argumentene for å sette et tak på avgiftsbelastningen. Periodene med høye avgifter vil primært ramme arbeidsreiser, og det vil være svært få privatpersoner som får to passeringer innenfor en periode med høy avgift. For å unngå ekstremt høy avgiftsbelastning kan man som i Trondheim innføre en ordning hvor man maksimalt betaler for én passering i løpet av en time. Administrativt er imidlertid dette en relativt uheldig ordning som vil kreve mye ekstra databehandling. Et alternativ er å sette en øvre grense for hvor mye et abonnement skal kunne belastes med i løpet av en måned eller 4-ukers periode.

Hvor dette tak i så fall settes vil måtte avhenge av de avgiftssatser man velger. Med en avgiftsprofil som vist i Figur 4.1 kunne man for eksempel ta utgangspunkt i en bilist som har en regulær arbeidsreise 20 virkedager pr måned og foretar en gjennomkjøring til maksimal takst morgen og ettermiddag. Dette ville gi en

avgiftsbelastning på $(40 \text{ kr} + 20 \text{ kr}) * 20$, eller 1200 kroner for en måned som en hensiktsmessig maksimumsgrense for lette biler.

En nærmere vurdering av valøren på verdikort og tilhørende rabatter bør kunne vurderes og fastlegges av AS Fjellinjen når hovedprinsippene er fastlagt.

Vedlegg

Arbeidsdokument av 22.09.99
O-2497 TIDIBOM
Cand scient Tom N Hamre

PT/1357/1999

Effekter av tidsdifferensierte bompengesatser i Oslo

Emma-basert modellering for ulike trafikksituasjoner

Innhold

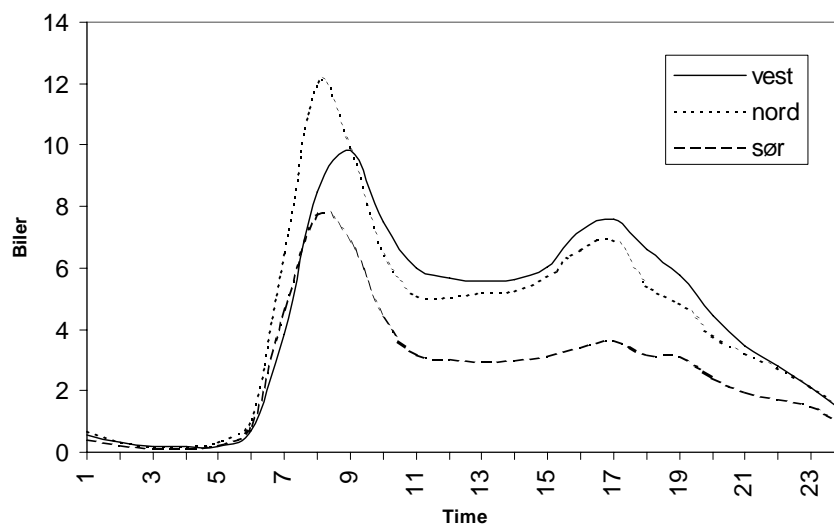
Innledning	3
Hovedresultater	4
Overgang til et nytt betalingssystem - sett i lys av målsetninger, rammebetingelser og tekniske aspekter.	4
Modellen.....	8
Logit-modell.....	9
Likevektsalgoritme for rushtidsperiodene	11
Behandling av linjebeskrivelser for kollektivtilbudet.....	11
Dagens situasjon.....	13
Kalibrering	13
Trafikkinntekter	14
Trafikantnytte.....	15
Kostnadstall for kollektivtrafikken	15
Tidsdifferensiering	16
Tidsdifferensiering med oppdatering av kollektivtilbudet	18
Endringer i trafikkbildet	22
Avsluttende kommentarer.....	25
Sammenlikninger	25
Usikkerhetsmomenter	26
Litteratur	28
Vedlegg A. Figurer	29
Vedlegg B. En oversikt over filer	32
Vedlegg C. Sentrale makroer.....	33
simequil.txt (simuleringer og hjelpemakroer).....	33
runequil.txt (kjøring for gitt trafikksituasjon).....	34
equilibr.txt (likevekt for tretimers rush).....	39
onehour.txt (enkelttime).....	43

Innledning

I tillegg til å være et resultat av infrastruktur og lokalisering av boliger og arbeidsplasser, er trafikkbildet i Oslo og Akershus også en konsekvens av folks vektlegging av variable som reisetid og -kostnader. For de trafikantene som har mulighet for å velge reisemiddel vil dette påvirke fordelingen på hovedreisemidlene bil, kollektivt og gang/sykkel. Endring av bompengesatser vil i større eller mindre grad påvirke genereringen av bilturer.

Vi vil her benytte logit-modeller sammen med et vei- og kollektivnettverk for Oslo og Akershus for å modellere etterspørselsendringer innenfor fire ulike trafikksituasjoner. Endret etterspørsel etter kollektivreiser må videre imøtekommes med nødvendige endringer i kollektivtilbudet. Effekter av endret trafikkbilde og reisemiddelfordeling, sammen med kostnader og inntekter knyttet

Figur 1. Trafikkvolum (1000 biler) over bomringen (gjennomsnitt for ukedager i uke 15, 1999).



til variablene som endres, vil kunne gi det totale samfunnsøkonomiske resultatet av en gitt endring. Dette arbeidsdokumentet presenterer slike tall for noen hovedscenarier. Figur 1 illustrerer hvor det i utgangspunktet er størst potensiale for besparelser som følge av bedret trafikkflyt (forutsatt at det finnes reelle køproblemer i veinettet).

Det er verdt å merke seg at dette vil være analyser på kort sikt, siden vi regner med konstant totaletterspørsel mellom sonene i modellområdet innenfor de fire trafikksituasjonene. På lang sikt vil store endringer i bompengesatser og kollektivtilbud også påvirke valg av bosted eller arbeidsplass.

Hovedresultater

Tabell 1 viser resultater for simuleringer med forskjellige typer takstdifferensiering for bomringen, i alle tilfeller er kollektivtilbudet (grovt) tilpasset økt etterspørsel etter kollektivreiser. En nærmere beskrivelse av de forskjellige "postene" følger i de neste kapitlene.

Tabell 1. Hovedresultater med tidsdifferensierte bompengesatser.

Endringer ift basis (mill kr/år)	Basis	¹ TD 1	² TD 2	³ TD 3	⁴ TD 4
Bominntekter bil	753	209	117	120	76
Billettinntekter koll	1911	139	107	101	98
Trafikantnytte	-3841	60	124	113	149
Tidskostn uelast bil	-1922	42	35	31	30
Tidskostn uelast koll	-1336	32	31	30	30
Bomkost uelast bil	-135	-121	-88	-84	-74
Driftskostn koll	-1844	-164	-151	-135	-136
Kapitalkostn koll	-649	-24	-20	-18	-18
Sum	-7064	174	155	158	155

¹ Scenariet innebærer en økning til hhv 20, 40 og 30 kr for timene i en rushtidsperiode, uendret for dagtrafikk og gratis passering for lavtrafikkperioder.

² Som for TD 1, men en mer moderat økning til hhv 15, 35 og 25 kr.

³ Scenariet innebærer en flat økning til 25 kr for timene i begge rushtidsperioder.

⁴ Som for TD 3, men gratis passering også i dagtrafikkperioden på lørdager.

Simuleringene er gjennomført med en gjennomsnittssats for passering over bomringen. Scenariene som viser beregnede effekter av endrede satser bygger videre på en antakelse om at dagens betalingssystem endres i en slik retning at det i praksis er mulig å differensiere takstene effektivt, det vil si: det må gjøres noe med ordningen med periodeabonnement.

Overgang til et nytt betalingssystem - sett i lys av målsetninger, rammebetingelser og tekniske aspekter.

Et nytt betalingssystem er en nødvendighet dersom målsetninger for innføring av tidsdifferensierte satser skal tilfredsstilles. Det er for det første ordningene med periodeabonnement som er problematisk dersom vi skal kunne snakke om en effektiv og reell tidsdifferensiering. Alternative betalingssystemer kan vurderes opp mot hverandre både i lys av målsetninger, rammebetingelser og tekniske aspekter. Dette temaet behandles i notat fra Statens vegvesen (Bondlid, 1993).

Hovedmålet med tidsdifferensierte satser er å fordele trafikken jevnere over døgnet, dette vil følgelig resultere i bedre trafikkflyt. Samtidig kan det være et mål i seg selv å la de trafikantene som benytter veiene i rushtiden betale mest fordi det er disse som forårsaker behovet for utbygging av veinettet. De samme trafikantene er også med på å skape de største miljøproblemene. I Norsk veg- og vegtrafikkplan for 1990-93, s 93, er dette beskrevet: "Det er et prinsipp at

transportbrukeren i størst mulig grad skal betale for de kostnader bilbruken medfører. Tidsdifferensiering av bompengesatser samvarer godt med dette prinsipp når kapasiteten i rushtiden er en flaskehals." På den annen side er en stor andel av trafikken i rushtidene næringstrafikk, og det har vært sterke politiske signaler (spesielt i Oslo) om at næringslivet skal skjermes for store bompengekostnader.

Spørsmålet om lovhjemmel for tidsdifferensiering er behandlet i nevnte notat med henvisninger til St mld nr 32 og 46 (1990-91), og det konkluderes med at tidsdifferensiering av satsene i Oslo skal være i orden dersom det treffes vedtak om dette i Oslo Bystyre og i Fylkestinget i Akershus. Dessuten må ikke hovedformålet med innkreving av bompenger endres, noe som også synes tilfredsstillende siden tidsdifferensiering bare er en konsekvens av et mer rettferdig betalingssystem. Lokalpolitisk og administrativt har det vært framlagt andre mulige rammebetingelser. Dette gjelder for det første at inntektene fra bomringen bør forbli uendret og at det kan settes et tak for månedlige utgifter (av hensyn til næringsdrivende og geografisk sett utsatte enkeltbrukere). For det andre må systemet kunne gjennomføres godt rent teknisk, og det må være "enkelt" både i forhold til publikum og administrativt, det vil si at det heller ikke skal koste for mye å administrere (eller innføre). For det tredje må systemet ikke medføre for store trafikale problemer.

Videre følger en gjennomgang av mulige systemer sett i lys av målsetninger og rammebetingelser som skissert overfor (momentene er i stor grad også hentet fra det nevnte notatet).

Dagens system

Det finnes i dag 7 forskjellige abonnementstyper (3 typer klippekort og 3 typer periodeabonnement, samt ordning med gratis betaling). I tillegg har vi kontant betaling i luke og kontant betaling i myntautomat. En ulempe nå er at det er for mange abonnementsordninger, noe som fører til mange endringer av abonnementstype hvert år. Noen av ordningene er spesielt dyre å administrere.

A. Tidsdifferensierte satser uten vesentlige endringer av dagens system

Det vil ikke by på spesielle tekniske problemer å differensiere taksten for manuell betaling og myntautomat, men informasjon til publikum kan være et problem. Det kan føre til dårlig trafikkavvikling når en del av trafikantene ikke er klar over hva de skal betale. I tillegg kan det oppstå problemer i forbindelse med at noen trafikanter øker farten eller foretar farlige forbikjøringer for å nå fram til en stasjon før taksten økes for mye (et motsvarende problem kan oppstå i perioder der taksten senkes - ved at trafikanter "venter" med å passere).

For abonnementsfeltene er det heller ingen store tekniske problemer med å differensiere takstene (bortsett fra noe programmeringsarbeid og økt behov for informasjon). Behov for å gi forklaring på bruk av klipp kan bety problemer med tillatelse fra Datatilsynet. Dessuten er det grunn til å tro at antall henvendelser og klager vil øke betydelig. Trafikale problemer knyttet til trafikantenes ønske om å spare penger vil gjelde i like stor grad.

På grunn av den store andelen periodeabonnement vil det ikke kunne gjennomføres en effektiv og rettferdig tidsdifferensiering under dagens system (en mulighet kunne vært tilleggsabonnement for de som ønsker å kjøre i rushtiden, men dette ville bli føre til økt administrativt arbeid, dessuten ville det bli et betydelig behov for å reagere overfor trafikanter som kjører i rushtiden uten et slikt tilleggsabonnement).

B. Tidsdifferensiering med fjerning av periodekort

For å begrense problemene med tidsdifferensiering av takstene i kontantfeltene kan det være et alternativ å øke disse relativt sterkt, slik at trafikanter som benytter denne betalingsmåten ofte "får et ytterligere incitament til å tegne abonnement". Mer tilfeldig passerende trafikanter vil uansett ikke bli spesielt skadelidende, men prinsippet vil til en viss grad stride mot målsetningen om kostnadseffektiv prising. Samtidig er det viktig at en eventuell tidsdifferensiering på abonnement aldri ligger høyere en kontant betaling (dette kan være vanskelig å tilfredsstille dersom vi ser på en relativt sterk tidsdifferensiering). Alternativet tilfredsstiller for øvrig ikke ønsket om et tak på månedlige utgifter (skjerming av for eksempel næringstrafikk).

C. Innføring av klippekort med betingelser.

Ved fjerning av periodeabonnement kunne det innføres klippekort som eneste abonnementsordning, men med et "tak" på antall klipp som kan belastes pr mnd (C1). Dette kortet kunne videre fungere som dagens periodeabonnement når taket på antall klipp passeres. Problemet her er at et for lavt tak ville føre til at mange når dette raskt, og dermed blir upåvirket av tidsdifferensiering pr passering.

Som et svar på dette kunne vi også se for oss et kort med tak både på antall passeringer og antall klipp (C2). Et lavere tak på antall passeringer enn antall klipp ville føre til høyere månedskostnader for de som passerer mye i rushtiden, og en fordel for de utenom. Dette ville derimot føre til høyere kostnader for næringsdrivende, og er i tillegg et mer komplisert betalingssystem.

Konklusjoner

Nevnte notat konkluderer med at alle former for periodeabonnement må fjernes, og at det i forhold til rammebetingelsene bare er ordningen (C1) med tak på antall klipp pr måned som er akseptabel. Dessuten frarådes det å benytte variable takster for kontant betaling. En høy, flat takst i disse feltene ville øke abonnementsandelen ytterligere. Det kan videre være en fordel om dette systemet ble innført før selve tidsdifferensieringen, siden det innebærer en stor forandring i seg selv.

Fjellinjen har uttrykt betenkeligheter med ubemannede stasjoner i perioder med gratis passering (18-06 på hverdager, og helg eller deler av helg). Bemanningen har en vaktholdsfunksjon - hærverk på utstyr ville i verste fall kunne føre til at utstyr ikke fungerte når innkrevningen skulle starte om morgenen. Dessuten utnyttes lavtrafikkperiodene i dag til administrativt arbeid på de minst trafikkerte stasjonene. Bemanning 06-18 på hverdager ville uansett redusere bemanningskostnadene med ca 20 mill kr pr år.

Modellen

Vi deler trafikkbildet inn i fire hovedsituasjoner: morgenrush (06-09 på virkedager), ettermiddagsrush (15-18 på virkedager), dagtrafikk (timene mellom rushtidene, samt noe lørdagstrafikk) og lavtrafikk (kvelder og helger). Analysen av rushtidene er videre delt opp på de tre enkelttimene i hver periode.

Modellen som er etablert i EMME/2 består av følgende deler:

Nettverket for Oslo og Akershus. Dette består av 438 soner (nr 1-997), som kan generere eller attrahere reiser, 4877 noder og 15069 lenker (inkluderer både vei- og skinnegående trafikk). 33 av sonene er eksterntsoner (nr 1-903 inneholder interne og nr 911-997 eksterne), dvs at de skal representere regional el. nasjonal bakgrunnstrafikk gjennom området. 438 soner gir 191844 mulige reiserelasjoner. I EMME/2 er det videre definert såkalte volume delay-funksjoner på hver billenke, disse uttrykker reisetid som en funksjon av trafikkvolum, antall kjørefelt og skiltet hastighet, og bestemmer dermed fordelingen av biltrafikk i nettet.

Matriser for total etterspørsel etter reiser i hver trafikksituasjon. Disse er delt opp på trafikanter som har valgmuligheter, samt trafikanter bundet til å reise med bil og trafikanter bundet til kollektivtrafikk (i rushtidsperiodene er dette ca 15% av alle biler, og 20-25% av de kollektivreisende). Av bundet biltrafikk er det lagt til separate matriser for godstrafikk og eksternttrafikk (trafikk mellom eksterntsonene). Matrisene er konstruert med bakgrunn i tall for bosatte og arbeids-/skoleplasser i Oslo og Akershus (i kombinasjon med tidligere estimerte matriser). Totalmatrisene er ment og inneholde kombinasjonen av bilførerturer og personreiser kollektivt, vi tenker oss med andre ord at det er de som reiser alene med bil som først endrer reisemiddel til kollektivt.

Beskrivelser av kollektivtilbudet i modellområdet. Disse er gruppert etter grunntilbud, rushtidstilbud og peaktilbud. Til sammen er det kodet 249 kollektivlinjer som skal representere dagens situasjon. For hver type kjøretøy som benyttes i kollektivnettet er det satt konstanter for tids- og distanseavhengige kostnader, samt et overslag på kapitalkostnader i forbindelse med anskaffelse av én ny vogn (eller vognsett).

En fleksibel hovedmakro for EMME/2. Denne utfører modellkjøringer som defineres med et antall parametere i en kjøreliste. Det benyttes logit-modeller med matriser for reisetid, bompengesatser, kollektivtakster og parkeringskostnader. Her beregnes også de viktigste effektene av et scenario, som deretter kan sammenliknes med basis (dagens situasjon). For rushtidsperiodene benyttes et submakro som itererer seg fram til en likevekt mellom de tre timene.

Modellen er kalibrert inn i forhold til dagens situasjon ved hjelp av trafikk tall fra Fjellinjen AS, bygrensetellinger, samt det vi vet om hastigheter og reisetider i dagens reelle nettverk. Trafikkvolum på nettverk er illustrert for den sentrale delen av Oslo/Akershus i figur 2.

Resultatene for hver trafikktipe er summert opp på årsbasis ved å vekte periodene med et visst antall dager og timer i året. Tretimersperiodene i rushtiden er vektet med 230 dager hver, sekstimersperioden for dagtrafikk er vektet med 282 dager (inkluderer tillegg for lørdager), og sekstimersperioden med lavtrafikk er vektet tilsvarende 583 dager (dette gir $230 \cdot 6 t + 282 \cdot 6 t + 583 \cdot 6 t = 6570 t$, som er det samme som 365 døgn med 18 timer, vi regner altså ikke med timene fra 00-06).

Logit-modell

I hver enkelt trafikksituasjon uttrykker vi nytten (eller ulempen) ved å benytte et reisemiddel som en funksjon av reisetid og kostnader. Vi definerer følgende nyttefunksjoner, der t angir reise i et tidsrom t .

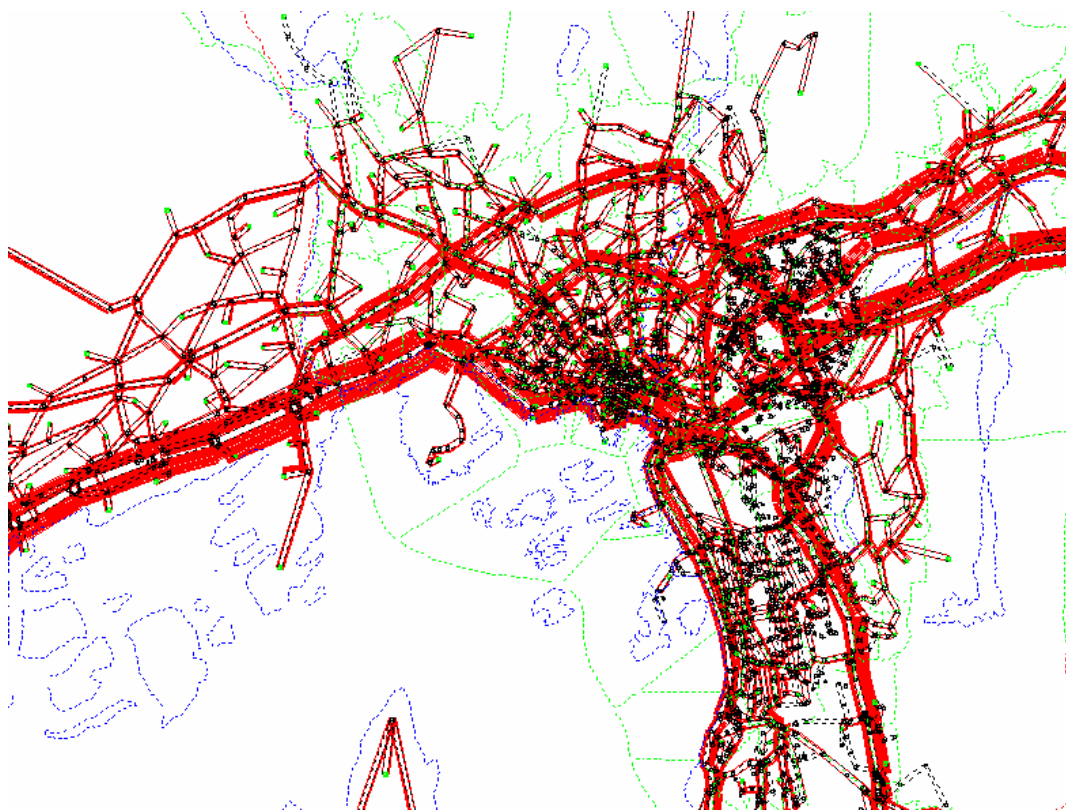
$$(1) \quad V_{bil}^t = \beta_{0,bil}^t + \beta_{1,bil}^t G_{bil}^t + \beta_{2,bil}^t B_{bil}^t + \beta_{3,bil}^t P_{bil}^t$$

$$(2) \quad V_{kol}^t = \beta_{0,kol}^t + \beta_{1,kol}^t G_{kol}^t + \beta_{2,kol}^t B_{koll}^t$$

$$(3) \quad V_{gs}^t = \beta_{0,gs}^t + \beta_{1,gs}^t G_{gs}^t$$

Her angir G generaliserte reisekostnad (omregnet til tid!), B er bompengesats for biltrafikk og billett-kostnad for kollektivtrafikanter, mens P angir parkeringskostnader (alle størrelser i likningene over representerer i

Figur 2. Biltrafikk i morgenrushet 07-08.



utgangspunktet matriser, dvs at hver mulig reiserelasjon har et sett av nyttefunksjoner 1-3). Konstantene β representerer nå trafikantenes vektlegging av hver variabel i nyttefunksjonene. Disse er estimert til $\beta_{1,bil}^t = \beta_{1,kol}^t = 0.031$ og $\beta_{2,bil}^t = \beta_{2,kol}^t = 0.049$.

(Verdier for andre konstanter framkomer i Vedlegg C). Ved Logit-teori er sannsynligheten for å benytte reisemiddel m i tidsrommet t nå gitt ved

$$(4) \quad P_i = \frac{e^{V_i}}{\sum_{i=1}^I e^{V_i}},$$

eller omskrevet

$$(5) \quad P_i = \frac{1}{1 + e^{-V_i} \sum_{j \neq i} e^{V_j}},$$

der $i=(m,t)$ angir kombinasjonen av reisemiddel og tidsrom. Matriser for generaliserte kostnader og faste kostnader beregnes i EMME/2, og (5) kan dermed benyttes for å fordele en totalmatrise for etterspørsel i en gitt trafikksituasjon på reisemiddel og tidsrom.

Dersom vi ser på en trafikksituasjon bestående av bare én time så kan (5) brukes direkte, men dersom trafikantene skal kunne velge mellom ulike reisetidsrom må det benyttes en litt mer komplisert framgangsmåte. Dette er fordi reisetidene med bil i hver enkelt slik time avhenger av hverandre.

Eksempel. Vi deler en rushtidsperiode inn i timene 0, 1 og 2. Dersom faste kostnader (for eksempel bomtaksten) for bilreiser i time 1 øker, så vil dette i første omgang føre til at færre velger å reise med bil i dette tidsrommet. Dette vil igjen føre til at generaliserte kostnader for de to andre timene øker, siden noen bilister nå flytter sin reise hit fra time 0 (noen har selvfølgelig også byttet til kollektivt). Relativt sett kan nytten for bilreiser i time 1 nå ha blitt større igjen, pga et lavere trafikkvolum, og en viss andel av biltrafikk vil kunne flyttes tilbake til time 1. En slik bølgeeffekt kan vi tenke oss finner sted inntil systemet er i likevekt.

Et prinsipp som legges til grunn for bompengesatser i nyttefunksjonene er at biltrafikanter psykologisk sett "fordeler" kostnaden for passering av bomringen på tur og retur-reise. Det vil si at en arbeidsreisende mot sentrum i morgenrushet tenker seg at han betaler halvparten av taksten, siden han passerer gratis ved hjemreise. Tilsvarende vil en reisende som i praksis ikke betaler noe ut av bomringen forestille seg at det koster halv takst siden han blir nødt til å betale ved hjemreise (ved beregning av reelle inntekter fra bomringen benyttes derimot matriser for bompengesatser som representerer dagens enveis-system).

Likevektsalgoritme for rushtidsperiodene

Dersom vi tar utgangspunkt i en gitt initiell reisemiddelfordeling med tilhørende generaliserte reisetider, så gjennomføres en iterasjon ved å kjøre en "variable demand assignment with generalized cost" i EMME/2 - først for time 1, der reisetidene for de andre timene inngår i den konstante delen av logitmodellen (summasjonsuttrykket i likning 5). Dette gir nye reisetider for time 1, som deretter benyttes i tilsvarende beregninger først for time 0 og deretter time 2. En fullstendig iterasjonsprosedyre illustreres i algoritmen nedenfor

Likevektsalgoritme for en 3-timersperiode

0 Beregn initielle generaliserte reisetider:

- 0-1 Bil for time 0 og 2 (\Rightarrow brukes i 1-1)
- 0-2 Kollektivt for time 0, 1 og 2
- 0-3 Gang og sykkel for hele perioden

1 Kjør "variable demand demand ..."

- 1-1 Time 1 (\Rightarrow generalisert reisetid)
- 1-2 Time 0 (\Rightarrow ny generalisert reisetid)
- 1-3 Time 2 (\Rightarrow ny generalisert reisetid)
- 1-4 Oppdatering av ettersp etter kollektivreiser

2 Hvis avviket mellom forrige og gjeldende reisetider $>$ toleranse:

- 2-1 Sett gjeldende reisetider time 0 og 2 som initielle og
- 2-2 Gå til 1

3 Konvergens er oppnådd med gjeldende reisemiddelfordeling

Et stort trafikkvolum i nettet vil kunne føre til problemer med konvergens, ikke bare for assignment-prosedyren for bil i EMME/2, men også for den iterative algoritmen som er skissert over. Ved store trafikk volum vil det være slik at vi befinner oss høyt oppe på volume delay-funksjonene, dvs at en liten forandring i volumet på en lenke vil gi store utslag for reisetiden. Dette konvergensproblemet har ikke mye å si for den totale fordelingen på reisemiddel, men kan ha betydning for reelle hastigheter og reisetider i nettet.

Behandling av linjebeskrivelser for kollektivtilbudet

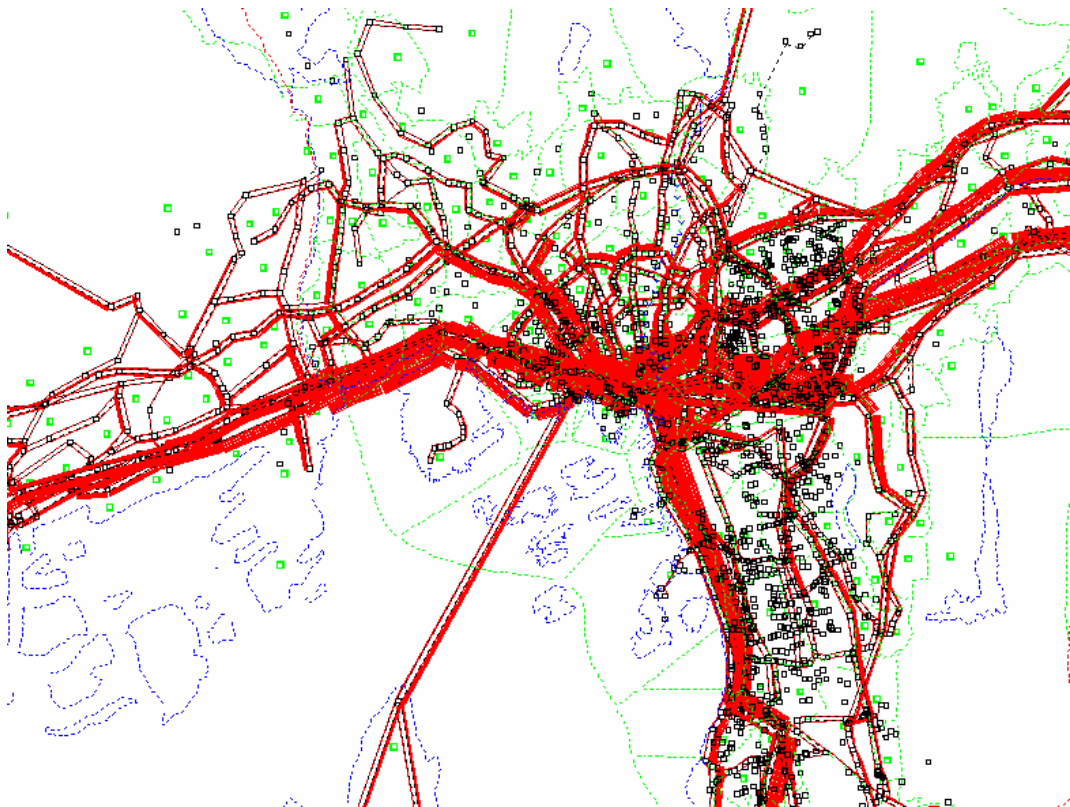
Alle kollektivlinjer ligger kodet i separate filer under tidibom/tlines/tlines/. (dette er en oppsplitting av de opprinnelige filene 1998grun_ny.txt, 1998_6-9_ny.txt og 1998_7-8_ny.txt). Dermed er det mulig å behandle oppdatering av frekvenser på en fleksibel måte. For hver linje er det nå satt en indikator (i ut3) for hvilket driftssegment linja tilhører (grunntilbud=1, rushtidstillegg=2 og peaktilllegg=2). Det er mulig (og nødvendig) å lage samlefiler med alle filer fra en underkatalog av tidibom/tlines/ ved hjelp av makroen lag_kol_total.txt <katalog> <utfil>.

Denne makroen slår sammen alle linjefilene og editerer samlefilen automatisk under UNIX slik at den kan leses inn direkte med riktig format i EMME/2.

Initiering eller oppdatering av kollektivtilbudet i et gitt scenario gjennomføres så ved å lese inn alle linjer fra en samlefil, og deretter slette linjer som ikke skal være med (innlesing av en og en linjebeskrivelse fra en liste har vist seg å ta svært lang tid). Makroene `init_kol_mrg.txt <katalog> <fil>`, `init_kol_etm.txt <katalog> <fil>` og `init_kol_grun.txt <katalog> <fil>` automatiserer dette.

Når det regnes på belegg i kollektivtrafikken benyttes brukerdatafeltene `ut2` og `ut3` på linjenivå og `us2` og `us3` på lenkenivå. I tillegg vil `hdwy` (frekvens i betydningen tid mellom hver avgang) kunne endres dersom et gitt kriterium (en funksjon av verdier i brukerdatafeltene) oppfylles. Dette er det eneste som endres i kollektivbeskrivelsene på disk. Makroene `plinesmrg.txt <katalog>` (og `plinesetm.txt <katalog>`) skriver ut hver enkelt linjebeskrivelse til `<katalog>` dersom `ut3=1` (eller ved annet valgfritt kriterium som oppgis som parameter ved makrokall).

Figur 3. Kollektivtrafikk i morgenrushet 07-08.

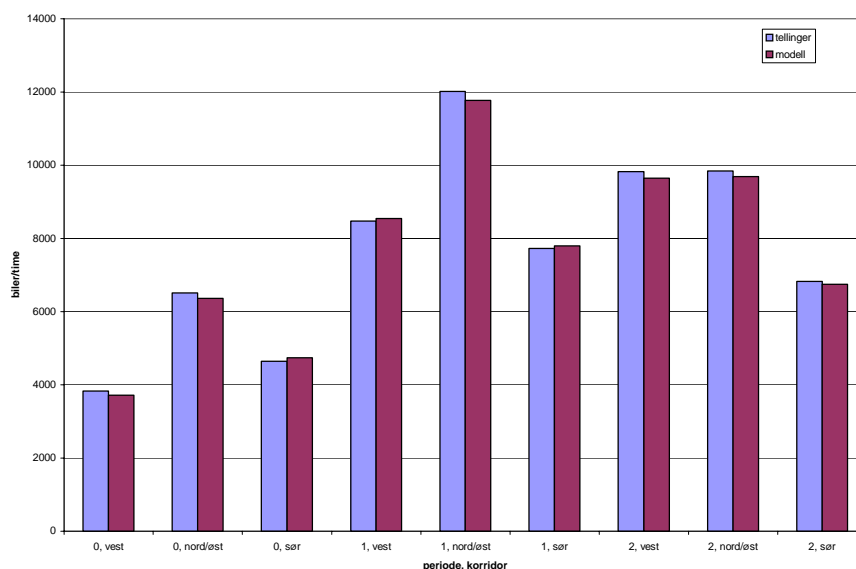


Dagens situasjon

Det er i de mest trafikkbelastede tidsrommene at endringer i bilvolum vil ha størst effekt på de generaliserte kostnadene. Derfor er det viktig at dagens situasjon for rushtidstrafikk gjenskapes godt i et basisscenario før vi ser på effektene av endringer av bompengesatsene.

Det er etablert matriser med billettpriser for kollektivtransport, parkeringskostnader for bil og gjennomsnittlige bompengesatser. Dette er de elementene, som sammen med kodingen av kollektivtilbudet og vd-funksjonene for veinettet, vil ligge i bunnen av modellen og bestemme hvor godt vi kan lykkes med kalibrering i forhold til reelle trafikk tall.

Figur 4. Kalibrering på korridornivå for hver enkelt time i morgenrushet.



Kalibrering

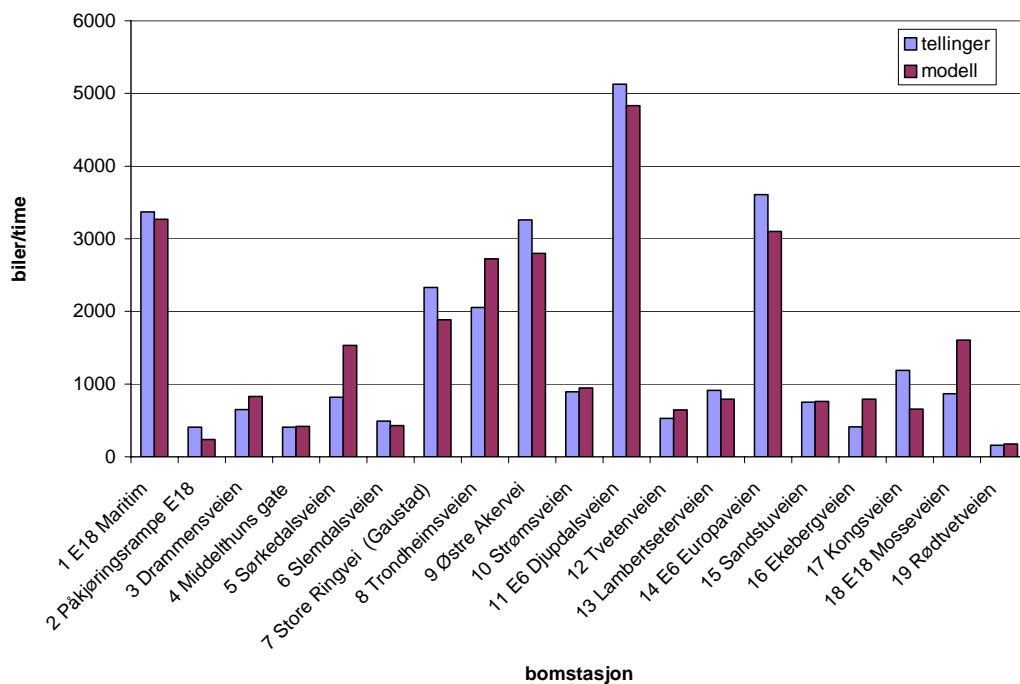
Ved videre kalibrering av modellene (tilpassing av konstantene i nyttefunksjonene) for hver trafikksituasjon er det en rekke størrelser som kan benyttes, og som vi må ta hensyn til.

Trafikktelling. Det finnes eksakte tall for passeringer over bomringen fordelt på hvert kvarter gjennom året. I tillegg finnes det bygrensetellinger for både kollektiv- og biltrafikk (disse tellingene er mer usikre). Vi benytter statistikk fra Fjellinjen AS for uke 15 i 1999 (12/4-18/4), og til i en viss grad også Bygrensetellingen 1996.

Annen informasjon om trafikkbildet. I større eller mindre grad vet vi hva som er en representativ hastighet eller reisetid i utvalgte deler av nettverket, eller gjennomsnittlig reiselengde med bil i rushtiden.

Inntekter og utgifter for selskapene. Totaltall for inntekter fra bomringen i løpet av et år, billettinntekter eller kostnadstall fra kollektivtransport gir indikasjoner på om modellen gir resultater som ligger på riktig nivå.

Figur 5. Kalibreringsresultater på lenkenivå, morgenrushet 07-08.



Figur 4 viser resultatene etter kalibrering når trafikktall for morgenrushet er summert opp på korridor-nivå. Det er et avvik på maks 3% fra tellingene, og tilsvarende resultater har vi for ettermiddagsrushet. Å treffe riktig med antall biler på lenkenivå er ikke lett, men figur 5 illustrerer at modellresultatene er akseptable for passeringer over hver av de 19 bomstasjonene.

Trafikkinntekter

Årsrapporten fra Fjellinjen AS for 1998 oppgir at inntektene fra bomringen var 772 mill kr. Med en gjennomsnittlig bompengesats på 8.7 kr/passering gir modellen 753 mill kr/år (gjennomsnittlig bompengestørrelse varierer i realiteten noe fra en trafikksituasjon til en annen pga ulik fordeling på de forskjellige betalingstypene). Billettinntekter og utgifter for kollektivsystemet er videre (grovt) sammenliknet med tall fra Oslo Sporveier, Stor-Oslo Lokaltrafikk og NSB, og disse antyder også at modellen gir realistiske resultater.

Bompeng- og billettinntekter som presenteres for hvert scenario er beregnet som takstmatiser multiplisert med trafikkvolum for hhv bil og kollektivt (for biltrafikk tas det hensyn til dobbel takst for en andel tunge kjøretøy). Det er

Trafikantnytte

Som mål på nytte for (de elastiske) trafikantene benyttes Logsummen fra modellen skalert til kr og vektet med antall reisende. Det vil si uttrykket

$$(6) \quad U = E \cdot \ln \left(\sum_i e^{V_i} \right) \cdot |\beta_2|^{-1},$$

der U angir nytten, E er total elastisk etterspørsel og β_2 er koeffisienten for kostnad.

For de trafikantene som ikke har valgmuligheter bruker vi besparelser i reisetid vektet med en tidsverdi som mål på nytte (endringer for disse trafikantene uttrykkes ikke ved likning 6). Denne størrelsen splittes på bil- og kollektivreisende i resultatene som presenteres under (tidsverdi er 0.63 kr/min for uelastisk kollektivtrafikk, og 2 kr/min for uelastisk biltrafikk). I tillegg må vi regne med endringen i totale bomavgifter for den uelastiske andelen av biltrafikken.

Kostnadstall for kollektivtrafikken

Driftskostnaden (rene tids- og distanseavhengige kostnader) for kollektivsystemet i en time T kan uttrykkes ved

$$(7) \quad C_{t+d}^T = \sum_{alle L} (v^L c_t^L + d^L \frac{60}{t^L} v^L c_d^L),$$

der

v^L antall vogner som trengs for å trafikere linje L

d^L lengde for en rundtur med linje L

t^L tidsbruk for en rundtur med linje L

c_t^L kostnad/time for linje L

c_d^L kostnad/km for linje L

Første ledd i (7) gir altså kostnader knyttet til tidsbruk (alle vogner i kollektivtilbudet for timen T benyttes til kostnad c , en stor del av dette er lønning av sjåfør), mens det andre leddet gir kostnader knyttet til utkjørt distanse (total lengde på rundtur multipliseres med 60/tid for å finne utkjørt distanse på en time, vi regner her med utgifter til bensin, olje, gummi etc.). Det ikke tatt hensyn til posisjonskjøring i disse beregningene.

I tillegg til driftskostnadene gitt ved (7) finnes faste kostnader som kapital/felleskostnader. Kostnadstallene for drift av kollektivtilbudet som presenteres som resultater av kjøringene under er beregnet i EMME/2 ved formelen (7). Kostnadsendringer grunnet behov for anskaffelse av nye vogner vil beregnes separat på bakgrunn av beregninger av hvor mange nye vogner som trengs for å trafikere en linje og antakelser på kapitalkostnader ved nyanskaffelser av ulike vogntyper eller -sett.

I et gitt scenario vil de totale (relevante) kostnadene for kollektivsystemet nå være gitt ved formelen

$$(8) \quad C_{tot} = C_k + \sum_{alle T} C_{t+d}^T,$$

der C_k er totale kapitalkostnader. Det andre leddet vil være det samme som alle tids- og distanseavhengige kostnader i løpet av et år. Det vil selvfølgelig også finnes andre type kostnader, men (8) inneholder kostnadene som først og fremst vil endres ved oppdateringer av frekvenser i kollektivtilbudet.

Tidsdifferensiering

Dersom vi øker gjennomsnittlig bompengesats fra 8.7 kr til hhv 20, 40 og 30 kr i de tre timene i hver rushtidsperiode vil dette gi to umiddelbare effekter. For det første skyves noe av biltrafikken fra makstimen over til timen før og etter denne, siden satsen relativt sett er lavere her. For det andre vil den generelle økningen av kostnad for bilreiser i hele rushtidsperioden føre til en økning av kollektivreiser i alle de 3 timene. Vi beholder dagens satser for periodene med dagtrafikk, men fjerner så bompengeavgiften for lavtrafikkperioden. Resultatene på årsbasis for hver trafikktype vises i tabell 5 (dette representerer foreløpig ikke et realistisk

Tabell 5. TD 1, uten endring av kollektivtilbud.

Resultater ift basis (endringer i mill kr/år) ¹	mrg	etm	dag	lav	sum
Bominntekter bil	282	204	0	-257	229
Billettinntekter koll	56	59	0	-36	79
Trafikantnytte	-158	-196	0	278	-76
Tidskostn uelast bil	16	20	0	0	36
Tidskostn uelast koll	0	0	0	0	0
Bomkost uelast bil	-84	-59	0	22	-121
Driftskostn koll	0	0	0	0	0
Kapitalkostn koll					0
Sum	112	28	0	7	147

¹Bompengesatsen en satt til hhv 20, 40 og 30 kr i rushtidstimen, uendret for dagtrafikk og gratis i perioder med lavtrafikk.

scenario siden kollektivtilbudet ikke er tilpasset overbelegg).

Vi ser at trafikantnyttens reduseres mye pga de økte takstene i rushtidene, men ikke så mye som de økte inntektene fra bomringen indikerer siden reisetiden totalt sett går ned i rushtiden (bedret trafikkflyt). I lavtrafikkperioden ser vi at trafikantnyttens øker mer enn endringen i bominntekter. Dette skyldes at trafikanter går over til å bruke bil, som jevnt over har lavere reisetid for denne typen trafikk. Resultatene av en (litt) mer moderat økning av takstene vises i tabell 6.

Tabell 6. TD 2, uten endring av kollektivtilbud.

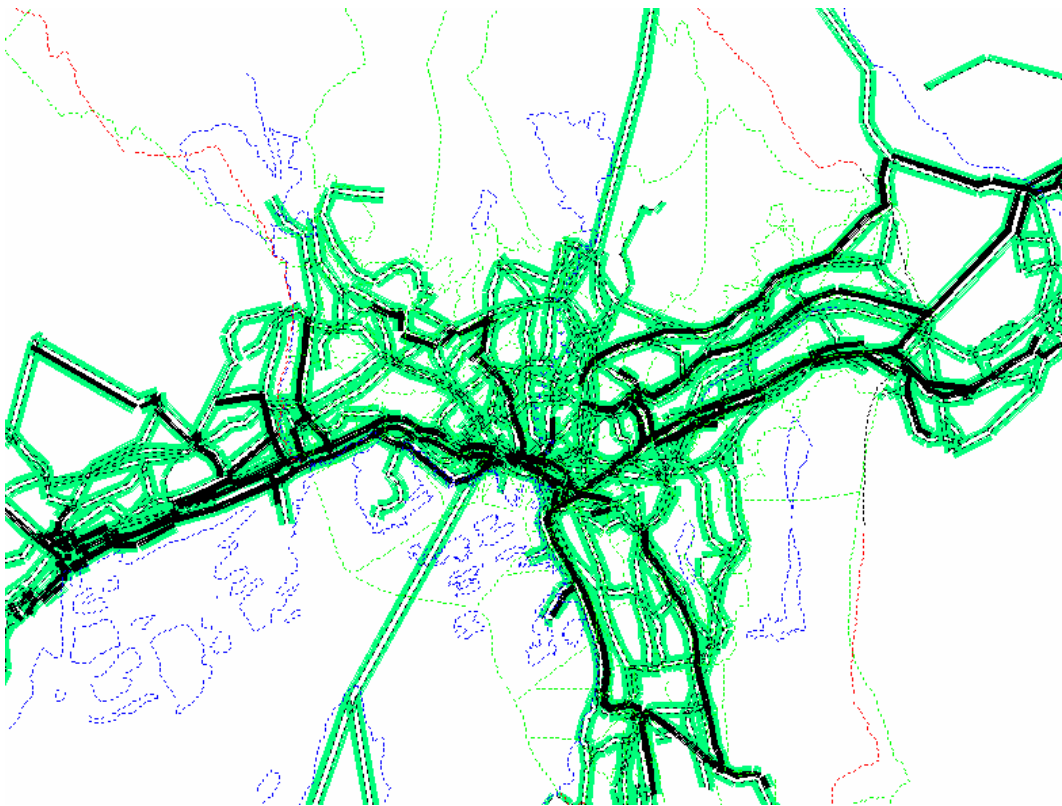
Resultater ift basis (endringer i mill kr/år) ¹	mrg	etm	dag	lav	sum
Bominntekter bil	229	160	0	-257	133
Billettinntekter koll	43	44	0	-36	52
Trafikantnytte	-126	-151	0	278	0
Tidskostn uelast bil	14	14	0	0	28
Tidskostn uelast koll	0	0	0	0	0
Bomkost uelast bil	-65	-45	0	22	-88
Driftskostn koll	0	0	0	0	0
Kapitalkostn koll					0
Sum	96	22	0	7	124

¹Bompenge-satsen er satt til hhv 15, 35 og 25 kr i rushtidstimmene, uendret for dagtrafikk og gratis i perioder med lavtrafikk.

Tidsdifferensiering med oppdatering av kollektivtilbudet

Vi tar utgangspunkt i dagens ruteopplegg og øker frekvenser på linjer der passasjerøkningen krever det. I hvilken grad dette er frekvensøkninger i grunntilbudet eller i rushtidstilbudet bestemmer nivået på kostnadsendringene. (Vi kan se for oss to ytterpunkter. Frekvensøkninger utelukkende for rushtidslinjer betyr at nyanskaffede vogner i stor grad står stille under perioder med dag- og lavtrafikk. Frekvensøkninger utelukkende i grunntilbudet betyr at nyanskaffede vogner i stor grad er i drift) Det må benyttes et kriterium for hvor høy frekvensøkning som skal til på en linje før vi kan si at det er tatt høyde for økningen i passasjerbelegg. Vi velger å si at dette er tilfelle når maksimalt belegg er tilbake på nivået i basis. Det finnes nå flere mulige strategier for oppdateringen - ved å kombinere bedring av grunntilbud eller rushtidsinnsats på ulike måter. I hovedscenariene som presenteres under velges det for enkelhets skyld å ikke skille prinsipielt mellom linjetype (grunntilbud eller rush) ved oppdatering, men det er et poeng er at frekvensøkninger i grunntilbudet benyttes for alle

Figur 6. Kollektivstrekninger med kapasitetsproblemer etter økning av bompengesatsene, morgenrushet 07-08 (grå=alle kollektivlenker, svart=utsatte lenker).



trafikksituasjoner. I EMME/2 benyttes følgende beregninger for å finne ut hvilke linjer som skal ha frekvensøkning:

- Beregn faktor for maksimalt passasjerbelegg for hver linje i basissituasjonen (antall reisende på hvert segment dividert med total kapasitet for en time), verdi lagres i ut2 (verdier på segmenter lagres i us2).
- Beregn faktor for maksimalt passasjerbelegg etter kjøring med økte bompenger, verdi lagres i ut3 (verdier på segmenter lagres i us3).
- Benytt et kriterium på forholdet mellom ut3 og ut2 og legg verdien 1 i ut3 dersom frekvens skal økes (for eksempel: $ut3/ut2 > 1.1$ og $ut2 > 1.0$).
- Skriv ut nye kollektivbeskrivelser (enkeltfiler).

Det er makstimen i morgenrushet som i stor grad dimensjonerer kapasitetsbehovet, det vil være få linjer fra ettermiddagsrushet som opplever et behov for frekvensøkning som ikke fantes i morgenrushet. Prosedyren som er

Tabell 7. TD 1, med bedring av kollektivtilbudet.

Resultater ift basis (endringer i mill kr/år) ¹	mrg	etm	dag	lav	sum
Bominntekter bil	271	197	-2	-257	209
Billettinntekter koll	70	73	10	-13	139
Trafikantnytte	-119	-153	16	316	60
Tidskostn uelast bil	19	22	1	0	42
Tidskostn uelast koll	6	6	7	13	32
Bomkost uelast bil	-84	-59	0	22	-121
Driftskostn koll	-32	-32	-33	-67	-164
Kapitalkostn koll					-24
Sum	131	54	-1	13	174

¹Bompengesatsen en satt til hhv 20, 40 og 30 kr i rushtidstimene, uendret for dagtrafikk og gratis i perioder med lavtrafikk.

Tabell 8. TD 2, med bedring av kollektivtilbudet.

Resultater ift basis (endringer i mill kr/år) ¹	mrg	etm	dag	lav	sum
Bominntekter bil	222	155	-2	-257	117
Billettinntekter koll	55	57	9	-14	107
Trafikantnytte	-91	-115	16	314	124
Tidskostn uelast bil	16	18	1	0	35
Tidskostn uelast koll	6	6	6	13	31
Bomkost uelast bil	-65	-45	0	22	-88
Driftskostn koll	-29	-29	-31	-63	-151
Kapitalkostn koll					-20
sum	114	47	0	15	155

¹Bompengesatsen en satt til hhv 15, 35 og 25 kr i rushtidstimene, uendret for dagtrafikk og gratis i perioder med lavtrafikk.

Tabell 9. TD 3, med bedring av kollektivtilbudet.

Resultater ift basis (endringer i mill kr/år) ¹	mrg	etm	dag	lav	sum
Bominntekter bil	213	166	-2	-257	120
Billettinntekter koll	52	57	9	-16	101
Trafikantnytte	-90	-122	15	310	113
Tidskostn uelast bil	12	18	1	0	31
Tidskostn uelast koll	5	6	6	13	30
Bomkost uelast bil	-61	-45	0	22	-84
Driftskostn koll	-26	-26	-27	-56	-135
Kapitalkostn koll					-18
sum	105	54	1	15	158

¹Bompengesatsen en satt til 25 kr i for alle rushtidstimer, uendret for dagtrafikk og gratis i perioder med lavtrafikk.

Tabell 10. TD 4, med bedring av kollektivtilbudet - gratis passering også for dagtrafikkperiode på lørdager.

Resultater ift basis (endringer i mill kr/år) ¹	mrg	etm	dag	"lørdag"	lav	sum
Bominntekter bil	213	166	-2	-45	-257	76
Billettinntekter koll	52	57	7	-1	-16	98
Trafikantnytte	-90	-122	12	39	310	149
Tidskostn uelast bil	12	18	1	0	0	30
Tidskostn uelast koll	5	6	5	1	13	30
Bomkost uelast bil	-61	-45	0	10	22	-74
Driftskostn koll	-26	-26	-22	-6	-56	-136
Kapitalkostn koll						-18
sum	105	54	1	-2	15	155

¹Bompengesatsen en satt til 25 kr i for alle rushtidstimer, uendret for dagtrafikk på ukedager, men gratis alle lørdager og søndager.

skissert over gjennomføres derfor bare for simuleringer i morgenrushet (men alle 3 timer). Nye kollektivbeskrivelser skrives til fil dersom ut3 er satt til 1.

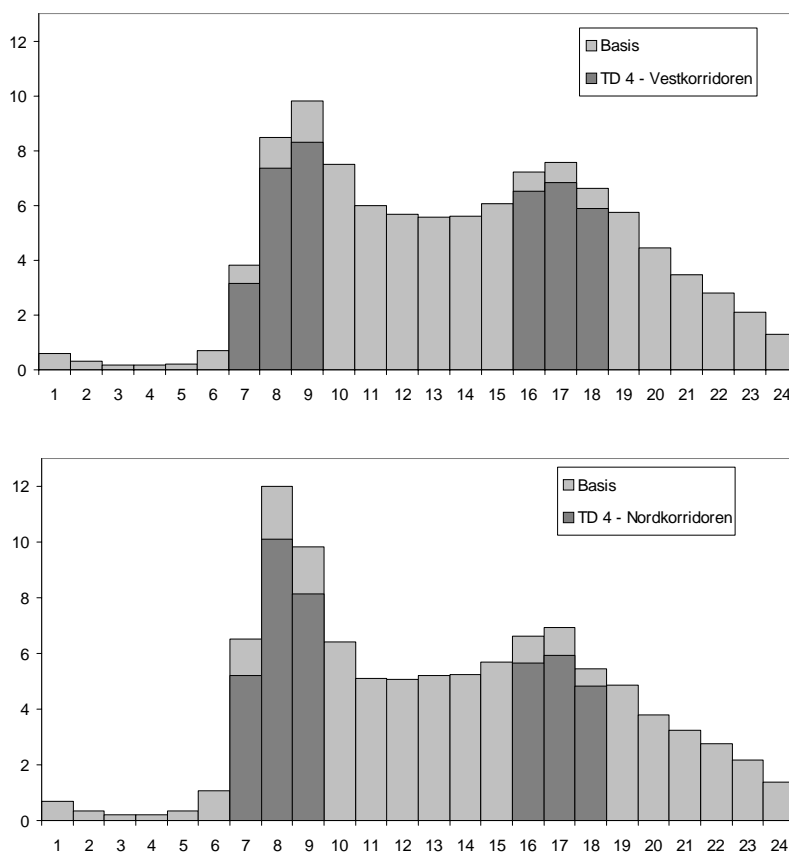
Selv om det kunne være av interesse å se på kapasitetsendringer også i ettermiddagsrushet, så er dette et problem siden enkelte linjer i rushtidsinnsats er kodet i forhold til trafikkbildet om morgenen (dvs noen tar ikke opp passasjerer mellom noder som ville være høyaktuelle om ettermiddagen, i nyttefunksjonene i logit-modellene løses dette ved å transponere reisetidene som genereres av kollektivlinjene). Dette ville derfor ikke gi riktige beregninger for passasjerbelegget om ettermiddagen.

Tabellene under gir resultater tilsvarende endringene i bompengesatsene som ble brukt i forrige kapittel, men med oppdatering av utvalgte frekvenser for kollektivtilbudet i tillegg. En viktig effekt her er at bedringen av kollektivtilbudet ikke bare imøtekommer økningen i passasjerbelegg, men også trekker til seg flere

reisende som i utgangspunktet brukte bil. I forhold til resultatene uten oppdatering av tilbudet, ser vi nå faktisk at dette mer enn veier opp for de økte kostnadene for kollektivsystemet.

Tidsdifferensiering I krever anskaffelse av 142 nye vogner (el vognsett), mens dette tallet er 122 for Tidsdifferensiering II.

Figur 9. Endringer i passeringer over bomringen for rushtidsperiodene. Vest- og Nordkorridoren ved alternativ TD 4.



Endringer i trafikkbildet

Tabellene under viser trafikkarbeid med bil (mrd bilkilometer/år), tallene er splittet opp på total belastning og på veilenker innenfor bomringen.

Tabell 11. Trafikkarbeid på alle veilenker (mrd bilkm/år).

	Basis	TD 1	TD 2	TD 3	TD 4
Mrg	0.88	-10.2 %	-8.1 %	-7.7 %	-7.7 %
Etm	1.10	-8.4 %	-6.6 %	-6.6 %	-6.6 %
Dag	1.81	-0.6 %	-0.6 %	-0.6 %	-0.3 %
Lav	2.19	0.7 %	0.8 %	0.8 %	0.8 %
Sum	5.97	-3.0 %	-2.3 %	-2.2 %	-2.1 %

Tabell 12. Trafikkarbeid på veilenker innenfor bomringen (mrd bilkm/år).

	Basis	TD 1	TD 2	TD 3	TD 4
mrg	0.20	-15.4 %	-12.3 %	-11.5 %	-11.5 %
etm	0.26	-12.6 %	-9.8 %	-9.7 %	-9.7 %
dag	0.42	-0.8 %	-0.8 %	-0.8 %	-0.4 %
lav	0.58	2.1 %	2.1 %	2.2 %	2.2 %
sum	1.45	-3.8 %	-2.8 %	-2.6 %	-2.5 %

Ikke uventet ser vi at effektene av tidsdifferensierte bompengesatser er størst for veilenker i sentrumsområdet. (Vedlegg A viser figurer som illustrerer trafikkklyt over bomringen på korridornivå og innenfor bomringen i basissituasjonen.)

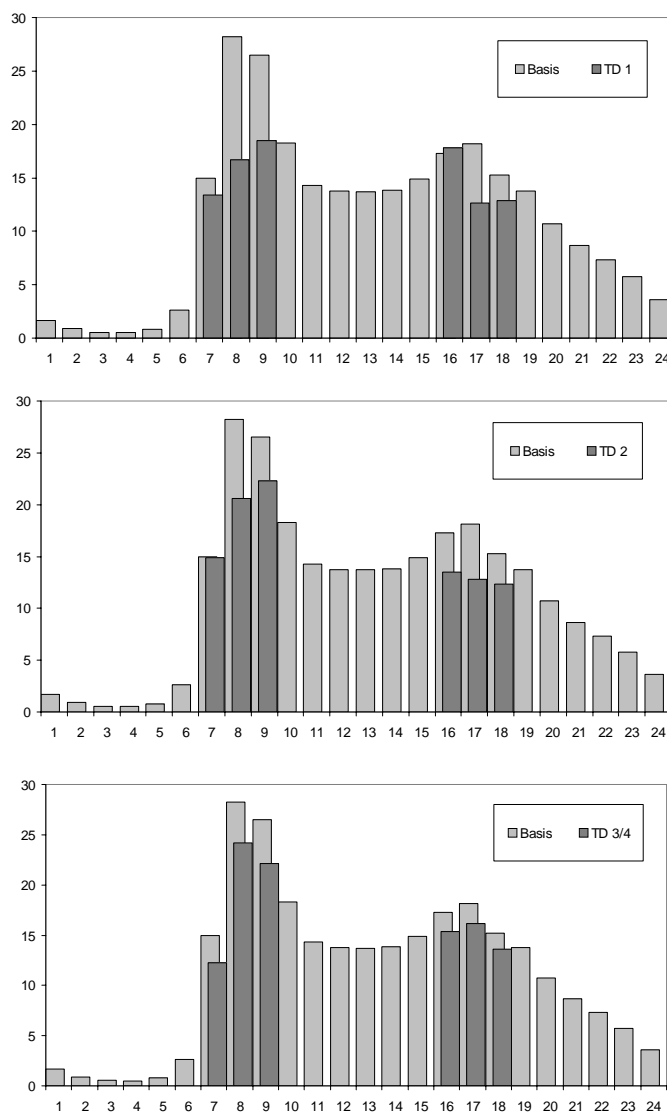
Tabell 13. Endringer i antall bilførerturer i forhold til basis (mill bilførerturer/år).

	Basis	TD 1	TD 2	TD 3	TD 4
Mrg	47	-9.3 %	-7.3 %	-6.8 %	-6.8 %
Etm	64	-7.1 %	-5.6 %	-5.5 %	-5.5 %
dag	88	-0.7 %	-0.6 %	-0.6 %	-0.4 %
lav	153	0.7 %	0.7 %	0.8 %	0.8 %
sum	352	-2.4 %	-1.8 %	-1.7 %	-1.6 %

Tabell 14. Endringer i antall kollektivreiser i forhold til basis (mill pers.turer/år).

	Basis	TD 1	TD 2	TD 3	TD 4
Mrg	33	13.2 %	10.4 %	9.7 %	9.7 %
Etm	33	13.7 %	10.7 %	10.5 %	10.5 %
Dag	17	3.4 %	3.3 %	3.0 %	2.0 %
Lav	47	-2.1 %	-2.2 %	-2.5 %	-2.5 %
Sum	130	6.5 %	5.0 %	4.6 %	4.5 %

Figur 10. Endringer i totalt antall passeringer over bomringen i rushtidene som følge av henholdsvis TD 1, TD 2 og TD 3/4.

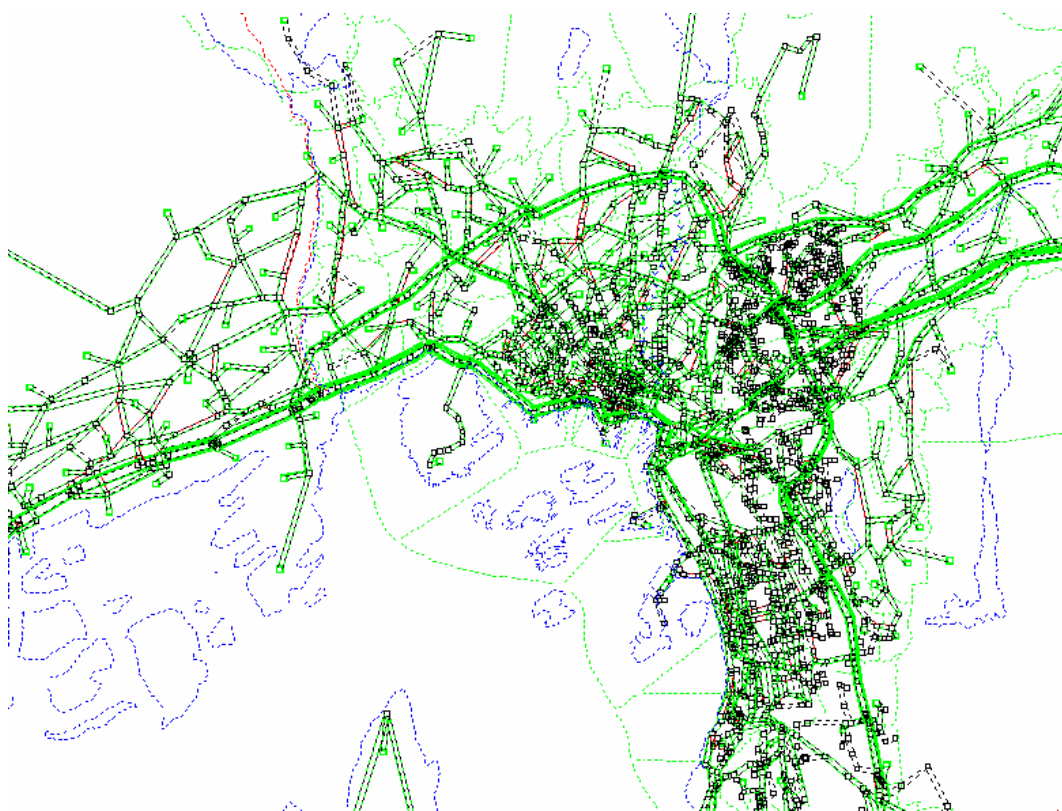


Tabell 15. Endringer i drivstofforbruk totalt og innenfor bomringen (basistall i millioner liter pr år).

	Basis	TD1	TD2	TD3	TD4
totalt	637	-4.7 %	-3.7 %	-3.6 %	-3.5 %
totalt rush	215	-14.0 %	-11.3 %	-10.9 %	-10.9 %
innenfor bomringen	236	-5.8 %	-4.6 %	-4.4 %	-4.2 %
innenfor bomringen rush	82	-18.0 %	-14.5 %	-13.9 %	-13.9 %

Drivstoffmodellen er en modell bare for lette biler, og det skilles ikke mellom bensin og diesel (det benyttes samme modell som i TØI rapport 324/1996). Tall for 1994 viser at det ble solgt 446 mill liter bilbensin og ca 236 mill liter autodiesel i Oslo og Akershus, tallene i basissituasjonen over ser dermed ut til å ligge på omtrent riktig nivå. Dersom vi ser på et mer sentralt område i byen enn det bomringen definerer, så gir TD4 en reduksjon på 5.6% totalt og 16.4% i rushtidene.

Figur 11. Endring i biltrafikk (TD 1) for morgenrushet 07-08¹.



¹ Figuren benytter sammen skala som figur 1, og endringene (overveiende fratrekk) på lenker er derfor sammenliknbare.

Avsluttende kommentarer

Det er nå gjennomført simuleringer for 4 alternative scenarier, som alle inkluderer oppdatering av frekvensene i kollektivtilbudet

- TD 1 Tidsdifferensiering for enkelttimer med *sterk* økning av satsene i rushtidsperiodene. Gratis passering for lavtrafikk.
- TD 2 Tidsdifferensiering for enkelttimer med mer *moderat* økning av satsene i rushtidsperiodene.
- TD 3 Tidsdifferensiering med *flat* økning av satsene i rushtidsperiodene.
- TD 4 Tidsdifferensiering med *flat* økning av satsene i rushtidsperiodene, og i tillegg gratis passering hele helgen.

Hvorvidt taksten endres gradvis eller i trinn vil være et spørsmål om i hvilken grad differensieringen skal rettferdigjøres av prinsippet om at trafikantene skal betale for den køkostnaden de påfører medtrafikantene.

Sammenlikninger

Det synes klart at både TD 1,2 og 3 bryter med rammebetingelsen om at en tidsdifferensiering ikke skal bety en merkbar økning i de totale inntektene fra bomringen. TD 4 resulterer i 10 % økning av inntektene og kan muligens tolereres. En økning av denne størrelse ville vi også fått dersom betaling for dagtrafikk på lørdager også hadde blitt fjernet for TD 3.

Vi ser videre at lønnsomheten for kollektivdriften er best i basissituasjonen. Differansen mellom økning i inntekter og økning i utgifter gir henholdsvis 49, 64, 52 og 56 mill kr/år i minus for TD 1-4. I alle alternativene ville det dermed være behov for en ordning som støtter kollektivdriften, f eks ved fordeling av merinntektene fra tidsdifferensieringen.

Nå vi benytter flate takstøkninger innenfor rushtidsperiodene (TD 3) ser vi at resultatene ikke skiller seg vesentlig fra tilfellet med en mer finmasket differensiering (TD 2). Alternativene skiller seg derimot fra hverandre med tanke på andre trafikale konsekvenser. Momentane takstendringer av en viss størrelsesorden ville som tidligere nevnt kunne bety at bilister tilpasser farten etter slike "hopp", og dermed skaper kødannelse eller farlige situasjoner. Et slikt problem ville kunne oppstå også med en glattere differensiering. Som en løsning på dette kunne det være en mulighet å ikke benytte bestemte tidspunkt, men heller trekke tilfeldige tidspunkt fra dag til dag innenfor et gitt intervall. Det finnes flere måter å benytte et slikt prinsippet på. Trafikantene kunne f eks bare ha informasjon om at taksten (antall klipp pr passering) vil begynne å øke gradvis fra et tidspunkt mellom 06 og 07, deretter være på et visst nivå mellom 07 og 08, før den vil begynne å avta igjen en gang mellom 08 og 09. Eller enda mer generelt: mellom kl 06 og 09 vil taksten øke til maksimalt kr X - for deretter å avta til normal dagtakst.

Dersom et alternativ skal anbefales er det opplagt at dette må bli et alternativ med forutsetninger tilsvarende TD 4, og der den gjennomsnittlige takstøkningen i rushtidsperiodene finner sted ved et system som skissert overfor (utvelging av tilfeldig tidspunkt). Simuleringene indikerer i såfall en reduksjon i antall bilførerturer på ca 1.5 % totalt, og ca 6 % for rushtidene. Trafikkarbeidet er tilsvarende beregnet til å gå ned med ca 2 % totalt i vegnettet for Oslo og Akershus, og ca 2.5 % innenfor bomringen. En økning i antall kollektivtrafikanter på minst 10 % i rushtiden, og på allerede belastede linjer, krever derimot solide oppgraderinger av tilbudet.

Usikkerhetsmomenter

Det er viktig å påpeke en rekke momenter som i større eller mindre grad vil ha innvirkning på modellens evne til å gi et realistisk bilde av virkeligheten.

Modellspesifikasjonen. Nyttefunksjonene baserer seg på en forenkling der det bare er reisetider og konkrete kostnader som påvirker valget til et gjennomsnittsindivid. I et reellt tilfelle er det mange andre beskrankninger som er med på å bestemme valgfriheten. På den annen side er dette størrelser som i stor grad vil "dra i hver sin retning" for ulike individer, slik at den enkle modellen vi benytter allikevel kan fange opp de viktigste effektene. Sosioøkonomiske forskjeller vil uansett gir geografiske skjevheter ikke bare ved kalibrering av basis, men også ved endringer av takster.

Dersom vi ser på simuleringer med store endringer i reisemiddelfordelingen må vi også huske at det oppstår en skjevhet ved at en bil mindre på veien høyst sannsynlig gir mer enn en ny kollektivreisende.

Trafikktall i basissituasjonen. Tallene som benyttes for å kalibrere i forhold til bomringen er svært nøyaktige, derimot er det knyttet usikkerhet til de estimerte totalmatrisene for hver trafikksituasjon. Disse matrisene bidrar til skjevheter i trafikkbildet både når det gjelder trafikkflyt i ulike områder av nettet, og tilpassing mellom bil- og kollektivreiser. I tillegg er det usikkerhet knyttet til å bestemme hvor stor andel av trafikantene som i realiteten har valgfrihet i en rushtidssituasjon, en større andel av slike uelastiske trafikanter vil bidra til å begrense effektene av tidsdifferensierte takster, dvs inndirekte nytten ved bedret framkommelighet.

Nettverket i EMME/2. Her er det først og fremst kodingen av selve veinettet (og volume delay-funksjonene knyttet til dette), samt koding av kollektivlinjer, som er med på å bestemme hvor godt trafikkflyten i nettverket modellerer dagens situasjon. Fordelingen av sonesentroider, og hvordan disse er knyttet til nettet, har også betydning.

Usikkerhet knyttet til inntekter og utgifter kan være av mindre betydning siden vi først og fremst ser på endringer i disse (de bestemmer heller ikke trafikkflyt direkte). Usikkerhet i kostnadstallene for bedring av kollektivtilbudet kan derimot ha betydning for totalresultatene.

Litteratur

Ben-Akiva M. and Lerman S. R.

Discrete Choice Analysis. MIT Press, Cambridge (1985).

Grue B., Larsen O. I., Rekdal J. og Tretvik T.

Køpkostnader og kjøprising i bytrafikk. TØI rapport 363/1997.

Larsen O. I. Og Rekdal J.

Kjøprising i et miljøperspektiv. TØI rapport 324/1997.

PROSAM-rapport nr 56. 1998

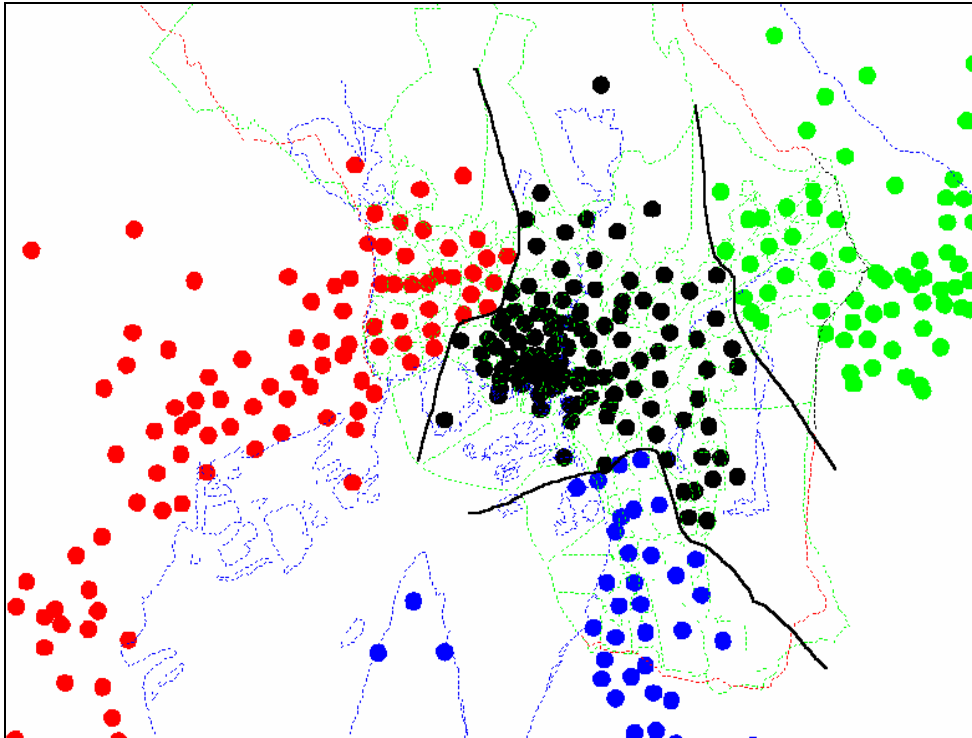
Markedsandeler, særlig rushtrafikk.

PROSAM-rapport nr 50. 1997.

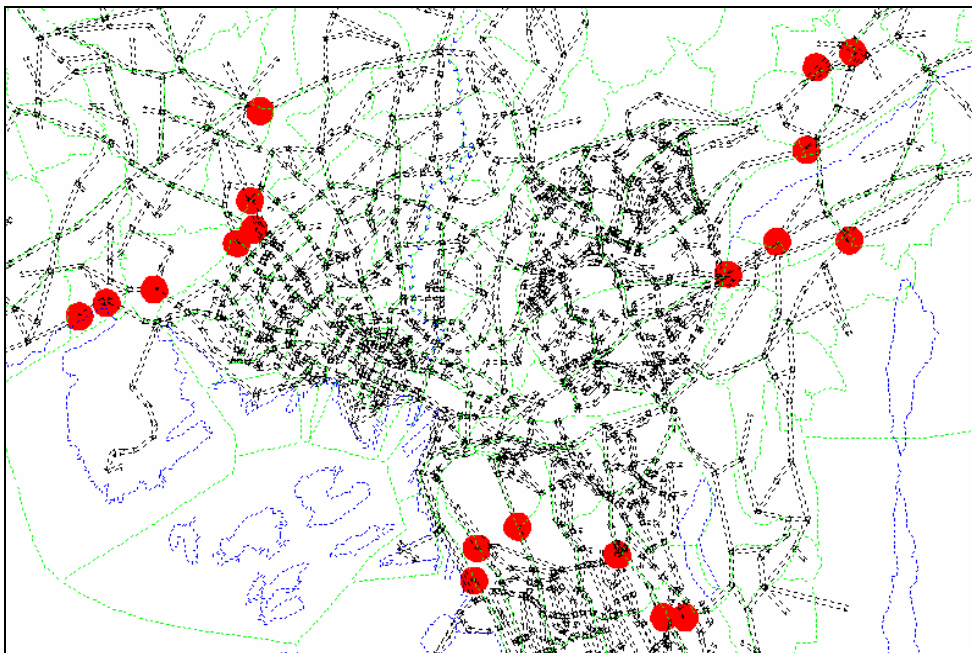
Bygrensetellingen 1996 (revidert utgave).

Vedlegg A. Figurer

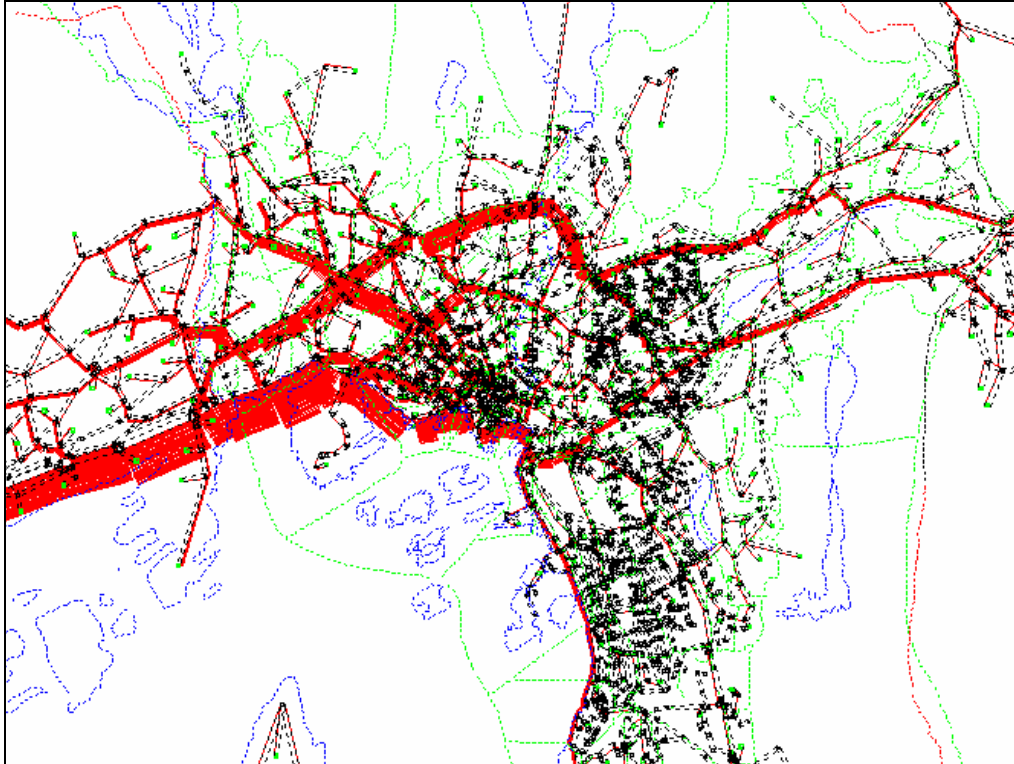
Figur 12. Sonesentroider i det sentrale modellområdet (skillet mellom soner i ulike korridorer er indikert).



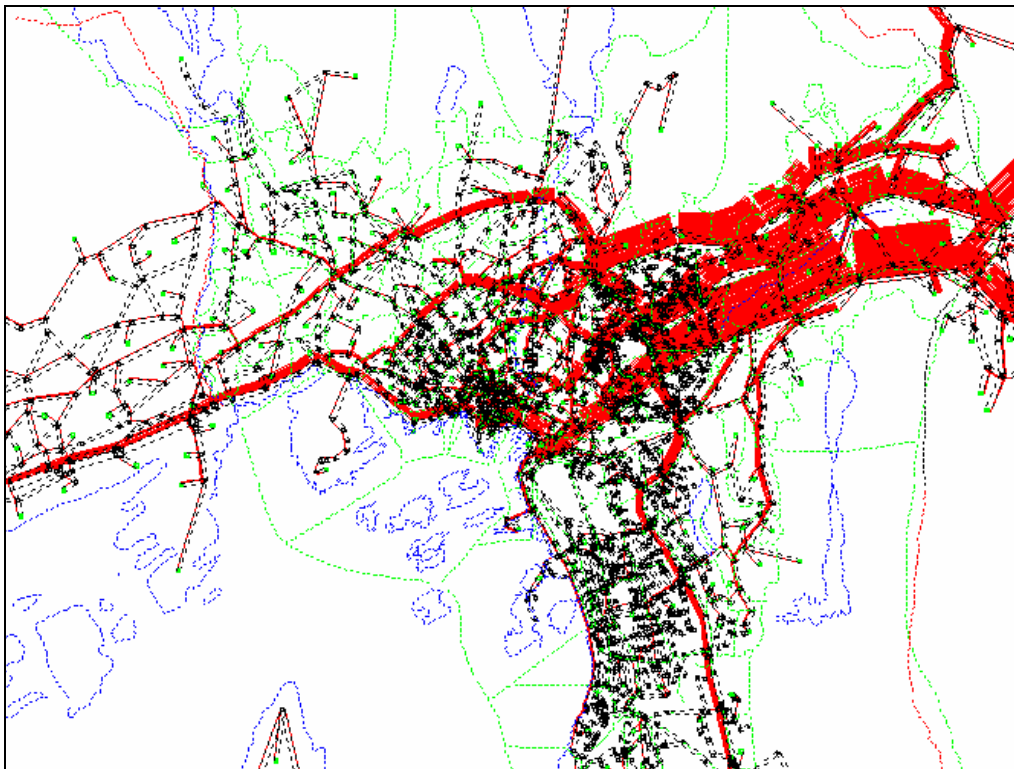
Figur 13. Bomstasjoner.



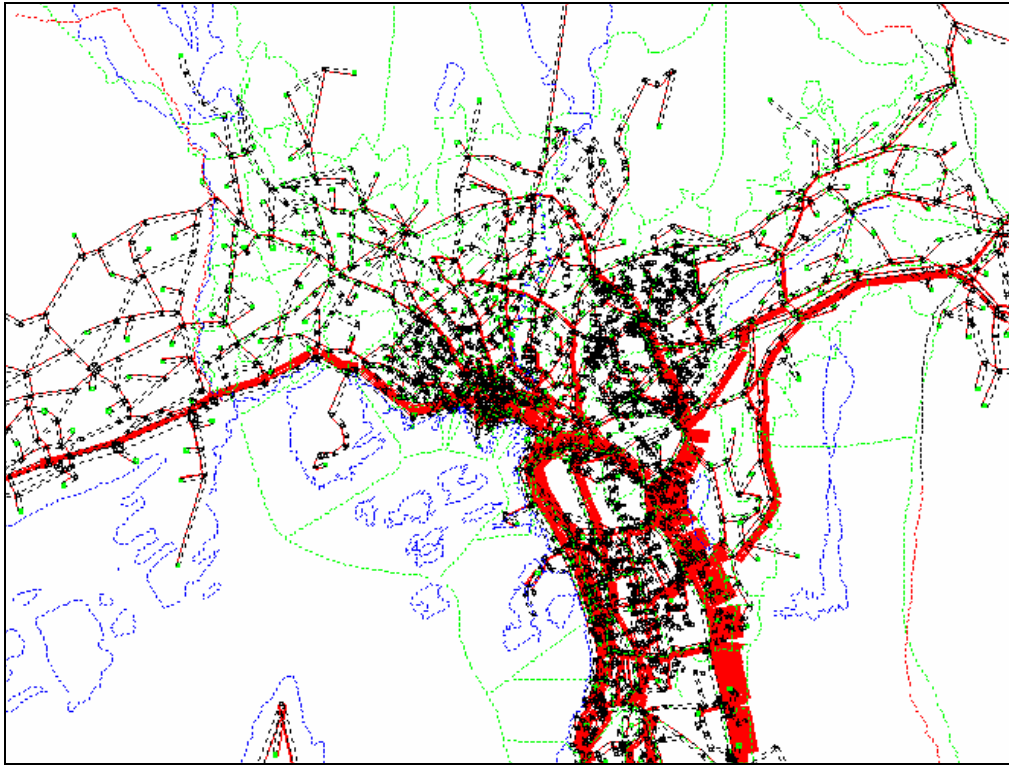
Figur 14. Biltrafikk fra soner i vestkorridoren over bomringen morgen 07-08.



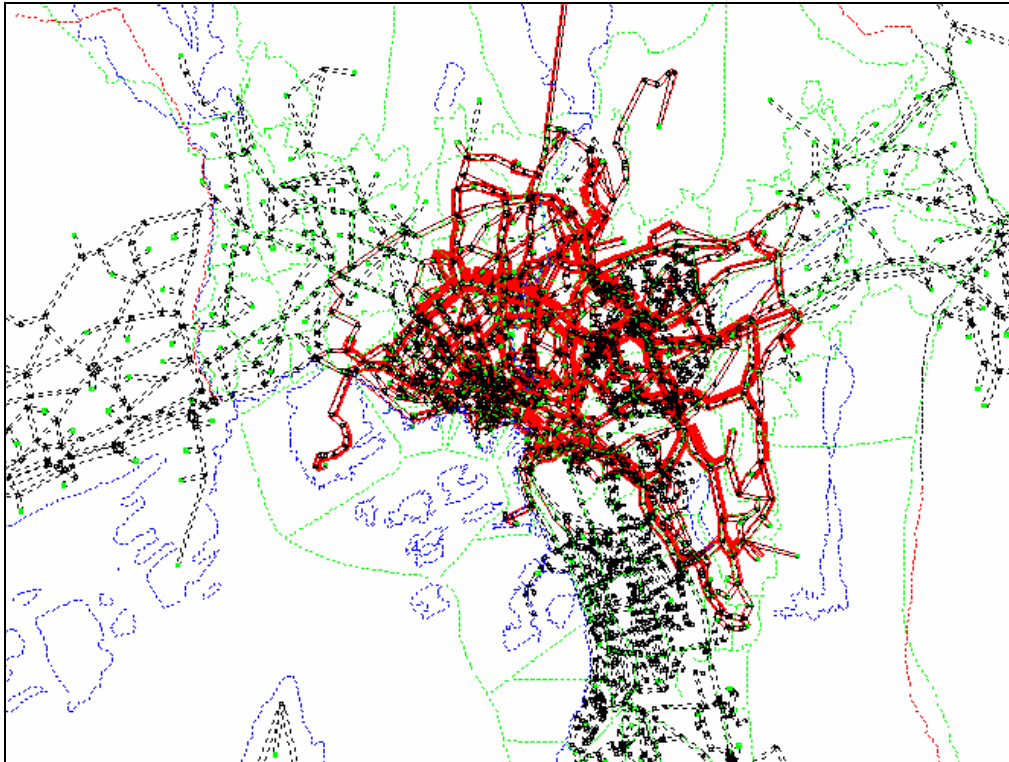
Figur 15. Biltrafikk fra soner i nord/øst-korridoren over bomringen morgen 07-08.



Figur 16. Biltrafikk fra soner i sørkorridoren over bomringen morgen 07-08.



Figur 17. Biltrafikk mellom soner innenfor bomringen morgen 07-08.



Vedlegg B. En oversikt over filer

EMME/2-banken: /emma/tnh/tidibom/

emme2bank	banken
/tlines/linje_*.txt	kollektivlinjer
d202ny97.in	vehicle types
d411_equ.txt	generell Logit-funksjon (fa1)
sving231.txt	svingeforbud

Makroer for EMME/2.

Simequil_<versjon>.txt	kjøreliste
Runequil.txt	hovedmakro
Equilibr.txt	Logit likevektsalgoritme for rushtid
Onehour.txt	Logit for dag- og lavtrafikk

Andre datafiler.

mf10-1.in - mf10-4.in	total elastisk etterspørsel
mf24-P.in - mf64-P.in	uelastisk etterspørsel for periode P
mf28-P.in - mf68-P.in	initiell reisemiddelfordeling

Resultatfiler

Mf?8_<kode>.in.Z	Total etterspørsel fra kjøring <kode>
Scalars_<kode>.txt	Resultater fra EMME/2 (msXX).
Vehkost_<kode>.txt	vognbehov og kapitalkostnader

Vedlegg C. Sentrale makroer

simequil.txt (simuleringer og hjelpemakroer)

```
~/ Kjøreliste for TIDIBOM. KTD 1999
~/ -----
~/ kjøring startes med runequil.txt %1% %2% %3% %4% %5% %6% %7% %8% %9%
~/
~/ %1%      = periode, mrg=1, etm=2, dag=3, lav=4
~/ %2%      = tekststreng til filnavn
~/ %3%-%5%  = bompengesatser
~/ %6%-%8%  = korridor mult. for kollektivtakster
~/ %9%      = gen. mult. for koll.takster
~/
~/
~/--- kjøring for dagens situasjon og diff.bom.
~/
~<init_kol_mrg.txt tlines basis.txt
~<runequil.txt 1 KTDC10 8.7 8.7 8.7 1 1 1 1
~<kapitalkost.txt basis
~<clload.txt 2 2 KTDC10
~<runequil.txt 1 KTDC11 20 40 30 1 1 1 1
~<clload.txt 3 3 KTDC11
~/obs! viktig at kriteriet under ikke inneholder mellomrom
~<cptemp.txt ((ut3/ut2).gt.1.1)&&(ut2.gt.1.0)
~/
~!rm tlines/kol_I/linje_*.txt
~!cp tlines/tlines/linje_*.txt tlines/kol_I/.
~<plinesmrg.txt kol_I
~/
~<init_kol_etm.txt tlines basis.txt
~<runequil.txt 2 KTDC20 8.7 8.7 8.7 1 1 1 1
~<clload.txt 2 2 KTDC20
~<runequil.txt 2 KTDC21 20 40 30 1 1 1 1
~<clload.txt 3 3 KTDC21
~<cptemp.txt ((ut3/ut2).gt.1.1)&&(ut2.gt.1.0)
~/ikke: <plinesetm.txt kol_I
~/
~<init_kol_grun.txt tlines basis.txt
~<runequil.txt 3 KTDC30 8.7 8.7 8.7 1 1 1 1
~<runequil.txt 3 KTDC31 15 15 15 1 1 1 1
~/
~<runequil.txt 4 KTDC40 8.7 8.7 8.7 1 1 1 1
~<runequil.txt 4 KTDC41 0 0 0 1 1 1 1
~/
~//--- nye kjøring med oppdatert kolltilbud (I)
~/
~<init_kol_mrg.txt kol_I koll.txt
~<incfreq_if.txt ut3=1
~<runequil.txt 1 KTDC12 20 40 30 1 1 1 1
~<kapitalkost.txt koll1
~<clload.txt 3 3 KTDC12
~/
~<init_kol_etm.txt kol_I koll.txt
~<incfreq_if.txt ut3=1
~<runequil.txt 2 KTDC22 20 40 30 1 1 1 1
~<clload.txt 3 3 KTDC22
~/
~<init_kol_grun.txt kol_I koll.txt
~<incfreq1_if.txt ut3=1
~<runequil.txt 3 KTDC32 8.7 8.7 8.7 1 1 1 1
~/
~<init_kol_grun.txt kol_I koll.txt
~<incfreq1_if.txt ut3=1
~<runequil.txt 4 KTDC42 0 0 0 1 1 1 1
~/
~/
~/ *** moderat økning av takster ***
~/
~/--- kjøring for dagens situasjon og diff.bom.
```

```

~/
~<init_kol_mrg.txt tlines basis.txt
~<runequil.txt 1 KTDD10 8.7 8.7 8.7 1 1 1 1
~/<kapitalkost.txt basis
~<clload.txt 2 2 KTDD10
~<runequil.txt 1 KTDD11 15 35 25 1 1 1 1
~<clload.txt 3 3 KTDD11
~/obs! viktig at kriteriet under ikke inneholder mellomrom
~<cptemp.txt ((ut3/ut2).gt.1.1)&&(ut2.gt.1.0)
~/
~!rm tlines/kol_II/linje_*.txt
~!cp tlines/tlines/linje_*.txt tlines/kol_II/.
~<plinesmrg.txt kol_II
~/
~<init_kol_etm.txt tlines basis.txt
~<runequil.txt 2 KTDD20 8.7 8.7 8.7 1 1 1 1
~<clload.txt 2 2 KTDD20
~<runequil.txt 2 KTDD21 15 35 25 1 1 1 1
~<clload.txt 3 3 KTDD21
~<cptemp.txt ((ut3/ut2).gt.1.1)&&(ut2.gt.1.0)
~/ikke: <plinesetm.txt kol_II
~/
~<init_kol_grun.txt tlines basis.txt
~<runequil.txt 3 KTDD30 8.7 8.7 8.7 1 1 1 1
~<runequil.txt 3 KTDD31 15 15 15 1 1 1 1
~/
~<runequil.txt 4 KTDD40 8.7 8.7 8.7 1 1 1 1
~<runequil.txt 4 KTDD41 0 0 0 1 1 1 1
~/
///--- nye kjøringar med oppdatert kolltilbud (I)
~/
~<init_kol_mrg.txt kol_II kol2.txt
~<incfreq_if.txt ut3=1
~<runequil.txt 1 KTDD12 15 35 25 1 1 1 1
~<kapitalkost.txt koll2
~<clload.txt 3 3 KTDD12
~/
~<init_kol_etm.txt kol_II kol2.txt
~<incfreq_if.txt ut3=1
~<runequil.txt 2 KTDD22 15 35 25 1 1 1 1
~<clload.txt 3 3 KTDD22
~/
~<init_kol_grun.txt kol_II kol2.txt
~<incfreq1_if.txt ut3=1
~<runequil.txt 3 KTDD32 8.7 8.7 8.7 1 1 1 1
~/
~<init_kol_grun.txt kol_II kol2.txt
~<incfreq1_if.txt ut3=1
~<runequil.txt 4 KTDD42 0 0 0 1 1 1 1
~/

```

runequil.txt (kjøring for gitt trafikksituasjon)

```

~o=295
~!rm trash.txt
~/ Makro av 22.02.99, Tom N Hamre
~/ -----
~/ makroet kjører EFFFYPOL-simulering med utskrift av
~/ resultater for morgen, dag, ettermiddag eller lav/kveld
~/ *** bruker følgende sub-makroer:
~/ btmatrise.txt
~/ ktmatinn.txt
~/ ktmatut.txt
~/ cf.txt
~/ cm
~/ macmrg.txt og macetm.txt
~/ ls-mrg2.txt
~/ ls-etm2.txt
~/ cfs.txt
~/ au-ass.txt
~/ tr-ass.txt
~/ diffetm2.txt
~/ vddagbas.mac
~/ vdlavbas.mac
~/ ls-dag.txt

```

```

~/ ls-lav.txt
~/ calctot1.txt
~/ writetot.txt
~/ gstest.txt
~/ gsdag.txt
~/ *****
~/ parametere (for dag/lav angis verdier som "time 2"):
~/ %1% = velg kjøring av mrg(=1), etm(=2), dag(=3) eller lav(=4)
~/ %2% = del av navn på resultatfil
~/ %3% = bompengesats time 0 (fordeles inn/ut i logit)
~/ %4% = bompengesats time 1 (fordeles inn/ut i logit)
~/ %5% = bompengesats time 2 (fordeles inn/ut i logit)
~/ %6% = multiplikator for kollektivsats time 0 (for korridorer)
~/ %7% = multiplikator for kollektivsats time 1 (for korridorer)
~/ %8% = multiplikator for kollektivsats time 2 (for korridorer)
~/ %9% = generell multiplikator for kollektivsats(er) resterende relasjoner)
~/ *****
~/ eksempel: ~/<runequil.txt 2 etm55 20 40 30 1.10 1.20 1.15 1.05
~/
~/ kostnader for kollektivsystemet må beregnes eksternt !!!
~/ matriser: logsummer initielt mf89 (mf59) og mf15 (mf11)
~/ makroet skriver nødvendige tall til fil; legger de også i skalarer og
~/ regner totalresultat eksklusive kostnader pr år
~/ ***** velger periode/modell:
~x=%1%
~/*** morgen ?
~?x=1
~$MRG
~/*** ettermiddag ?
~?x=2
~$ETM
~/*** dagtrafikk ?
~?x=3
~$DAG
~/*** lavtrafikk ?
~?x=4
~$LAV
~/
~:MRG
~/ ***** MORGEN
~/ *** initialisering mrg
~<btmatrise.txt mf7 %3%/2 %3%/2 %3%/2 %3%/2 %3%/2 bom0
~<btmatrise.txt mf8 %4%/2 %4%/2 %4%/2 %4%/2 %4%/2 bom1
~<btmatrise.txt mf9 %5%/2 %5%/2 %5%/2 %5%/2 %5%/2 bom2
~/ *** kolltakster tar utgangspunkt i mf3 (1997)
~/ *** takstøkning mot sentrum morgen:
~<ktmatinn.txt mf4 %6%/9% kol0
~<ktmatinn.txt mf5 %7%/9% kol1
~<ktmatinn.txt mf6 %8%/9% kol2
~/ *** generell multiplikator:
~<cm mf4*%9% mf4
~<cm mf5*%9% mf5
~<cm mf6*%9% mf6
~/ *** kjøring for mrg
~<equilibr.txt 0 4 %2% 1
~/logsum-matrise beregnes i equilibr.txt
~<cf.txt mf90*mf89 resu-%2%.txt
~<cfs.txt mf90*mf89 ms78
~/ *** resultater mrg
~<gstest.txt /beregner antall gang
og sykkel
~<btmatrise.txt mf9 1 1 1 0 0 0 bomt /bom-matrise for inntektsutregninger
~<cf.txt mf28 resu-%2%.txt /beregner sum for
totalmatriser
~<cf.txt mf38 resu-%2%.txt
~<cf.txt mf48 resu-%2%.txt
~<cf.txt mf58 resu-%2%.txt
~<cf.txt mf68 resu-%2%.txt
~<cf.txt mf78 resu-%2%.txt
~<cf.txt mf88 resu-%2%.txt
~<cf.txt mf22*mf9*%3% resu-%2%.txt /bominntekt elastisk
~<cf.txt mf32*mf9*%4% resu-%2%.txt /bominntekt elastisk
~<cf.txt mf42*mf9*%5% resu-%2%.txt /bominntekt elastisk
~<cfs.txt mf9*(mf22*%3%+mf32*%4%+mf42*%5%)+1.3*mf9*(mf24*%3%+mf34*%4%+mf44*%5%)
ms71
~/ *** bominntekt uelastisk
~<cf.txt 1.3*(mf24*mf9*%3%+mf34*mf9*%4%+mf44*mf9*%5%) resu-%2%.txt
~/ *** bominntekt bare gods
~<cf.txt mf99*2*(mf9*%3%+mf9*%4%+mf9*%5%)/3 resu-%2%.txt
~<cf.txt mf58*mf4 resu-%2%.txt /inntekt kolltakst

```

```

~<cf.txt mf68*mf5 resu-%2%.txt /inntekt kolltakst
~<cf.txt mf78*mf6 resu-%2%.txt /inntekt kolltakst
~<cfs.txt mf58*mf4+mf68*mf5+mf78*mf6 ms72
s=20
~<cttime.txt mf22 mf24 1.58 /beregner reisetider for bil
~<cf.txt mf24*mf16*2.0 resu-%2%.txt /beregner tidskost for uelast bil
~<cfs.txt mf24*mf16*2.0 ms51
s=30
~<cttime.txt mf32 mf34 1.58 /beregner reisetider for bil
~<cf.txt mf34*mf16*2.0 resu-%2%.txt /beregner tidskost for uelast bil
~<cfs.txt mf34*mf16*2.0 ms52
s=40
~<cttime.txt mf42 mf44 1.58 /beregner reisetider for bil
~<cf.txt mf44*mf16*2.0 resu-%2%.txt /beregner tidskost for uelast bil
~<cfs.txt mf44*mf16*2.0 ms53
s=50
~<tr-ass.txt mf58 mf16 /beregner reisetider
for koll
~<cf.txt mf54*mf16*0.63 resu-%2%.txt /beregner tidskost for uelast koll
~<cfs.txt mf54*mf16*0.63 ms54
s=60
~<tr-ass.txt mf68 mf16 /beregner reisetider
for koll
~<cf.txt mf64*mf16*0.63 resu-%2%.txt /beregner tidskost for uelast koll
~<cfs.txt mf64*mf16*0.63 ms55
s=70
~<tr-ass.txt mf78 mf16 /beregner reisetider
for koll
~<cf.txt mf74*mf16*0.63 resu-%2%.txt /beregner tidskost for uelast koll
~<cfs.txt mf74*mf16*0.63 ms56
~<calckolkost.txt
~<save_demand3.txt %2%
~/ ***** ferdig morgen
~?x=1
~$RES
~/
~:ETM
~/ ***** ETTERMIDDAG
~/ *** initialisering etm
~<btmatrise.txt mf7 %3%/2 %3%/2 %3%/2 %3%/2 %3%/2 %3%/2 bom0
~<btmatrise.txt mf8 %4%/2 %4%/2 %4%/2 %4%/2 %4%/2 %4%/2 bom1
~<btmatrise.txt mf9 %5%/2 %5%/2 %5%/2 %5%/2 %5%/2 %5%/2 bom2
~/ *** kolltakster tar utgangspunkt i mf3 (1997)
~/ *** takstøkning ut av sentrum etm:
~<ktmatut.txt mf4 %6%/9% kol0
~<ktmatut.txt mf5 %7%/9% koll
~<ktmatut.txt mf6 %8%/9% kol2
~/ *** generell multiplikator:
~<cm mf4*%9% mf4
~<cm mf5*%9% mf5
~<cm mf6*%9% mf6
~/ *** kjøring for etm
~<equilibr.txt 0 4 %2% 2
~<cf.txt mf90*mf89 resu-%2%.txt
~<cfs.txt mf90*mf89 ms78
~/ *** resultater mrg / etm
~<gstest.txt /beregner antall gang
og sykkel
~<btmatrise.txt mf9 1 1 1 0 0 0 bomt /bom-matrise for inntektsutregninger
~<cf.txt mf28 resu-%2%.txt /beregner sum for
totalmatriser
~<cf.txt mf38 resu-%2%.txt
~<cf.txt mf48 resu-%2%.txt
~<cf.txt mf58 resu-%2%.txt
~<cf.txt mf68 resu-%2%.txt
~<cf.txt mf78 resu-%2%.txt
~<cf.txt mf88 resu-%2%.txt
~<cf.txt mf22*mf9*%3% resu-%2%.txt /bominntekt elastisk
~<cf.txt mf32*mf9*%4% resu-%2%.txt /bominntekt elastisk
~<cf.txt mf42*mf9*%5% resu-%2%.txt /bominntekt elastisk
~<cfs.txt mf9*(mf22*%3%+mf32*%4%+mf42*%5%)+1.3*mf9*(mf24*%3%+mf34*%4%+mf44*%5%)
ms71
~/ *** bominntekt uelastisk
~<cf.txt 1.3*mf9*(mf24*%3%+mf34*%4%+mf44*%5%) resu-%2%.txt
~/ *** bominntekt bare gods
~<cf.txt mf99*2*(mf9*%3%+mf9*%4%+mf9*%5%)/3 resu-%2%.txt
~<cf.txt mf58*mf4 resu-%2%.txt /inntekt kolltakst
~<cf.txt mf68*mf5 resu-%2%.txt /inntekt kolltakst
~<cf.txt mf78*mf6 resu-%2%.txt /inntekt kolltakst
~<cfs.txt mf58*mf4+mf68*mf5+mf78*mf6 ms72

```

```

s=20
~<cttime.txt mf22 mf24 1.58 /beregner reisetider
for bil
~<cf.txt mf24*mf16*2.0 resu-%2%.txt /beregner tidskost for uelast bil
~<cfs.txt mf24*mf16*2.0 ms51
s=30
~<cttime.txt mf32 mf34 1.58 /beregner reisetider for bil
~<cf.txt mf34*mf16*2.0 resu-%2%.txt /beregner tidskost for uelast bil
~<cfs.txt mf34*mf16*2.0 ms52
s=40
~<cttime.txt mf42 mf44 1.58 /beregner reisetider for bil
~<cf.txt mf44*mf16*2.0 resu-%2%.txt /beregner tidskost for uelast bil
~<cfs.txt mf44*mf16*2.0 ms53
s=50
~<tr-ass.txt mf58 mf16 /beregner reisetider
for koll
~<cf.txt mf54*mf16*0.63 resu-%2%.txt /beregner tidskost for uelast koll
~<cfs.txt mf54*mf16*0.63 ms54
s=60
~<tr-ass.txt mf68 mf16 /beregner reisetider
for koll
~<cf.txt mf64*mf16*0.63 resu-%2%.txt /beregner tidskost for uelast koll
~<cfs.txt mf64*mf16*0.63 ms55
s=70
~<tr-ass.txt mf78 mf16 /beregner reisetider
for koll
~<cf.txt mf74*mf16*0.63 resu-%2%.txt /beregner tidskost for uelast koll
~<cfs.txt mf74*mf16*0.63 ms56
~<calckolkost.txt
~<save_demand3.txt %2%
~/ ***** ferdig ettermiddag
~?x=2
~$RES
~: DAG
~/ ***** DAG
~/ *** initialisering dag
~<btmatrise.txt mf8 %3%/2 %3%/2 %3%/2 %3%/2 %3%/2 %3%/2 bomt /bompenger for
dagtrafikk
~<cf.txt mf3*%9% mf5
~/ *** kjøring for dag
~<onehour.txt %2% 3 /kjører dag
~/ *** nytte
~<cf.txt mf90*mf89 resu-%2%.txt /elastisk traf.nytte
~<cfs.txt mf90*mf89 ms78
~/ ***** resultater for dag
~<gsdag.txt
~<btmatrise.txt mf8 1 1 1 0 0 0 bomt /bom-matrise for utregninger
~<cf.txt mf38 resu-%2%.txt /antall bil
~<cf.txt mf68 resu-%2%.txt /antall koll
~<cf.txt mf32*mf8*%3% resu-%2%.txt /bominntekt elastisk
~<cf.txt 1.3*mf34*mf8*%3% resu-%2%.txt /bominntekt uelastisk
~<cfs.txt (mf32*mf8*%3%)+(1.3*mf34*mf8*%3%) ms71
~<cf.txt mf68*mf5 resu-%2%.txt /kollinntekt
~<cfs.txt mf68*mf5 ms72
s=30
~<cttime.txt mf32 mf34 1.58
~<cf.txt mf16*mf34*2.0 resu-%2%.txt /tidskostnader uelastisk bil
~<cfs.txt mf16*mf34*2.0 ms52
s=60
~<tr-ass.txt mf68 mf16
~<cf.txt mf16*mf64*0.63 resu-%2%.txt /tidskostnader uelastisk koll
~<cfs.txt mf16*mf64*0.63 ms55
s=60
~<timekost_ny.txt ms37
~<save_demand1.txt %2%
~/ ***** ferdig dag
~?x=3
~$RES
~: LAV
~/ ***** LAV
~/ *** initialisering lav
~<btmatrise.txt mf8 %3%/2 %3%/2 %3%/2 %3%/2 %3%/2 %3%/2 bomt /bompenger for
lavtrafikk
~<cf.txt mf3*%9% mf5
~/ *** kjøring for dag
~<onehour.txt %2% 4 /kjører lav
~/ *** nytte
~<cf.txt mf90*mf89 resu-%2%.txt /elastisk traf.nytte
~<cfs.txt mf90*mf89 ms78
~/ ***** resultater for dag

```

```

~<gsdag.txt
~<btmatrise.txt mf8 1 1 1 0 0 bomt /bom-matrise for utregninger
~<cf.txt mf38 resu-%2%.txt /antall bil
~<cf.txt mf68 resu-%2%.txt /antall koll
~<cf.txt mf32*mf8*%3% resu-%2%.txt /bominntekt elastisk
~<cf.txt 1.3*mf34*mf8*%3% resu-%2%.txt /bominntekt uelastisk
~<cfs.txt (mf32*mf8*%3%)+(1.3*mf34*mf8*%3%) ms71
~<cf.txt mf68*mf5 resu-%2%.txt /kollinntekt
~<cfs.txt mf68*mf5 ms72
s=30
~<cttime.txt mf32 mf34 1.58
~<cf.txt mf16*mf34*2.0 resu-%2%.txt /tidskostnader uelastisk bil
~<cfs.txt mf16*mf34*2.0 ms52
s=60
~<tr-ass.txt mf68 mf16
~<cf.txt mf16*mf64*0.63 resu-%2%.txt /tidskostnader uelastisk koll
~<cfs.txt mf16*mf64*0.63 ms55
s=60
~<timekost_ny.txt ms37
~<save_demand1.txt %2%
~/ ***** ferdig lav
~?x=4
~$RES
~/
~:RES
~/ *** totaltrafikktall:
~<cfs.txt mf28 ms20
~<cfs.txt mf38 ms21
~<cfs.txt mf48 ms22
~<cfs.txt mf58 ms23
~<cfs.txt mf68 ms24
~<cfs.txt mf78 ms25
~<cfs.txt mf88 ms26
~/
~/cfs.txt mf95 ms27
~/cfs.txt mf96 ms28
~/cfs.txt mf97 ms29
~/
~<cfs.txt mf22 ms30
~<cfs.txt mf32 ms31
~<cfs.txt mf42 ms32
~<cfs.txt mf52 ms33
~<cfs.txt mf62 ms34
~<cfs.txt mf72 ms35
~/ *** skriver ut skalarer (resultat)
~<writetot.txt %2%
~/<kapitalkost.txt %2%
~/ *** beregner utvalgte hastigheter og reisetider med bil
~?x=3
~$TSKORT
~?x=4
~$TSKORT
~/hopper over dette:
~$SLUTTEN
s=20
~<reisetid-multi.txt mf28
~<speed-multi.txt
~<time_speed.txt mf28 %2%
s=30
~<reisetid-multi.txt mf38
~<speed-multi.txt
~<time_speed.txt mf38 %2%
s=40
~<reisetid-multi.txt mf48
~<speed-multi.txt
~<time_speed.txt mf48 %2%
~?x=1
~$SLUTTEN
~?x=2
~$SLUTTEN
~:TSKORT
~$SLUTTEN
s=80
~<reisetid-multi.txt mf95
~<speed-multi.txt
~<time_speed.txt mf95 %2%
~:SLUTTEN
~/ ***** ferdig
~<csnitt.txt csnitt_%1%_%2%.txt

```

equibr.txt (likevekt for tretimers rush)

```
~!rm trash.txt
reports=trash.txt
~/*****
~/TIDIBOM - 3 timer / LOGIT med 7 alternativer
~/makro av 15.04.99, effektivisert og utvidet
~/Tom N Hamre
~/makroen kalles med ~<equibr.txt %1% %2% %3% %4%
~/OBS! makro "runequil.txt" gjør innledende beregninger
~/OBS! makro "simequil.txt" starter kjøring (leser kolltilbud)
~/
~/%1% = start direkte på iterering (0/1)
~/%2% = max. antall iterasjoner
~/%3% = tekststreng til filnavn (ut)
~/%4% = morgen eller ettermiddag (1/2)
~/*****
~t1=%1%
~t2=%2%
~t3=%3%
~t4=%4%
~/
~?t4=2
~$INITETM
~/----- setter konstanter for morgenrushet -----
~/
~t0=d
~/parkeringsmotstand: destinasjon
~r2=-0.985 /konstant: bil time 0
~r3=0.030 /konstant: bil time 1 (!)
~r4=-0.215 /konstant: bil time 2
~r5=0.130 /konstant: kol time 0
~r6=1.120 /konstant: kol time 1
~r7=0.780 /konstant: kol time 2
~r8=12.99 /konstant: gs
~r10=-0.031 /koeff: gen tid (a)
~r20=-0.049 /koeff: kost (b)
~r30=-0.196 /koeff: park (c)
~r40=-0.500 /koeff: avstand gs
~/
~r121=-0.250 /tillegg bil fra vest time 0
~r122=0.000 /tillegg bil fra vest time 1
~r123=0.450 /tillegg bil fra vest time 2
~r131=0.250 /tillegg bil fra nord time 0
~r132=0.250 /tillegg bil fra nord time 1
~r133=0.150 /tillegg bil fra nord time 2
~r141=0.000 /tillegg bil fra soer time 0
~r142=-0.100 /tillegg bil fra soer time 1
~r143=-0.150 /tillegg bil fra soer time 2
~/
~+#3.12#2#mf10#y#q#3.11#mf10-1.in#2
~+#3.12#2#mf20#y#q#3.11#mf20-1.in#2
~+#3.12#2#mf30#y#q#3.11#mf30-1.in#2
~+#3.12#2#mf40#y#q#3.11#mf40-1.in#2
~+#3.12#2#mf24#y#q#3.11#mf24-1.in#2
~+#3.12#2#mf34#y#q#3.11#mf34-1.in#2
~+#3.12#2#mf44#y#q#3.11#mf44-1.in#2
~+#3.12#2#mf54#y#q#3.11#mf54-1.in#2
~+#3.12#2#mf64#y#q#3.11#mf64-1.in#2
~+#3.12#2#mf74#y#q#3.11#mf74-1.in#2
~/<ela_mrg.txt 0.25
~$INITMRG
~:INITETM
~/----- setter konstanter for ettermiddagsrushet -----
~/
~t0=o
~/parkeringsmotstand: origin
~r2=-0.075 /konstant: bil time 0
~r3=-0.005 /konstant: bil time 1 (!)
~r4=-0.245 /konstant: bil time 2
~r5=0.620 /konstant: kol time 0
~r6=0.720 /konstant: kol time 1
~r7=0.350 /konstant: kol time 2
~r8=6.500 /konstant: gs
```

```

~r10=-0.031          /koeff: gen tid (a)
~r20=-0.049          /koeff: kost (b)
~r30=-0.196          /koeff: park (c)
~r40=-0.500          /koeff: avstand gs
~/
~r121=0.000          /tillegg bil fra vest time 0
~r122=0.000          /tillegg bil fra vest time 1
~r123=0.000          /tillegg bil fra vest time 2
~r131=0.045          /tillegg bil fra nord time 0
~r132=0.045          /tillegg bil fra nord time 1
~r133=0.000          /tillegg bil fra nord time 2
~r141=-0.055         /tillegg bil fra soer time 0
~r142=-0.055         /tillegg bil fra soer time 1
~r143=-0.030         /tillegg bil fra soer time 2
~/
~+#3.12#2#mf10#y#q#3.11#mf10-2.in#2
~+#3.12#2#mf20#y#q#3.11#mf20-2.in#2
~+#3.12#2#mf30#y#q#3.11#mf30-2.in#2
~+#3.12#2#mf40#y#q#3.11#mf40-2.in#2
~+#3.12#2#mf24#y#q#3.11#mf24-2.in#2
~+#3.12#2#mf34#y#q#3.11#mf34-2.in#2
~+#3.12#2#mf44#y#q#3.11#mf44-2.in#2
~+#3.12#2#mf54#y#q#3.11#mf54-2.in#2
~+#3.12#2#mf64#y#q#3.11#mf64-2.in#2
~+#3.12#2#mf74#y#q#3.11#mf74-2.in#2
~/<ela_etm.txt 0.25
~:INITMRG
~/-----
~/lager matriser for (hoved)konstantene i nyttefunksjonene
~+#3.21#1#y#mf11#n#%r2%###n#2#q
~+#3.21#1#y#mf17#n#%r3%###n#2#q
~+#3.21#1#y#mf12#n#%r4%###n#2#q
~+#3.21#1#y#mf13#n#%r5%###n#2#q
~+#3.21#1#y#mf14#n#%r6%###n#2#q
~+#3.21#1#y#mf15#n#%r7%###n#2#q
~/-----
~/justerer matrisene ift korridor vest
~+#3.21#1#y#mf11#n#mf11+%r121%###y#gs2##gs1#gs3#gs4##2#q
~+#3.21#1#y#mf17#n#mf17+%r122%###y#gs2##gs1#gs3#gs4##2#q
~+#3.21#1#y#mf12#n#mf12+%r123%###y#gs2##gs1#gs3#gs4##2#q
~/justerer matrisene ift korridor nord
~+#3.21#1#y#mf11#n#mf11+%r131%###y#gs3##gs1#gs2#gs4##2#q
~+#3.21#1#y#mf17#n#mf17+%r132%###y#gs3##gs1#gs2#gs4##2#q
~+#3.21#1#y#mf12#n#mf12+%r133%###y#gs3##gs1#gs2#gs4##2#q
~/justerer matrisene ift korridor soer
~+#3.21#1#y#mf11#n#mf11+%r141%###y#gs4##gs1#gs3#gs2##2#q
~+#3.21#1#y#mf17#n#mf17+%r142%###y#gs4##gs1#gs3#gs2##2#q
~+#3.21#1#y#mf12#n#mf12+%r143%###y#gs4##gs1#gs3#gs2##2#q
~/-----
~/setter hjelpekonstanter
~x=1
~z=1
~/lager midlertidige hjelpematriser
~<init_temp_mat.txt
~/kopierer til hjelpeskalarer
~+#3.21#1#y#ms2#n#%r2%###2#q
~+#3.21#1#y#ms3#n#%r3%###2#q
~+#3.21#1#y#ms4#n#%r4%###2#q
~+#3.21#1#y#ms5#n#%r10%###2#q
~+#3.21#1#y#ms6#n#%r20%###2#q
~+#3.21#1#y#ms7#n#%r30%###2#q
~/leser logit-funksjon fal !!!
~+#4.12#4#fal#y#q#4.11#d411_equ.txt#2
~/kopierer total elastisk ettersp
~+#3.21#1#y#mf90#n#mf10###n#2#q
~/velger startsted i makroen
~?t1=1
~$ITER
~/-----
~/lager startmatrise for gentid, bil time 0
~+#s=20#5.11#1#~?q=2#2#2#a#length#1.58#1#mf20###mf21#n#30#.25#.25#5.21#2
~/lager startmatrise for gentid, bil time 2
~+#s=40#5.11#1#~?q=2#2#2#a#length#1.58#1#mf40###mf41#n#30#.25#.25#5.21#2
~/
~/lager matrise for gentid, koll time 0
~+#s=50#5.11#2#~?q=2#2#ms1#mf51#n#####'*#1#1#4.0#1#0.5#2#1.8#2#n#5.31#2
~/lager matrise for gentid, koll time 1
~+#s=60#5.11#2#~?q=2#2#ms1#mf61#n#####'*#1#1#4.0#1#0.5#2#1.8#2#n#5.31#2
~/lager matrise for gentid, koll time 2
~+#s=70#5.11#2#~?q=2#2#ms1#mf71#n#####'*#1#1#4.0#1#0.5#2#1.8#2#n#5.31#2

```



```

~/lager matrise for gentid, gang/sykkel
~+#s=80#5.11#2#~?q=2#2#ms1#mf81#n#####*'#1#1#4.0#1#0.5#1#1#n#5.31#2
~/
~/kopierer til arbeidsmatriser
~+#3.21#1#y#mf23#n#mf21#####n#2#q
~+#3.21#1#y#mf43#n#mf41#####n#2#q
~/
~?t4=2
~$TRA
~/mrg
~+#3.21#1#y#mf53#n#mf51#####n#2#q
~+#3.21#1#y#mf63#n#mf61#####n#2#q
~+#3.21#1#y#mf73#n#mf71#####n#2#q
~+#3.21#1#y#mf83#n#mf81#####n#2#q
~$ITRA
~:ITRA
~/etm
~+#3.21#1#y#mf53#n#mf51'#####n#2#q
~+#3.21#1#y#mf63#n#mf61'#####n#2#q
~+#3.21#1#y#mf73#n#mf71'#####n#2#q
~+#3.21#1#y#mf83#n#mf81'#####n#2#q
~:ITRA
~/konstanter: %r2%, %r3%, %r4%, %r5%, %r6%, %r7%, %r8%
~/koeffisienter: %r10% %r20% %r30% %r40%
~/input til equilibr.txt: %t0% %t1% %t2% %t3% %t4%
~:NEXT
~:ITER
~/----- iterasjon nr %x% -----
~/logit-modell time 1
~+#s=30#3.21#1#y#mf91#n
~+#exp(mf11+%r10%*mf23+%r20%*mf7+%r30%*m%t0%9)
~+#exp(mf12+%r10%*mf43+%r20%*mf9+%r30%*m%t0%9)
~+#exp(mf13+%r10%*mf53+%r20%*mf4)#+exp(mf14+%r10%*mf63+%r20%*mf5)
~+#exp(mf15+%r10%*mf73+%r20%*mf6)#+exp(%r8%+%r40%*mf83)#####n#2#q
~+#5.11#3#~?q=2#2#2#a#length#1.58#1#mf32#n#mf34#1#1
~+#mf90#mf8#mf91#m%t0%9#mf17#mf33#n#mf92#n#mf93#n#30#0.25#5.21#2
~/logit-modell time 0
~+#s=20#3.21#1#y#mf91#n
~+#exp(mf17+%r10%*mf33+%r20%*mf8+%r30%*m%t0%9)
~+#exp(mf12+%r10%*mf43+%r20%*mf9+%r30%*m%t0%9)
~+#exp(mf13+%r10%*mf53+%r20%*mf4)#+exp(mf14+%r10%*mf63+%r20%*mf5)
~+#exp(mf15+%r10%*mf73+%r20%*mf6)#+exp(%r8%+%r40%*mf83)#####n#2#q
~+#5.11#3#~?q=2#2#2#a#length#1.58#1#mf22#n#mf24#1#1
~+#mf90#mf7#mf91#m%t0%9#mf11#mf23#n#mf92#n#mf93#n#30#0.25#5.21#2
~/logit-modell time 2
~+#s=40#3.21#1#y#mf91#n
~+#exp(mf11+%r10%*mf23+%r20%*mf7+%r30%*m%t0%9)
~+#exp(mf17+%r10%*mf33+%r20%*mf8+%r30%*m%t0%9)
~+#exp(mf13+%r10%*mf53+%r20%*mf4)#+exp(mf14+%r10%*mf63+%r20%*mf5)
~+#exp(mf15+%r10%*mf73+%r20%*mf6)#+exp(%r8%+%r40%*mf83)#####n#2#q
~+#5.11#3#~?q=2#2#2#a#length#1.58#1#mf42#n#mf44#1#1
~+#mf90#mf9#mf91#m%t0%9#mf12#mf43#n#mf92#n#mf93#n#30#0.25#5.21#2
~/regner ut nye kollektivmatriser
~+#3.21#1#y#mf52#n
~+#1/(1+exp(-1*mf13-%r10%*mf53-%r20%*mf4)
~+#* (exp(mf11+%r10%*mf23+%r20%*mf7+%r30%*m%t0%9)
~+#exp(mf17+%r10%*mf33+%r20%*mf8+%r30%*m%t0%9)
~+#exp(mf12+%r10%*mf43+%r20%*mf9+%r30%*m%t0%9)
~+#exp(mf14+%r10%*mf63+%r20%*mf5)#+exp(mf15+%r10%*mf73+%r20%*mf6)
~+#exp(%r8%+%r40%*mf83))#####n#2#q
~+#3.21#1#y#mf52#n#mf90*mf52#####n#2#q
~+#3.21#1#y#mf62#n
~+#1/(1+exp(-1*mf14-%r10%*mf63-%r20%*mf5)
~+#* (exp(mf11+%r10%*mf23+%r20%*mf7+%r30%*m%t0%9)
~+#exp(mf17+%r10%*mf33+%r20%*mf8+%r30%*m%t0%9)
~+#exp(mf12+%r10%*mf43+%r20%*mf9+%r30%*m%t0%9)
~+#exp(mf13+%r10%*mf53+%r20%*mf4)#+exp(mf15+%r10%*mf73+%r20%*mf6)
~+#exp(%r8%+%r40%*mf83))#####n#2#q
~+#3.21#1#y#mf62#n#mf90*mf62#####n#2#q
~+#3.21#1#y#mf72#n
~+#1/(1+exp(-1*mf15-%r10%*mf73-%r20%*mf6)
~+#* (exp(mf11+%r10%*mf23+%r20%*mf7+%r30%*m%t0%9)
~+#exp(mf17+%r10%*mf33+%r20%*mf8+%r30%*m%t0%9)
~+#exp(mf12+%r10%*mf43+%r20%*mf9+%r30%*m%t0%9)
~+#exp(mf13+%r10%*mf53+%r20%*mf4)#+exp(mf14+%r10%*mf63+%r20%*mf5)
~+#exp(%r8%+%r40%*mf83))#####n#2#q
~+#3.21#1#y#mf72#n#mf90*mf72#####n#2#q
~/
~+#3.21#1#y#ms30#n#mf22#####n#2#q
~+#3.21#1#y#ms31#n#mf32#####n#2#q

```

```

~+#3.21#1#y#ms32#n#mf42#####2#q
~+#3.21#1#y#ms33#n#mf52#####2#q
~+#3.21#1#y#ms34#n#mf62#####2#q
~+#3.21#1#y#ms35#n#mf72#####2#q
~/elastisk: %ms30%, %ms31%, %ms32%, %ms33%, %ms34%, %ms35%
~/
reports=volum-%t3%.txt
~+#3.21#1#y#mf28#n#mf22+mf24#####2#q
~+#3.21#1#y#mf38#n#mf32+mf34#####2#q
~+#3.21#1#y#mf48#n#mf42+mf44#####2#q
~+#3.21#1#y#mf58#n#mf52+mf54#####2#q
~+#3.21#1#y#mf68#n#mf62+mf64#####2#q
~+#3.21#1#y#mf78#n#mf72+mf74#####2#q
reports=gcA-%t3%.txt
~+#3.21#1#n#mf23#####2#q
~+#3.21#1#n#mf33#####2#q
~+#3.21#1#n#mf43#####2#q
~+#3.21#1#n#mf53#####2#q
~+#3.21#1#n#mf63#####2#q
~+#3.21#1#n#mf73#####2#q
reports=gcW-%t3%.txt
~+#3.21#1#n#mf23*mf28#####2#q
~+#3.21#1#n#mf33*mf38#####2#q
~+#3.21#1#n#mf43*mf48#####2#q
~+#3.21#1#n#mf53*mf58#####2#q
~+#3.21#1#n#mf63*mf68#####2#q
~+#3.21#1#n#mf73*mf78#####2#q
reports=trash.txt
~+#3.21#1#y#ms10#n#abs(1-mf23/mf21)##mf21#20,60,in#n#.max.#.max.#2#q
~+#3.21#1#y#ms11#n#abs(1-mf43/mf41)##mf41#20,60,in#n#.max.#.max.#2#q
~+#3.21#1#y#ms11#n#ms11.max.ms10#####2#q
~/konvergensindikator: %ms11%
reports=?
~+#3.21#1#n#ms11###2#conv-%t3%.txt#q
reports=trash.txt
~+#3.21#1#y#ms11#n#ms11<0.010###2#q
~+#3.21#1#y#mf21#n#mf23#####2#q
~+#3.21#1#y#mf41#n#mf43#####2#q
~?z=%ms11%
~$SLUTT
~x+1
~?x<%t2%
~$NEXT
~:SLUTT
~z=%ms11%
~?z=1
~/konvergens etter %x% iterasjoner
~?z=0
~/stopper etter max its.
~/-----
~/beregner elastisk og total ettersp etter %x% iterasjoner:
~+#3.21#1#y#mf32#n
~+#1/(1+exp(-1*mf17-%r10%*mf33-%r20%*mf8-%r30%*m%t0%9))
~+#*(exp(mf11+%r10%*mf23+%r20%*mf7+%r30%*m%t0%9))
~+#exp(mf12+%r10%*mf43+%r20%*mf9+%r30%*m%t0%9))
~+#exp(mf13+%r10%*mf53+%r20%*mf4)#+exp(mf14+%r10%*mf63+%r20%*mf5)
~+#exp(mf15+%r10%*mf73+%r20%*mf6)#+exp(%r8%+%r40%*mf83))#####2#q
~+#3.21#1#y#mf32#n#mf90*mf32#####2#q
~+#3.21#1#y#mf22#n
~+#1/(1+exp(-1*mf11-%r10%*mf23-%r20%*mf7-%r30%*m%t0%9))
~+#*(exp(mf17+%r10%*mf33+%r20%*mf8+%r30%*m%t0%9))
~+#exp(mf12+%r10%*mf43+%r20%*mf9+%r30%*m%t0%9))
~+#exp(mf13+%r10%*mf53+%r20%*mf4)#+exp(mf14+%r10%*mf63+%r20%*mf5)
~+#exp(mf15+%r10%*mf73+%r20%*mf6)#+exp(%r8%+%r40%*mf83))#####2#q
~+#3.21#1#y#mf22#n#mf90*mf22#####2#q
~+#3.21#1#y#mf42#n
~+#1/(1+exp(-1*mf12-%r10%*mf43-%r20%*mf9-%r30%*m%t0%9))
~+#*(exp(mf11+%r10%*mf23+%r20%*mf7+%r30%*m%t0%9))
~+#exp(mf17+%r10%*mf33+%r20%*mf8+%r30%*m%t0%9))
~+#exp(mf13+%r10%*mf53+%r20%*mf4)#+exp(mf14+%r10%*mf63+%r20%*mf5)
~+#exp(mf15+%r10%*mf73+%r20%*mf6)#+exp(%r8%+%r40%*mf83))#####2#q
~+#3.21#1#y#mf42#n#mf90*mf42#####2#q
~+#3.21#1#y#mf52#n
~+#1/(1+exp(-1*mf13-%r10%*mf53-%r20%*mf4)
~+#*(exp(mf11+%r10%*mf23+%r20%*mf7+%r30%*m%t0%9))
~+#exp(mf17+%r10%*mf33+%r20%*mf8+%r30%*m%t0%9))
~+#exp(mf12+%r10%*mf43+%r20%*mf9+%r30%*m%t0%9))
~+#exp(mf14+%r10%*mf63+%r20%*mf5)#+exp(mf15+%r10%*mf73+%r20%*mf6)
~+#exp(%r8%+%r40%*mf83))#####2#q
~+#3.21#1#y#mf52#n#mf90*mf52#####2#q

```

```

~+#3.21#1#y#mf62#n
~+#1/(1+exp(-1*mf14-%r10%*mf63-%r20%*mf5)
~+#*(exp(mf11+%r10%*mf23+%r20%*mf7+%r30%*m%t0%9)
~+#+exp(mf17+%r10%*mf33+%r20%*mf8+%r30%*m%t0%9)
~+#+exp(mf12+%r10%*mf43+%r20%*mf9+%r30%*m%t0%9)
~+#+exp(mf13+%r10%*mf53+%r20%*mf4)#+exp(mf15+%r10%*mf73+%r20%*mf6)
~+#+exp(%r8%+%r40%*mf83))###n#2#q
~+#3.21#1#y#mf62#n#mf90*mf62###n#2#q
~+#3.21#1#y#mf72#n
~+#1/(1+exp(-1*mf15-%r10%*mf73-%r20%*mf6)
~+#*(exp(mf11+%r10%*mf23+%r20%*mf7+%r30%*m%t0%9)
~+#+exp(mf17+%r10%*mf33+%r20%*mf8+%r30%*m%t0%9)
~+#+exp(mf12+%r10%*mf43+%r20%*mf9+%r30%*m%t0%9)
~+#+exp(mf13+%r10%*mf53+%r20%*mf4)#+exp(mf14+%r10%*mf63+%r20%*mf5)
~+#+exp(%r8%+%r40%*mf83))###n#2#q
~+#3.21#1#y#mf72#n#mf90*mf72###n#2#q
~/-----
~/skriver ut tall på lenkesnitt
s=20
~<lenkesnitt.txt t0_%t3%
s=30
~<lenkesnitt.txt t1_%t3%
s=40
~<lenkesnitt.txt t2_%t3%
~/-----
reports=trash.txt
~/beregner logsum-matrise (mf89)
~+#3.21#1#y#mf89#n
~+#1n(exp(mf11+%r10%*mf23+%r20%*mf7+%r30%*m%t0%9)
~+#+exp(mf17+%r10%*mf33+%r20%*mf8+%r30%*m%t0%9)
~+#+exp(mf12+%r10%*mf43+%r20%*mf9+%r30%*m%t0%9)
~+#+exp(mf13+%r10%*mf53+%r20%*mf4)#+exp(mf14+%r10%*mf63+%r20%*mf5)
~+#+exp(mf15+%r10%*mf73+%r20%*mf6)#+exp(%r8%+%r40%*mf83))/%r20%###n#2#q
~/
~+#3.21#1#y#mf28#n#mf22+mf24###n#2#q
~+#3.21#1#y#mf38#n#mf32+mf34###n#2#q
~+#3.21#1#y#mf48#n#mf42+mf44###n#2#q
~+#3.21#1#y#mf58#n#mf52+mf54###n#2#q
~+#3.21#1#y#mf68#n#mf62+mf64###n#2#q
~+#3.21#1#y#mf78#n#mf72+mf74###n#2#q
~/sletter midlertidige matriser
~<del_temp_mat.txt
~/
reports=?

```

onehour.txt (enkelttime)

```

~!rm trash.txt
reports=trash.txt
~/TIDIBOM - 1 time / LOGIT med 3 alternativer
~/makroen kalles med ~<onehour.txt %1% %2%
~/-----
~/%1% = tekststreng til filnavn (ut)
~/%2% = dag- eller lavtrafikk (3/4)
~/-----
~t1=%1%
~t2=%2%
~?t2=4
~$INITLAV
~/----- setter konstanter for dagtrafikk -----
~r3=0.000
~r6=-0.098
~r8=7.888
~r10=-0.031
~r20=-0.049
~r30=-0.196
~r40=-0.500
~+#3.12#2#mf10#y#q#3.11#mf10-3.in#2
~+#3.12#2#mf34#y#q#3.11#mf34-3.in#2
~+#3.12#2#mf64#y#q#3.11#mf64-3.in#2
~/<ela_dag.txt 0.25
~$INITDAG
~:INITLAV
~/----- setter konstanter for lavtrafikk -----
~r3=0.000

```

```

~r6=0.577
~r8=9.720
~r10=-0.031
~r20=-0.049
~r30=-0.196
~r40=-0.500
~+#3.12#2#mf10#y#g#3.11#mf10-4.in#2
~+#3.12#2#mf34#y#g#3.11#mf34-4.in#2
~+#3.12#2#mf64#y#g#3.11#mf64-4.in#2
~/<ela_lav.txt 0.25
~:INITDAG
~/-----
~/lager matriser for (hoved)konstantene i nyttefunksjonene
~+#3.21#1#y#mf17#n#r3#####2#q
~+#3.21#1#y#mf14#n#r6#####2#q
~/-----
~/Lager midlertidige hjelpematriser
~<init_temp_mat.txt
~/kopierer til hjelpeskalarer
~+#3.21#1#y#ms3#n#r3#####2#q
~+#3.21#1#y#ms5#n#r10#####2#q
~+#3.21#1#y#ms6#n#r20#####2#q
~+#3.21#1#y#ms7#n#r30#####2#q
~/leser logit-funksjon fa1 !!!
~+#4.12#4#fa1##y#g#4.11#d411_equ.txt#2
~/kopierer total elastisk ettersp
~+#3.21#1#y#mf90#n#mf10#####2#q
s=60
~/Lager matrise for generaliserte reisetider koll
~+#5.11#2#~?q=2#2#ms1#mf61#n#####*'#1#1#4.0#1#0.5#2#1.8#2#n#5.31#2
s=80
~/Lager matrise for generaliserte reisetider gang/sykkel
~+#5.11#2#~?q=2#2#ms1#mf81#n#####*'#1#1#4.0#1#0.5#1#1#n#5.31#2
s=30
~/Kopierer initielle reisetider til arbeidsmatriser
~+#3.21#1#y#mf63#n#mf61#####2#q
~+#3.21#1#y#mf83#n#mf81#####2#q
~/Beregner konstant del av logitmodell
~+#3.21#1#y#mf91#n#exp(mf14+r10%*mf63+r20%*mf5)
~+#exp(r8%+r40%*mf83)#####2#q
~/Var.dem.-gen.kost. assignment
~+#5.11#3#~?q=2#2#2#a#length#1.58#1#mf32#n##mf34#1#1
~+#mf90#mf9#mf91#md9#mf17##mf33#n#mf92#n#mf93#n#30#0.25#5.21#2
s=60
~/oppdaterer ettersp. kollektivt
~+#3.21#1#y#mf62#n#mf90/(1+exp(-1*mf14-r10%*mf63-r20%*mf5)
~+#*(exp(mf17+r10%*mf33+r20%*mf8+r30%*md9)+exp(r8%+r40%*mf83)))#####2#q
~/
~/Beregner ettersp. bil
~+#3.21#1#y#mf32#n#mf90/(1+exp(-1*mf17-r10%*mf33-r20%*mf8-r30%*md9)
~+#*(exp(mf14+r10%*mf63+r20%*mf5)+exp(r8%+r40%*mf83)))#####2#q
~/
reports=trash.txt
~/beregner logsum-matrise (mf15)
~+#3.21#1#y#mf89#n
~+#ln(exp(mf17+r10%*mf33+r20%*mf8+r30%*md9)
~+#exp(mf14+r10%*mf63+r20%*mf5)
~+#exp(r8%+r40%*mf83))/r20#####2#q
~/
~+#3.21#1#y#ms31#n#mf32#####2#q
~+#3.21#1#y#ms34#n#mf62#####2#q
~+#3.21#1#y#mf38#n#mf32+mf34#####2#q
~+#3.21#1#y#mf68#n#mf62+mf64#####2#q
~+#3.21#1#y#ms21#n#mf38#####2#q
~+#3.21#1#y#ms24#n#mf68#####2#q
~/
~/sletter matriser
~<del_temp_mat.txt
reports=?
~o=6

```