

Sammendrag

Videreutvikling av markedspotensialmodell for Oslo and Akershus (MPM23 V2.0)

TØI rapport 1596/2017
Forfattere: Stefan Flügel og Guri Natalie Jordbakke
Oslo 2017 37 sider

På oppdrag fra Ruter AS har TØI videreutviklet transportmiddelvalgmodellen MPM23. Den største metodiske forbedringen er at kjøp av type billettype (periodekort eller enkeltbillett) predikeres sammen med transportmiddelsvalg i en felles valgmodell. En annen forbedring er en finere inndeling av storsoner og transportmidler. Det skilles nå mellom trikk og t-bane, og Park & Ride er et selvstendig valgalternativ.

Oppdrag

I følge avtale med Ruter skal videreutviklingen av MPM23 inkludere en estimering basert på nyere data fra Ruter MIS (t.o.m. desember 2016), med følgende metodiske forbedringer:

- Periodekort: Egen modellering av kjøp av periodekort i en felles estimeringsmodell
- Rush/ikke-rush: Testing av ulike parametere i rush/ikke-rush og økt funksjonalitet i modellen slik at resultater vises oppsplittet for rush/ikke-rush
- Ny inndeling av storsoner

Data

Versjon 2 er basert på reiser fra 1. september 2014 til 31. desember 2016 fra Ruter MIS.

Modellen inkluderer 47762 reiser innenfor Oslo/Akershus utført med en eller flere av følgende transportmidler: bil (fører eller passasjer), kollektiv (utenom båt/ferge og flytoget), gang eller sykkel. I motsetning til den regionale transportmodellen (RTM), modelleres enkeltreiser i MPM23, og ikke rundturer. I tillegg er ikke de geografiske relasjoner i MPM23 retningsspesifikke.

Observasjoner er vektet for å få utvalget representativt for et helt år og for å utligne noen skjjevheter i den geografiske fordelingen av respondenter.

Med samme prinsipp som i Versjon 1, defineres et hovedtransportmiddel ut fra rapportert transportmiddel i de to første leddene av hver enkeltreise. Nytt i Versjon 2.0 er at:

1. Det skilles mellom trikk og t-bane.
2. Kombinasjonen med bil og tog («Park & Ride») blir et eget valgalternativ.

Det brukes samme kriterier for tilgjengelighet som i Versjon 1. Det nye valgalternativet Park & Ride defineres som tilgjengelig når «tog» eller «kombinasjon med tog» er tilgjengelig. Men en trenger altså ikke å ha førerkort for å kunne velge Park & Ride, siden bilturen også kan gjennomføres som bilpassasjer.

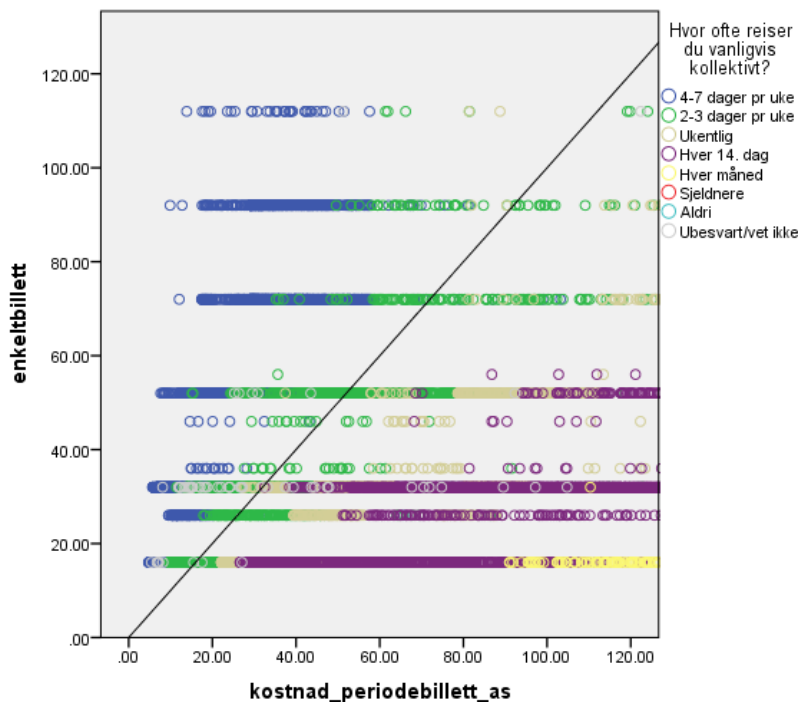
TØI har mottatt en omfattende leveranse med Level-of-Service data fra Ruter. Data kom i matriseform på grunnkrets nivå oppdelt i «morgenrush» og «ikke-rush». Vi har transponert «morgenrush» til ettermiddagsrush i motsatt retning og har koblet LoS-data til enkeltobservasjoner i Ruter MIS basert på rapportert klokkeslett i MIS. For observasjoner

uten informasjon om klokkeslett (før høsten 2015) har vi utviklet en metode som «gjetter» tidsperioden. Denne metoden er en forbedring i forhold til i Versjon 1.

I selve modellen er resultatene segmentert etter storsonerelasjoner. I Versjon 2 brukes 12 ulike storsoner, og dermed 78 ulike storsonerelasjoner.

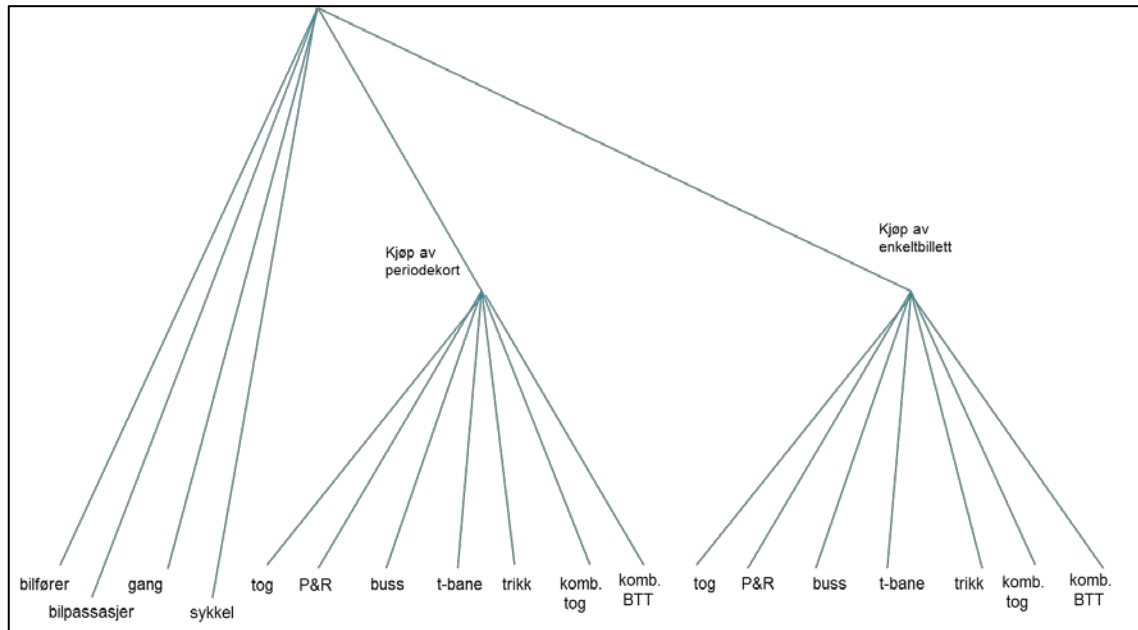
Metodeutviklingen

Ved siden av en finere soneinndeling og en bedre oppsplitting i rush og ikke-rush er den største metodiske videreutviklingen at man håndterer kjøp av periodekort og enkeltbillettprodukter. For hver enkeltobservasjon beregnes derfor prisene gitt relevant rabattordning. Prisen for periodekort omregnes deretter til gjennomsnittlig pris per reise basert på spørsmål i Ruter MIS om hvor ofte folk reiser kollektiv. Metoden innebære noen tilfeldige trekninger for å fordele antall reiser med kollektivtransport jevnt over observasjonene. Figur S1 viser trade-off mellom pris for enkeltbillett og gjennomsnittlig pris per tur gitt at periodekort brukes. En ser at det er i hovedsak personer som rapporterer at de reiser 2-3 dager i uken som vil bytte mellom enkeltbillett og periodekort.



Figur S1: Pris for enkeltbillett og for **per tur** med periodekort i MPM23, zoomet og med 45graders linje

Som i forrige versjon er MPM23 Versjon 2 en nested logit modell. Valgsettet består av maksimalt 18 valgalternativer hvorav 14 av disse er ulike varianter innenfor kollektivtransport, med enten periodekort eller enkeltbillett. De øvrige 4 valgalternativene er bilfører, bilpassasjer, sykling og gåing, hvor type billett naturlig nok ikke inngår i nyttefunksjonen. Valgalternativene har en hierarkisk struktur som kan tolkes som at beslutningstakerne først velger type billett (periodekort eller enkeltbillett) og deretter kollektiv driftsform. Dette er illustrert i Figur S2.



Figur S2: Struktur av valgalternativene i MPM23 Versjon 2

MPM23 beregner valgsannsynligheter for hvert alternativ for alle reiser i utvalget (N=47762). For hver reise summeres sannsynlighetene opp til 100%, ved aggregering av valgsannsynligheter over reiser finner vi de predikerte markedsandelene. For alternativer som er definert som «ikke tilgjengelig» for en gitt observasjon settes valgsannsynligheten til 0%.

Estimeringsmodell

Forklaringsvariablene er stort sett de samme som i Versjon 1. Vi kan dele dem inn i:

- Konstantledd
- LoS-variable
 - Reisekostnader (for bil: summen av bompenger og drivstoffkostnader; for kollektivt: billettpris per enkelttur)
 - Ombordtid
 - Tilbringertid/frabringertid (sum av disse)
 - Ventetid
 - Antall påstigninger
 - Reiseavstand (for gange)
- Dummyvariabler for storsonerelasjoner
- Dummyvariabler for ulike reisehensikter
- Dummyvariabler for tilfreds med kollektivtransport
- Dummyvariabel for gratis parkeringsplass
- Ulike andre dummyvariabler (kjønn, sesong, distanse)

Nytt i Versjon 2 er:

- For sykling erstattes reiseavstand med sykkeltid
- I nyttefunksjonen for sykkel inngår netto stigning mellom start og sluttsted
- Innfartsparkeringsplasser (dummy og antall hvis større enn 0)

- Dummy variabel om bilfører er et tilgjengelig alternativ inngår i nyttefunksjon til Park and Ride
- Parameterne til ombordtid splittes opp i buss og skinnegående kollektivtransport (vi måler dermed den såkalte skinnedefaktoren)
- Ombordtid (kollektivt og bil) og ventetid (kollektivt) splittes opp i rush og ikke-rush
- LoS-variablene til tilbringertid/frabringertid transformeres med kvadratroten
- Dummy variabler for tilfredshet og reisehensikter splittes opp i kollektivalternativer med periodekort og med enkeltbillett

Vi har testet mange ulike modellversjoner. De endelige modellene har forventet fortegn for alle koeffisienter og god forklaringskraft. Som i versjon 1, får vi estimert relativt lave tidsverdier (forholdet mellom koeffisientene til ombordtid og reisekostnad). Vi har innenfor prosjektrammen ikke lyktes med å få disse på et høyere nivå uten at minst én annen koeffisient får uventet fortegn.

Som alternativ modell har vi spesifisert en modell (modell 2) der vi har låst forholdet mellom koeffisienten for reisekostnader og for ulike ombordtider, slik at de implisitte tidsverdier tilsvarer nivået i metodehåndboka for Jernbaneverket.

Tabell S1 viser de implisitte tidsverdier i MPM23 v2.0.

Tabell S1: Implisitte tidsverdier i de to modellene

| Tidsverdi (NOK/h) | Modell 1 <i>estimert</i> | Modell 2 <i>Tidsverdi justert til "offisielt" nivå*</i> |
|---|-----------------------------|--|
| Ombordtid | | |
| Bil-rush | 33,8 | 146,7 |
| Bil-ikke rush | 10,9 | 47,4 |
| Skinne-rush | 30,4 | 82,2 |
| Skinne-ikke rush | 19,2 | 51,9 |
| Buss-rush | 34,4 | 92,8 |
| Buss-ikke rush | 22,7 | 61,3 |
| Øvrige tidsverdier (estimert i begge modeller) | | |
| Sykkel | 105,4 | 201,7 |
| Ventetid-rush | 58,3 | 169,1 |
| Ventetid-ikke rush | 81,0 | 138,8 |
| Tilbringertid ved 5 minutter | 86,5 | 188,2 |
| Tilbringertid ved 15 minutter | 49,9 | 108,7 |
| Tilbringertid ved 30 minutter | 35,3 | 76,9 |

*er beregnet som vektet gjennomsnitt av (realprisjusterte) tidsverdier for ulike reisehensikter. Merk at koeffisientene (og dermed implisitte tidsverdier) ikke er segmentert etter reisehensikt i MPM23.

Tabell S2 viser noen simulerte egen- og krysselastisiteter i rush-perioden når modell 2 er benyttet.

Tabell S2: Egen- og krysselastisiteter i rush-perioden i Oslo/Akersbus (1% bue-elasticitet); Modell 2 ("offisielle" tidsverdier for ombordtid)

| Transport-middel | Endret attributt | Bil (BF og BP) | Gange | Sykkel | Kollektiv (samlet) | Tog (inkl P&R) | Buss | Bane | Trikk |
|-------------------------|---------------------------|----------------|-------|--------|--------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|
| Bil | tid | -0,18 | 0,06 | 0,17 | 0,21 | 0,36 | 0,19 | 0,15 | 0,14 |
| | drivstoffkostnad | -0,04 | 0,01 | 0,03 | 0,05 | 0,11 | 0,05 | 0,03 | 0,03 |
| | bompengekostnad | -0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Kollektiv samlet | gangtid | 0,06 | 0,05 | 0,15 | -0,16 | -0,05 | -0,17 | -0,22 | -0,16 |
| | ventetid | 0,05 | 0,03 | 0,09 | -0,13 | -0,13 | -0,17 | -0,07 | -0,12 |
| | billettpris | 0,03 | 0,02 | 0,05 | -0,08 | -0,08 | -0,10 | -0,05 | -0,07 |
| | periodekort | 0,06 | 0,05 | 0,11 | -0,15 | -0,15 | -0,16 | -0,13 | -0,17 |
| | påstigninger | 0,02 | 0,01 | 0,03 | -0,04 | -0,02 | -0,07 | -0,03 | -0,05 |
| | ombordtid | 0,08 | 0,03 | 0,13 | -0,17 | 0,00 | -0,32 | -0,08 | -0,20 |
| Tog | gangtid | 0,01 | 0,00 | 0,01 | -0,02 | -0,25 | 0,05 | 0,02 | 0,02 |
| | ventetid | 0,02 | 0,00 | 0,01 | -0,03 | -0,29 | 0,05 | 0,02 | 0,02 |
| | billettpris | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,02 | -0,12 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| | periodekort | 0,02 | 0,00 | 0,01 | -0,03 | -0,33 | 0,06 | 0,03 | 0,03 |
| | påstigninger | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,01 | -0,07 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| | ombordtid | 0,02 | 0,00 | 0,01 | -0,03 | -0,36 | 0,07 | 0,03 | 0,02 |
| | Innfartsparkeringsplasser | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,10 | -0,02 | -0,01 | -0,01 |
| Buss | gangtid | 0,02 | 0,02 | 0,06 | -0,07 | 0,12 | -0,34 | 0,11 | 0,08 |
| | ventetid | 0,02 | 0,02 | 0,04 | -0,06 | 0,12 | -0,28 | 0,07 | 0,04 |
| | billettpris | 0,01 | 0,01 | 0,02 | -0,04 | 0,03 | -0,13 | 0,02 | 0,01 |
| | periodekort | 0,02 | 0,03 | 0,05 | -0,06 | 0,11 | -0,30 | 0,07 | 0,06 |
| | påstigninger | 0,01 | 0,01 | 0,02 | -0,02 | 0,04 | -0,10 | 0,03 | 0,02 |
| | ombordtid | 0,04 | 0,02 | 0,06 | -0,08 | 0,26 | -0,47 | 0,14 | 0,09 |
| T-bane | gangtid | 0,02 | 0,02 | 0,05 | -0,05 | 0,06 | 0,10 | -0,38 | 0,06 |
| | ventetid | 0,01 | 0,01 | 0,02 | -0,03 | 0,03 | 0,04 | -0,17 | 0,00 |
| | billettpris | 0,01 | 0,01 | 0,01 | -0,02 | 0,01 | 0,01 | -0,08 | 0,00 |
| | periodekort | 0,01 | 0,01 | 0,04 | -0,04 | 0,04 | 0,06 | -0,24 | 0,02 |
| | påstigninger | 0,00 | 0,00 | 0,01 | -0,01 | 0,01 | 0,02 | -0,06 | 0,00 |
| | ombordtid | 0,02 | 0,01 | 0,04 | -0,04 | 0,07 | 0,06 | -0,26 | 0,00 |
| Trikk | gangtid | 0,01 | 0,01 | 0,02 | -0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | -0,31 |
| | ventetid | 0,01 | 0,01 | 0,01 | -0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | -0,19 |
| | billettpris | 0,00 | 0,01 | 0,01 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| | periodekort | 0,01 | 0,01 | 0,02 | -0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | -0,28 |
| | påstigninger | 0,00 | 0,00 | 0,01 | -0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | -0,08 |
| | ombordtid | 0,01 | 0,01 | 0,02 | -0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,01 | -0,31 |

Implementering

Som versjon 1 er andre versjon av MPM23 implementert i standard Excel regneark. Regnearket er omfattende og inneholder over 13,5 millioner ligninger.

Tiltaksscenario defineres som i Versjon 1 ved at man oppgir prosentpoeng endring i en eller flere av attributtene vist i tabell S2 (100% betyr uendrede inndata).

Nytt i versjon 2.0 er:

- Brukerne kan bytte mellom parameterne fra modell 1 og modell 2. Dermed kan man teste etterspørselseffekten ved to ulike nivå på tidsverdien (ombordtid).
- Brukerne kan endre vektene i modellen. Det anbefales å bruke standardvektene for å få analysen basert på et mer representativt utvalg.
- Man kan spesifisere ulik prosentvis utvikling i hhv. drivstoffkostnader og bompengekostnader.
- For noen attributter kan man spesifisere ulik prosentvis endring for rush og ikke-rush.
- Man kan velge ulike prosentvise endringer for trikk og t-bane.
- Man kan gjøre endringer i pris på periodekort og pris på enkeltbilletter uavhengig av hverandre.
- Man kan endre nivået på innfartsparkering.
- Man kan spesifisere endringer i «generell motstand» for gåing og sykling.
- For sykkel kan man spesifisere endringer i sykkelfelt og G/S vei. Når man endrer prosentpoengene her vil den implisitte hastigheten endre seg, noe som påvirker sykkeltidsattributtet som inngår i nyttefunksjonen til sykkel. Dette vil medføre en (nokså) liten etterspørselseffekt.

En teknisk videreutvikling av implementert modell har ikke vært en del av dette prosjektet. Sammenlignet med Versjon 1, har beregningstiden i Versjon 2 økt på grunn av at modellen er mer kompleks og bruker mer data i beregningene. På en rask PC vil beregningene i Versjon 2 ta inntil 10 sekunder. Mer utfordrende er det at excel-filen til Versjon 2 er blitt stor (467 MB), slik at det tar noen minutter å åpne selve filen. På sikt anbefales derfor å implementere modellen som web-applikasjon.