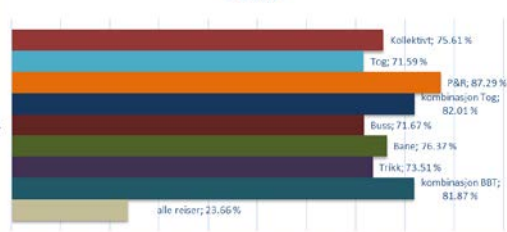


Videreutvikling av markedspotensialmodell for Oslo og Akershus (MPM23 v2.0)

MARKEDSANDELER I OSLO/AKERSHUS
TILTAK



Andel av reiser i Oslo/Akershus med periodekort -
TILTAK



Videreutvikling av markedspotensialmodell for Oslo og Akershus (MPM23 v2.0)

Stefan Flügel

Guri Natalie Jordbakke

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.

ISSN 0808-1190

ISBN 978-82-480-2089-9 Elektronisk versjon

Oslo, oktober 2017

Tittel: Videreutvikling av markedspotensialmodell for Oslo og Akershus (MPM23 v2.0)

Title: Further development of the market potential model for Oslo and Akershus (MPM23 v2.0)

Forfattere: Stefan Flügel og Guri Natalie Jordbakke

Authors: Stefan Flügel and Guri Natalie Jordbakke

Dato: 10.2017

Date: 10.2017

TØI-rapport: 1596/2017

TØI Report: 1596/2017

Sider: 37

Pages: 37

ISBN elektronisk: 978-82-480-2089-9

ISBN Electronic: 978-82-480-2089-9

ISSN: 0808-1190

ISSN: 0808-1190

Finansieringskilde:: RUTER AS

Financed by: RUTER AS

Prosjekt: 4435 – MPM oppgradering

Project: 4435 – MPM oppgradering

Prosjektleder: Stefan Flügel

Project Manager: Stefan Flügel

Kvalitetsansvarlig: Anne Madslie

Quality Manager: Anne Madslie

Fagfelt: Transportmodeller

Research Area: Transport models

Emneord: MPM23
Transportmiddelvalg
Periodekort
Nested logit modell

Keywords: MPM23
Travel mode choice
Seasonal ticket
Nested logit model

Sammendrag:

Rapporten dokumenterer videreutvikling av MPM23. Versjon 2.0 er basert på 47762 observerte reiser innenfor Oslo og Akershus fra reisevaneundersøkelsen, Ruter MIS. Modellen beregner markedsandeler i referanse- og tiltaksscenario for 11 ulike transportmidler/kombinasjoner av transportmidler basert på en nested logitmodell. For alternativer innenfor kollektivtransport skilles det i Versjon 2.0 mellom reiser med periodekort og med enkeltbillett. En annen forbedring er at brukerne kan spesifisere tiltak ulikt for rush og ikke-rush perioden. Den geografiske inndelingen er forbedret og består nå av 72 ulike storsonerelasjoner. Brukerne kan videre velge mellom 2 ulike sett av parametere, hvorav ett sett impliserer tilpassete tidsverdier for ombordtid.

Summary:

The report documents the further development of MPM23. Version 2.0 is based on 47762 observed trips within Oslo/Akershus from the travel survey Ruter MIS. The model calculates market shares in the reference and policy scenario for 11 different travel modes / combinations of travel modes by means of a nested logit model. For alternatives within public transport, the model distinguishes between trips with seasonal tickets and single tickets. Another improvement is that users can specify policies differently for rush and the non-rush periods. The geographical segmentation has been improved and consists now of 72 different zonal relations. Users can choose between 2 different sets of parameters, one of which implies adjusted parameters for the values of time for invehicle time.

Language of report: Norwegian

*Transportøkonomisk Institutt
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no*

*Institute of Transport Economics
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, Norway
Telephone +47 22 57 38 00 - www.toi.no*

Forord

I 2015 utviklet TØI og Ruter AS den første versjonen av MPM23, en transportmiddelvalgmodell for Oslo/Akershus basert på reisevanedata fra Ruters Markedsinformasjonssystem (Ruter MIS).

Siden den gang har modellen blitt brukt i ulike sammenhenger både av Ruter og TØI, blant annet i forskningsprosjektet Cross-Modal.

I år har TØI videreutviklet modellen med nye data og flere metodiske grep som øker presisjonsnivå og fleksibilitet i modellen. Blant forbedringene er en bedre inndeling i rush og ikke-rush periodene, en integrert valgmodell for kjøp av billett-type (periodekort versus enkeltbillett), og en finere inndeling av storsoner og transportmidler (det skilles nå mellom trikk og t-bane, og Park&Ride er et selvstendig valgalternativ).

Stefan Flügel har vært prosjektleder og har vært sentral i videreutviklingen av modellen. Guri Natalie Jordbakke har bidratt i ulike faser av prosjektet, spesielt ved estimering av modellen.

Prosjektmedarbeidere hos Ruter har vært Truls Angell, Gylve Aftret-Sandal, Kjetil Vrenne, Tor Arne Wanebo, Anne Cathrine Bakke og Tobias Sankowsky. Vi takker for et godt samarbeid og konstruktive møter. Vi takker spesielt Truls Angell for bearbeiding og leveranse av LoS-data. Et utkast til sluttrapport har vært forelagt og kommentert av oppdragsgiver.

Forskningsleder Anne Madslie har kvalitetssikret rapporten.

Vi takker også Trude Kvalsvik for hjelp med utgivelse av rapporten.

Oslo, oktober 2017

Transportøkonomisk institutt

Gunnar Lindberg
Direktør

Kjell Werner Johansen
Ardeingsleder

Innhold

Sammendrag

Summary

1	Innledning	1
1.1	Bakgrunn.....	1
1.2	Formål med videreutvikling.....	1
1.3	Om rapporten	2
2	Avgrensning, vektning og definisjoner	3
2.1	Avgrensning av observasjoner	3
2.2	Vektning av observasjoner	3
2.3	Definisjon av transportmidler	4
2.4	Tilgjengelighet av valgalternativer	5
3	Level-of-Service (LoS) data og storsoeinnndeling	6
3.1	Dataleveranse fra Ruter	6
3.2	Transponering av LoS for ettermiddagsrush.....	7
3.3	Sykkel-LoS fra Sintef.....	7
3.4	Innfartsparkeringsplasser	8
3.5	Ny inndeling av storsoer	8
4	Metodeutvikling	10
4.1	Tidsdifferensiering av reiser.....	10
4.2	Kjøp av periodekort.....	12
5	Estimering	17
5.1	Struktur i modellen.....	17
5.2	Modellens forklaringsvariabler	18
5.3	Fastlegging av tidsverdi for alternativ modell.....	18
5.4	Estimeringsresultater.....	20
6	Modellvalidering	27
6.1	Tidsverdier.....	27
6.2	Egen- og krysselastisiteter	28
7	Implementering	32
7.1	Innhold i Excel-filen	32
7.2	Forbedret funksjonalitet	33
	Referanser	37

Sammendrag

Videreutvikling av markedspotensialmodell for Oslo og 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.

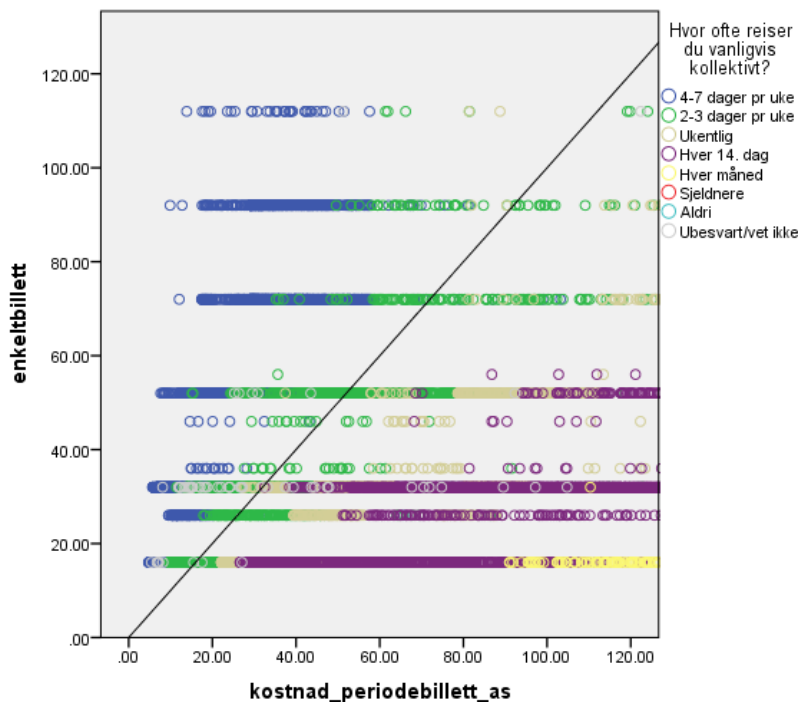
TØI har mottatt en omfattende leveranse med Level-of-Service data fra Ruter. Data kom i matriseform på grunnkrets nivå oppdelt i «morgenrush» og «ikke-rush». Vi har transponert «morgenrush» til ettermiddagsrush i motsatt retning og har koblet LoS-data til enkeltobservasjoner i Ruter MIS basert på rapportert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

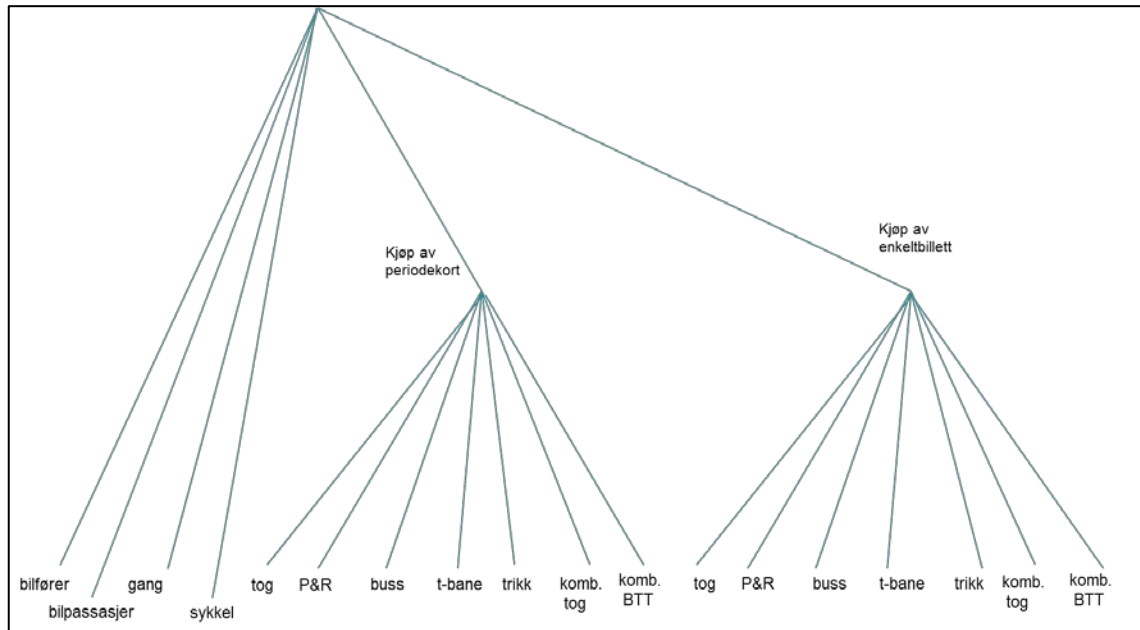
Metodeutviklingen

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.

Summary

Further development of the market potential model for Oslo and Akershus (MPM23 V2.0)

TØI Report 1596/2017

Authors: Stefan Flügel and Guri Natalie Jordbakke

Oslo 2017 37 pages Norwegian language

On behalf of Ruter AS, TØI has further developed the travel mode choice model MPM23. The greatest methodological improvement is that the purchase of ticket type (periodic or single ticket) is predicted with the choice of transport mode in a joint choice model. Another improvement is a better segmentation of geographical zones and travel modes. There is now a distinction between tram and subway, and Park & Ride is an independent choice alternative.

Purpose of the project

According to the agreement with Ruter, the further development of MPM23 includes an estimated model based on new data from Router MIS (incl. December 2016), with the following methodical improvements:

- Period card: Own modelling of the purchase of period cards in joint estimation model
- Rush/non-rush: Testing of different parameters in rush/non-rush and increased functionality in the model so that results can be segmented in rush and non-rush
- An improved categorisation for geographical zones

Data

Version 2 of MPM23 is based on reported trips from September 2014 to December 2016 from travel survey Ruter MIS.

The model includes 47762 trips within Oslo/Akershus, carried out by one or several of the following travel modes: car (driver or passenger), public transport (excluding boat / ferry and airport train), walk or bicycle. Unlike RTM, single trips (not round trips) are modelled in MPM23. The geographical relations in MPM23 are not directional.

Observations are weighted in order to be representative for a full year and to offset some skewedness in the geographical distribution of interviews.

With the same principle as in Version 1, the main travel mode for each trip is defined based on reported travel modes of the first two legs of each trip. New in Version 2.0 is that:

1. Tram and subway are separated alternatives
2. The combination between car and train ("park and ride") is an own choice alternative.

The same accessibility criteria are used as in Version 1. The new option Park & Ride is defined as available when "train" or "combination of train" is available. You do not need a driver's license to choose Park & Ride since the Park & Ride can also be carried out as car passenger.

TØI has received a comprehensive data delivery of Level-of-Service from Ruter. All data came in matrix form with a fine zonal segmentation (grunnkrets) and divided into

"morning rush" and "non-rush". We have transported "morning rush" to the "afternoon rush" in the opposite direction and have linked LoS data to single observations in Ruter MIS based on the reported clock-time in MIS. For observations without information about clock time (before autumn 2015) we have developed a method that guesses the time period. This method has been improved compared to Version 1.

In the model itself, the results are segmented by zonal relations. In version 2, 12 different zones are used, thus the model operates with 78 different zonal relations.

Model Development

Besides, the finer zonal division and a better breakdown in rush and non-rush, the greatest methodological development is the handling of purchase of seasonal cards and single tickets. For each individual observation, the relevant prices are calculated according to the discount scheme. The price for period cards is then converted to average price per single trip based on questions in Ruter MIS about how often people travel with public transport. The method involves some random draws to allocate the number of journeys by public transport evenly over the observation. Figure S1 shows trade-off between single-ticket and average price per trip given periodic cards. It is mainly people who report that they travel 2-3 days a week (green observations in Figure S1) who will switch between single and period tickets.

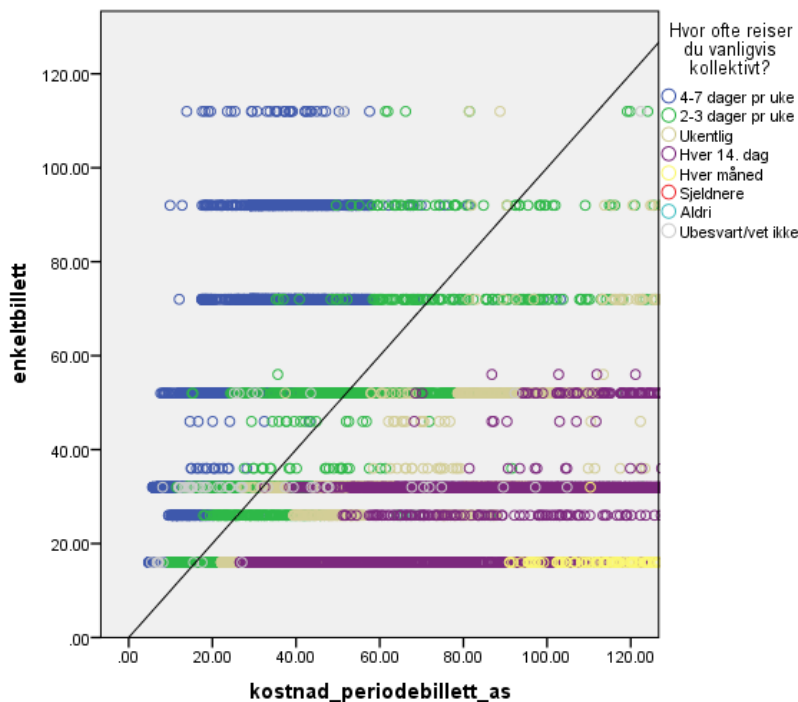


Figure S1: Costs (in NOK) for single tickets (y-axis) cost *per trip* for seasonal cards (x-axis) in MPM23, zoomed and with 45 degree line

As in the previous version, MPM23 Version 2 is a nested logit model. The choice set consists of a maximum of 18 choice alternatives, of which 14 of these of different forms within public transport, with either a seasonal cards or single ticket. The other 4 options are car driver, car passenger, cycling and walking, which kind of ticket is naturally not included in the utility function. Choice alternatives are hierarchically structured and decision makers

can be interpreted to first choose the type of ticket (seasonal or single ticket) and then the form of public transportation.

MPM23 calculates choice probabilities for each alternative for all single trips in our sample selection ($N = 47762$). For alternatives defined as "unavailable", the probability of probability is set to 0%. For each trip, the probabilities sum up to 100%. Aggregation of choice alternatives yields predicted market shares.

Estimation model

Similar to version 1, the explanatory variables in MPM23 v2.0 can be divided into:

- Alternative specific constants
- LoS variables
- Travel costs (for car: sum of toll and fuel costs; for public transport: ticket price per single ride)
- Invehicle time
- Access/egress times (sum)
- Waiting time
- Number of boardings
- Travel distance (for walking)
- Dummy Variables for zonal relations
- Dummy variables for different trip purposes
- Dummy variables for satisfaction with public transport
- Dummy variable for free parking
- Various other dummy variables (gender, season, distance)

New in Version 2 is:

- For cycling: travel distance is replaced by cycling time
- The utility function for cycle includes the net gradient of the trip
- Parking spaces for Park & Ride (dummy and number of parking places if greater than 0)
- Dummy variable if car driver is an available alternative is included in the utility function of Park & Ride
- The parameters for boarding time are segmented into bus and other public transport (we measure thereby the so-called rail factor)
- Invehicle time (for public transport and car) and waiting time (public transport) are split up in rush and non-rush. Separated parameters are estimated
- The LoS variables to access and egress time are transformed with the square root
- Dummy variables for satisfaction and travel purposes are divided into public transport alternatives with seasonal cards and single ticket

We have tested many different model versions. The final models have expected signs for all coefficients and good explanatory power. As in version 1, we estimate relatively low implicit Values of Time (the ratio of coefficients of invehicle time and travel cost). Within the project framework, we did not succeed in getting these at a higher level without having at least one other coefficient switch to an unexpected signs.

As an alternative model, we have specified a model (model 2) where we have locked the relationship between the coefficient for travel costs and for different invehicle times, so that the implicit Value of Time corresponds to the level in the handbook for cost-benefit analyses of The Norwegian Rail Administration.

Table S1 reports the implicit value of time for Model 1 and Model 2.

Table S1: Implicit value of time in the two models

Value of time (NOK/h)	Model 1	Model 2
	Estimated	Adjusted to "official" level*
Invehicle time		
Car-rush	33.8	146.7
Car-non rush	10.9	47.4
PT on rails -rush	30.4	82.2
PT on rails -non rush	19.2	51.9
Bus-rush	34.4	92.8
Bus-non rush	22.7	61.3
Other value of time measures (estimated in both models)		
Cycling	105.4	201.7
Waiting time-rush	58.3	169.1
Waiting time-non rush	81.0	138.8
Access/egress time at 5 minutes	86.5	188.2
Access/egress time at 15 minutes	49.9	108.7
Access/egress time at 30 minutes	35.3	76.9

* is calculated as the weighted average of (price-adjusted) value of time for various trip purposes. Note that the coefficients (and thus the implicit value of time) are not segmented for travel purposes in MPM23.

Table S2 reports simulated own- and cross-elasticities for model 2 in the rush-periods.

Table S2: Own- and cross-elasticities i rush-periods in Oslo/Akershus (1% arc-elasticity); Model 2 ("official" value of time)

Travel mode	Altered alternative	Car (driver/pass.)	Walk	Cycling	Public transport (comb.)	Train (incl P&R)	Buss	Subway	Tram
Car	travel time	-0.18	0.06	0.17	0.21	0.36	0.19	0.15	0.14
	fuel price	-0.04	0.01	0.03	0.05	0.11	0.05	0.03	0.03
	toll	-0.02	0.01	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02
Public transport combined	access/egress	0.06	0.05	0.15	-0.16	-0.05	-0.17	-0.22	-0.16
	waiting time	0.05	0.03	0.09	-0.13	-0.13	-0.17	-0.07	-0.12
	single ticket	0.03	0.02	0.05	-0.08	-0.08	-0.10	-0.05	-0.07
	period card	0.06	0.05	0.11	-0.15	-0.15	-0.16	-0.13	-0.17
	boardings	0.02	0.01	0.03	-0.04	-0.02	-0.07	-0.03	-0.05
	invehicle time	0.08	0.03	0.13	-0.17	0.00	-0.32	-0.08	-0.20
	train	access/egress	0.01	0.00	0.01	-0.02	-0.25	0.05	0.02
	waiting time	0.02	0.00	0.01	-0.03	-0.29	0.05	0.02	0.02
	single ticket	0.01	0.00	0.00	-0.02	-0.12	0.01	0.00	0.00
	period card	0.02	0.00	0.01	-0.03	-0.33	0.06	0.03	0.03
	boardings	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.07	0.01	0.01	0.00
	invehicle time	0.02	0.00	0.01	-0.03	-0.36	0.07	0.03	0.02
	parking places for P&R	0.00	0.00	0.00	0.01	0.10	-0.02	-0.01	-0.01
Bus	access/egress	0.02	0.02	0.06	-0.07	0.12	-0.34	0.11	0.08
	waiting time	0.02	0.02	0.04	-0.06	0.12	-0.28	0.07	0.04
	single ticket	0.01	0.01	0.02	-0.04	0.03	-0.13	0.02	0.01
	period card	0.02	0.03	0.05	-0.06	0.11	-0.30	0.07	0.06
	boardings	0.01	0.01	0.02	-0.02	0.04	-0.10	0.03	0.02
	invehicle time	0.04	0.02	0.06	-0.08	0.26	-0.47	0.14	0.09
Subway	access/egress	0.02	0.02	0.05	-0.05	0.06	0.10	-0.38	0.06
	waiting time	0.01	0.01	0.02	-0.03	0.03	0.04	-0.17	0.00
	single ticket	0.01	0.01	0.01	-0.02	0.01	0.01	-0.08	0.00
	period card	0.01	0.01	0.04	-0.04	0.04	0.06	-0.24	0.02
	boardings	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.01	0.02	-0.06	0.00
	invehicle time	0.02	0.01	0.04	-0.04	0.07	0.06	-0.26	0.00
Tram	access/egress	0.01	0.01	0.02	-0.02	0.02	0.03	0.02	-0.31
	waiting time	0.01	0.01	0.01	-0.02	0.02	0.01	0.01	-0.19
	single ticket	0.00	0.01	0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.09
	period card	0.01	0.01	0.02	-0.02	0.02	0.02	0.01	-0.28
	boardings	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.01	0.01	0.00	-0.08
	invehicle time	0.01	0.01	0.02	-0.02	0.04	0.02	0.01	-0.31

Implementation

Like the first version, the second version of MPM23 is implemented in standard Excel spreadsheets. The spreadsheets are comprehensive and contain over 13.5 million equations. Policy scenarios are defined as in version 1 as percent points of original input (100% means unchanged input).

New in version 2.0 is

- Users can switch between the parameters from Model 1 and Model 2. This allows you to test the demand effect given different levels of Value of Time (related to invehicle time)
- Users can change the applied weights. It is recommended to use the standard weights to get the analysis based on a more representative sample.
- Changes can be specified for fuel costs and toll separately
- For some attributes, you can specify different percentage points for rush and non-rush periods.
- You can choose different percentage points for trains and subways
- You can choose changes to seasonal cards and changes in single tickets independently of each other
- You can change the level of parking places for P&R.
- You can specify changes in "general resistance" for walking and cycling.
- For cycles you can specify changes in the share of separated cycle path and Walk/cycle path. When you change the percentage points here, the implicit speed will change according to a speed model and will affect the cycle time attribute that enter the utility function of cycling. This will lead to a (minor) demand effect.

A technical further development of the implemented model has not been part of this project. Compared with Version 1, the calculation time in Version 2 has increased due to the complexity of the model and the use of more data observations. On a fast PC, the calculations in Version 2 will take up to 10 seconds. More challenging is that the excel file for Version 2 has become large (467 MB), so it takes a few minutes to open the file. Therefore, in the long term, it is recommended to implement the model as a web application.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Rapporten er knyttet til prosjekt *Ruters MarkedsPotensialModell for fylke 2 (Akershus) og 3 (Oslo) - Oppdatering og videreutvikling basert på nyeste MIS-RVU*, som TØI har utført for Ruter AS.

TØI har i samarbeid med Ruter utviklet første versjon av MPM23 (versjon 1.0) (Flügel mfl 2015). I et mindre prosjekt har TØI laget versjon 1.1 (Flügel 2016) som tilbyr noe utvidet funksjonalitet uten at selve modellen ble re-estimert. TØI har brukt versjon 1.1 av MPM23 i flere andre prosjekter og har samlet mer erfaring i bruk av modellen. En publisert vitenskapelig artikkel (Flügel et al 2017) er direkte basert på resultater fra modellen.

MPM23 er en modell for transportmiddelvalg som kan brukes for stiliserte transportanalyser. Den er estimert på Ruters Markedsinformasjonssystem (Ruter MIS) og er implementert i Excel. Modellen eies av Ruter, men er tilgjengelig for alle etter henvendelse til Ruter.

1.2 Formål med videreutvikling

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

- Periodekort: Egen modellering av kjøp av periodekort i 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

På oppstartsmøtet ble man også enige om følgende forbedringer:

- Trikk og t-bane skal splittes i to separate valgmuligheter
- Man skal kunne skille mellom bompengekostnader og drivstoffkostnader for bil
- Man skal kunne variere «generell motstand» mot gang og sykkel i modellen
- Mindre forbedringsønske i utforming av excel-filen
- Bil + tog («park and ride») håndteres som eget valgalternativ
- Det testes om (hvordan) nye LoS-data for sykkel kan brukes i modellen

Til sammenligning med andre modeller for transportmiddelvalg har MPM23 to hovedstyrker:

- Lav brukerterskel: Excel-implementert, enkelt oppsett for scenarioanalyser, kort beregningstid, relativ enkel tolkning av resultater
- 100% empirisk: MPM23 er utviklet basert på empiriske data og det er ingen manuell/skjønsmessig justering av parameterne og heller ingen etterkalibrering av modellen

Foreliggende videreutvikling skulle ta vare på disse styrkene til modellen.

Vi vil nevne at en teknisk videreutvikling av implementert modell ikke har vært en del av dette prosjektet. Sammenlignet med Versjon 1, har beregningstiden i Versjon 2 økt pga 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.

1.3 Om rapporten

Rapporten beskriver i hovedsak endringer i forhold til forrige versjon og dokumenterer arbeidet med etablering av Versjon 2.

For en mer detaljert beskrivelse av den generelle metodikken av modellen og for en beskrivelse av datagrunnlaget Ruter MIS viser vi til (Flügel m fl 2015).

2 Avgrensning, vekting og definisjoner

2.1 Avgrensning av observasjoner

Avgrensningen av observasjoner i Ruter MIS følger i hovedsak samme avgrensning som ble foretatt i versjon 1. Forskjellen er at vi nå har data fra flere måneder slik at datagrunnlaget er rundt 3 ganger større enn det var ved versjon 1. Avgrensningen av observasjoner er kort sammenfattet slik:

Modellen inkluderer 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 RTM (Rekdal m.fl. 2014) modelleres enkeltreiser i MPM23 og ikke rundturer. De geografiske relasjoner i MPM23 er ikke retningsspesifikke.

Av metodiske grunner inkluderer modellen kun stedfestede reiser. I Ruter MIS er reisen stedfestet fra og med august 2014. August 2014 utelates fra modellen pga. usikkerhet rundt kvaliteten i stedsfesting. Versjon 1 av MPM23 inkluderer reiser fra 1. september 2014 til 31. august 2015, mens Versjon 2 er basert på reiser fra 1. september 2014 til 31. desember 2016.

For stedfestede reiser kan Level-of-Service (LoS) data fra nettverksmodellen påkobles reisene i Ruter MIS. For noen få reiser er LoS-data ikke tilgjengelig eller vurdert som upålitelige; disse observasjoner er ekskludert.

Reiser med transportmidler med veldig lav markedsandel (båt, flytoget, motorsykkel) holdes utenom modellen.

En siste avgrensning gjelder observasjoner der det faktisk valgte transportmiddel ikke er definert som tilgjengelig av modellen. Modellen definerer for eksempel at sykkelalternativer ikke er tilgjengelig for reiser lengre enn 40 km. Om en person har faktisk syklet lengre enn det, er observasjonen utelatt modellen.

Det endelige utvalg for estimering og implementering av modellen består av 47762 reiser.

2.2 Vekting av observasjoner

I første versjon av MPM23 har man brukt uvektede observasjoner ved estimering og simulering siden man hadde informasjon for ett år (september 2014 til august 2015).

I versjon 2 inkluderer vi data fra september 2014 til desember 2016. Det er derfor nødvendig å vekte observasjonene for å få modellen representativ for et helt år. Det er spesielt viktig for å få andel sykkelende til å være representativ over et helt år.

I tillegg har man samlet inn flere data fra distrikter i Akershus. Det førte til en overrepresentasjon av observasjoner fra Akershus sammenlignet med Oslo. Den eksisterende variabel «vekt» i datasettet er en vekt-variabel som kan brukes for å utvalget representativt for forholdet mellom Oslo og Akershus. Denne kombineres med en ny vektvariabel for måned.

Den nye vektingen avhenger dermed av måned og bosted til respondenter, og gjør at noen reiserelasjoner vektet opp og noen ned. Dette er vist i Tabell 1.

Tabell 1: gjennomsnittlig vektning av observasjoner i Ruter MIS for ulike dimensjoner i MPM23 Versjon 2

Vektvariabel «vekt1», gjennomsnittsverdi	Fra Akershus til Oslo	Fra Oslo til Akershus	Fra Oslo til Oslo	Fra Akershus til Akershus
Januar	1,47	1,47	1,63	1,41
Februar	1,48	1,47	1,67	1,42
Mars	1,36	1,36	1,48	1,30
April	1,03	1,04	1,35	0,90
Mai	1,01	1,01	1,29	0,89
Juni	1,10	1,09	1,36	0,98
Juli	1,64	1,66	1,97	1,42
August	0,82	0,82	1,06	0,74
September	0,56	0,57	0,87	0,47
Oktober	0,58	0,58	0,87	0,48
November	0,80	0,80	0,93	0,74
Desember	0,77	0,77	0,95	0,70

2.3 Definisjon av transportmidler

Det gjøres to endringer i forhold til første versjon av MPM23.

1. Det skilles mellom trikk og t-bane.
2. Kombinasjon mellom bil og tog («park and ride») blir et egen valgalternativ.

Transportmidlene tolkes som i versjon 1 som «hovedtransportmiddel» definert ut fra første og andre transportmiddel på den observerte reisekjeden (enkeltreiser) i Ruter MIS.

Figur 1 viser en krysstabell mellom første og andre transportmiddel (med unntak av båt, flytoget osv. som holdes utenom modellen, jfr. avsnitt 2.1).

uvekta antall observasjoner	Andre transportmiddel									
	Ingen andre	Bil som fører	Bil som passasjer	Buss	T-bane	Tog (NSB)	Til fots hele veien	Sykkel	Trikk	
Bil som fører	22523	16	1	36	25	224	0	2	4	
Bil som passasjer	1804	3	0	11	12	45	0	1	1	
Buss	3135	17	6	639	341	339	4	9	102	
Første transport middel	T-bane	2299	28	9	336	139	194	6	12	67
Tog(NSB)	1112	151	20	244	156	17	2	30	47	
Til fots hele veien	9869	0	0	0	0	0	1	0	0	
Sykkel	2467	2	0	7	13	25	0	2	3	
Trikk	944	3	1	91	87	50	4	2	22	
bilfører										
bilpassasjer										
gang										
sykkel										
tog										
bil (f. og p.)+tog										
buss										
tbane										
trikk										
bytte med tog										
bytte uten tog										

Figur 1: Definisjon av hovedtransportmiddel gitt svar i Ruter MIS

Fargekoder i Figur 1 viser koding til de 11 hovedtransportmidler som brukes i modellen. Tabell 2 gir et sammendrag over antall observasjoner og markedsandeler i MPM23, vektet og uvektet.

Tabell 2: Antall observasjoner og markedsandeler til hovedtransportmiddel i datagrunnlaget til MPM23

Transportmiddel	uvektet		vektet	
	N	%	N	%
Bil som fører	22547	47,2	20934	43,8
Bil som passasjer	1805	3,8	1756	3,7
Gange	9870	20,7	10663	22,3
Sykkel	2469	5,2	2609	5,5
Tog(NSB)	1186	2,5	1058	2,2
Park and ride (bil+tog)	440	0,9	358	0,7
Buss	3864	8,1	4119	8,6
T-bane	2543	5,3	2952	6,2
Trikk	984	2,1	1203	2,5
Kombinasjon med tog	1030	2,2	953	2,0
Komb. buss/t-bane/trikk	1024	2,1	1157	2,4
Totalt	47762	100,0	47762	100,0

2.4 Tilgjengelighet av valgalternativer

Tilgjengelighet til transportmidlene defineres på samme måte som i Versjon 1 (se detaljer i Flügel mfl 2015).

Det nye valgalternativet «Park og Ride» defineres som tilgjengelig når «tog» eller «kombinasjon med tog» er tilgjengelig. Man trenger altså ikke å ha førerkort for å kunne velge «Park and Ride» siden bilturen i «Park and Ride» også kan gjennomføres som bilpassasjer.

Tabell 3: Vektet antall og andel tilgjengelighet for valgalternativene i MPM23 Versjon 2

	N	%
Bil som fører	36651	76,7
Bil som passasjer	47762	100,0
Gange	36369	76,1
Sykkel	46518	97,4
Tog(NSB)	9521	19,9
Park and ride (bil+tog)	18301	38,3
Buss	37047	77,6
T-bane	11606	24,3
Trikk	9122	19,1
Kombinasjon med tog	14725	30,8
Kombinasjon buss/t-bane/trikk	20319	42,5

3 Level-of-Service (LoS) data og storsoneinndeling

3.1 Dataleveranse fra Ruter

TØI har mottatt en omfattende dataleveranse fra Ruter. Alle data kom i matriseform på grunnkrets nivå:

LoS-data for kollektivtransport: 82 filer (6x7x2) for

- 6 valgalternativer
 - Tog (uten kombinasjoner)
 - Buss (uten kombinasjoner)
 - T-bane (uten kombinasjoner)
 - Trikk (uten kombinasjoner)
 - Kombinasjon med tog
 - Kombinasjon t-bane/trikk/buss
- 7 ulike variabler
 - Antall påstigninger
 - Total ventetid
 - Første ventetid (ikke brukt i modellen)
 - Gangtid (til og fra stasjon)
 - Ombordtid
 - Påstigningstid (ikke brukt i modellen)
 - Vektet totaltid (ikke brukt i modellen)
- 2 perioder
 - Morgenrush
 - Utenom rush

Kommentar: Disse LoS-data er etablert ved hjelp av selected-mode opsjonen i EMMA. Se Angell (2015) for en beskrivelse i forhold til Versjon 1 av MPM.

Kollektivtakster (for voksne hvis ikke annet er nevnt) : 8 filer

- Enkeltbillettpriser
 - Forhåndkjøpt
 - Kjøpt om bord (*ikke brukt i modellen*)
- 7 dagers billett
- 30 dagers kort
 - Barn og ungdom
 - Student
 - Voksen
- Årskort

Kommentar: Prisene for barn og honnør beregnes basert på pris for voksne. Unntaket er 30 dagerskort, hvor vi har fått egne data for ulike aldersklasser. Se også avsnitt 4.2.2.

Reisetider med bil til kollektivstasjoner: 7 filer

- Til togstasjoner
 - Maks 20 minutter reisetid med bil (*ikke brukt i modellen*)
 - Maks 30 minutter reisetid med bil
 - Maks 45 minutter reisetid med bil (*ikke brukt i modellen*)
 - Maks 60 minutter reisetid med bil (*ikke brukt i modellen*)
- Til busstasjon med maks 10 minutter biltid (*ikke brukt i modellen*)
- Til T-banestasjon med maks 20 minutter biltid (*ikke brukt i modellen*)
- Til stopp for båt (*ikke brukt i modellen*)

LoS for bil: 4 filer

- Distanse, korteste vei
- Biltid morgenrush
- Biltid utenom rush
- Bomtakster (ikke levert på nytt, brukes fra forrige versjon)

3.2 Transponering av LoS for ettermiddagsrush

LoS-data for morgenrush («mor») transponeres til LoS-data for ettermiddagsrush i motsatt retning. LoS-data for morgenrush for relasjon A-->B vil derfor samsvare med LoS-data for ettermiddagsrush for relasjon B-->A.

Tilordning av observasjoner i MIS til LoS for riktig tidsperiode er nærmere beskrevet i avsnitt 4.1.2.

3.3 Sykkel-LoS fra Sintef

I forbindelse med prosjektet «Forbedret modellering av sykkelturner» har Sintef produsert ny LoS-data for sykkel. LoS-data har blitt generert under ulike antakelser om syklistenes rutevalg (se Flügel 2017a). I forbindelse med dette arbeidet brukes LoS basert på «raskeste rute», der sykkelfart er modellert med en forenklet fartsmodell. Denne rutevalgsmodellen har ingen tilleggsvæker for sykkelinfrastruktur og syklisten tar derfor ikke store omveier for å benytte bedre infrastruktur (f.eks. separat sykkelvei). Syklister tar bare «omveier» (for eksempel unngår stigning) når dette fører til høyere hastighet ifølge fartsmodellen.

I forbindelse med LoS-uttaket har Transportanalyse AS gått gjennom og forbedret sykkelnettverket i Emme-nettverket til RTM 23+. Det underliggende nettverk for LoS-uttak for sykkel er derfor noe ulikt LoS-uttaket omtalt i kapittel 3.1.

3.4 Innfartsparkeringsplasser

Informasjon om innfartsparkeringsplasser ved togstasjoner er kodet inn basert på datagrunnlaget til de regionale transportmodellene (her: DOM_ICE). Datagrunnlaget er beskrevet i Rekdal mfl (2014)¹. Dessverre er disse dataene noe foreldet og av varierende kvalitet², så modellresultater for innfartsparkering er derfor beheftet med nokså stor usikkerhet.

I modellen inngår summen av parkeringsplasser ved start- og sluttstasjon i tillegg til en dummy variabel for om det er innfartsparkering på togstasjonen i utgangspunktet (se avsnitt 5.2 og 5.3).

3.5 Ny inndeling av storsoner

Ruter ønsket en ny og finere inndeling i storsonerelasjoner i modellen og forslo å bruke 12 storsoner, mens det var 7 storsoner i Versjon 1. Inndelingen tar utgangspunkt i 11 delmarkedsområder, hvor Tabell 4 viser hvilke bydeler og kommuner som inngår i hvert område.

Tabell 4: Delmarkedsområde (kilde Ruter AS)

Hovedmarkedsområde	Delmarkedsområde	Bydel/kommune
Indre by	Indre by 0	Gamle Oslo
		Grünerløkka
		Sagene
		St. Hanshaugen
Nordøst	Nordøst 1	Frogner
		Bjerke
		Grorud
		Sløvner
	Nordøst 2	Alna
		Rælingen
		Lørenskog
		Skedsmo
	Nordøst 3	Nittedal
		Gjerdrum
		Fet
		Sørum
Nordøst 4	Ullensaker	
	Nes	
	Aurskog-Høland	
	Nannestad	
Vest	Vest 1	Eidsvoll
		Hurdal
	Vest 2	Ullern
		Vestre Aker
	Vest 3	Nordre Aker
		Bærum
Sør	Sør 1	Asker
		Østensjø
	Sør 2	Nordstrand
		Søndre Nordstrand
		Nesodden
	Sør 3	Oppegård
		Ski
		Enebakk
		Frogn
		Ås
	Vestby	

¹ <http://www.moreforsk.no/publikasjoner/rapporter/transportokonomi/1416-inkludering-av-innfartsparkering-i-tramodby-tramodip/1094/2874/>

² Vi har også vurdert å bruke data fra TØI rapport 1367/2014, men lyktes ikke å legge til disse data til rette innenfor dette prosjektet.

Oslo sentrum (innenfor Ring 1) er skilt ut fra Indre by, slik at det blir 12 storsoner til sammen.

Tabell 5 er en krysstabell som viser hvordan observasjonene fordeler seg på relasjoner mellom storsonene.

Tabell 5: Antall observasjoner for storsonerelasjoner i MPM23 Versjon 2

Antall reiser (vektet) fra startssone/sluttssone	Indre by0 (utenom sentrum)	Nordøst 1	Nordøst 2	Nordøst 3	Nordøst 4	Vest 1	Vest 2	Vest 3	Sør 1	Sør 2	Sør 3	Sentrum
Indre by0 (utenom sentrum)	6031	711	308	140	66	1398	468	118	608	157	101	825
Nordøst 1	738	2297	349	80	42	317	83	20	229	62	38	236
Nordøst 2	294	337	3261	283	125	175	49	15	55	36	43	113
Nordøst 3	133	70	276	1483	226	54	39	12	28	10	15	53
Nordøst 4	71	52	127	214	1706	25	7	2	6	10	13	32
Vest 1	1404	300	168	52	27	2643	370	83	229	54	46	311
Vest 2	441	83	49	29	8	364	2817	237	54	32	16	158
Vest 3	121	24	13	12	2	87	232	1430	11	7	6	57
Sør 1	624	231	59	24	5	256	70	11	2245	96	46	243
Sør 2	143	55	37	10	8	65	29	4	100	1710	245	86
Sør 3	108	35	51	11	13	37	19	8	49	242	1515	46
Sentrum	786	244	122	66	35	284	146	69	273	83	53	218

Relasjonen Vest 3 <-> Nordøst 4 har færrest observasjoner (bare 2 i hvert retning). Det viser seg at implementert modell har vanskeligheter med å beregne realistiske markedsandeler for denne relasjonen (det er merket i excel-arket).

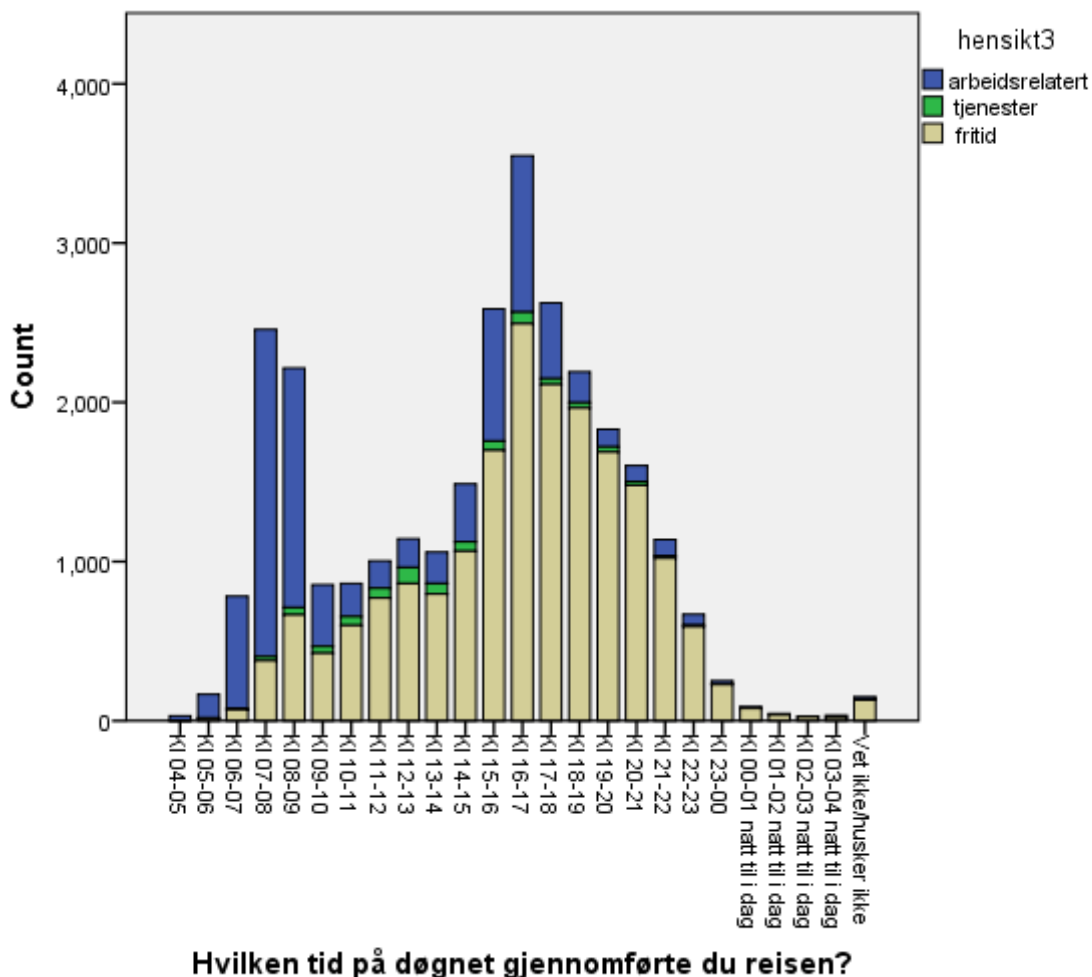
4 Metodeutvikling

4.1 Tidsdifferensiering av reiser

4.1.1 Informasjon om reisetid i Ruter MIS

Siden oktober 2015 foreligger informasjon om avreisetidspunkt i timesintervaller i Ruter MIS. I MPM23 Versjon 2 har 27403 observasjoner (vektet antall), altså 57,4% av alle observasjoner denne informasjonen fra spørreskjemaet.

Figur 2 viser foredlingen over døgnet segmentert etter grupper av reisehensikt.



Figur 2: Døgnfordeling for reiser med tidsinformasjon i Ruter MIS

Man ser at morgenrushet er relativt spisst (mellom kl. 7 og 9) mens ettermiddagsrushet strekker seg litt lengre i tid, fra cirka kl. 15 til 18.

4.1.2 Bestemmelse av reisetidspunkt for observasjoner uten tidsinformasjon

For de 20359 reiser uten informasjon om avreisetidspunkt må man «gjette» seg fram til dette for å kunne tilpasse «riktige» LoS-data (LoS for morgenrush, lavtrafikk eller ettermiddagsrush).

I første versjon har vi brukt en enkel metode der vi tilfeldig trekker «rush» eller «ikke-rush» for hver reise. Sannsynligheten for at «rush» blir trukket var kun avhengig av reisehensikt (høyere for arbeidsreiser enn for andre formål).

Nå har vi brukt kombinert informasjon om reisehensikt (variabel som er oppdelt i 18 forskjellige reisehensikter) og reisenummer per dag (REISE, 1 står for den første reisen man gjennomføre på døgnet, 2 for den andre osv.) for å beregne sannsynligheter for at reisen går i en av LoS-dataenes tidsperioder.

Vi deler døgnet i 5 perioder. Tabell 6 viser fordeling over tidsperioder for de vi har informasjon om og for de hvor vi har tilpasset dem tilfeldig («gjettet»).

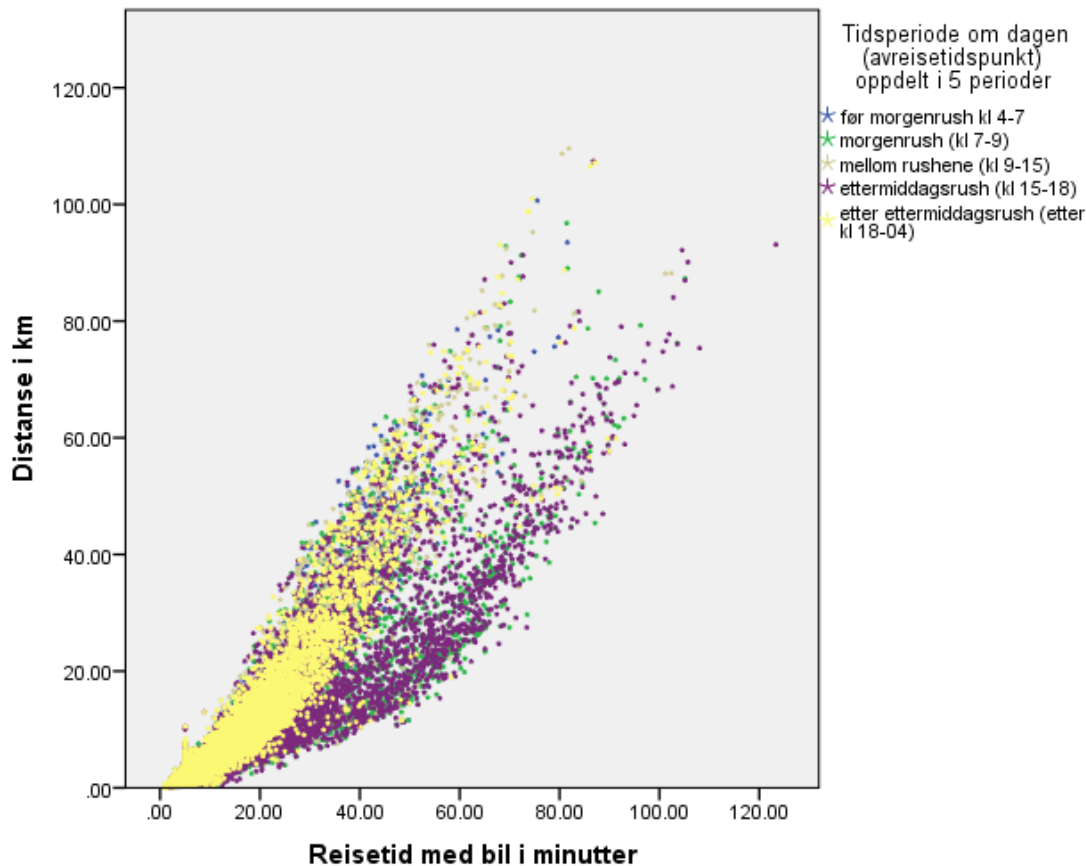
Tabell 6: Fordeling over dagnperioder i MPM23 Versjon 2

	Før morgen-rush, kl 4-7	Morgen-rush, kl 7-9	Mellom-rushtider, kl 9-15	Ettermiddagsrush, kl 15-18	Etter ettermiddagsrush, kl 18-04
Reiser med "gjettet" tidspunkt	3,5 %	15,9 %	22,8 %	30,8 %	26,8 %
Reiser med tidspunkt fra spørreskjema	3,4 %	16,3 %	22,3 %	30,5 %	27,5 %
Totalt	3,5 %	16,1 %	22,6 %	30,7 %	27,2 %

Ut fra tallene i Tabell 6 virker tilpasningen å ha fungert tilfredsstillende. Avvik kan skyldes endring i reisehensiktsfordeling og fordeling over døgnet fra 2014/2015 til 2015/2016. Det kan også være noen få usystematiske avvik utover det pga at metoden innebærer tilfeldige trekkinger.

4.1.3 Kobling av LoS-data til observasjoner basert på tidsinformasjon

Vi kobler «dag», «morgen» og «morgen speilet»-LoS til de 5 tidsperioder. Figur 3 viser at reisetiden med bil er lenger i morgen- og ettermiddagsrushet enn andre tider på døgnet.



Figur 3: Reisedistanse og reisetid med bil for ulike perioder av døgnet

Selve modellen bruker kun to perioder, «rush» og «ikke-rush». Det er konsistent med at MPM23 ikke er retningsspesifikk på geografiske relasjoner.

Det estimeres ulike tidsverdier for disse to periodene og brukerne kan spesifisere tiltak som er spesifikk for én av periodene.

MPM23 er en statisk modell og antar gitt etterspørsel (sum over transportmidlene) innen hver tidsperiode. Mulig overføring av trafikk fra en periode til en annen kan dermed ikke modelleres i MPM23.

4.2 Kjøp av periodekort

4.2.1 Periodekortinnhav i Ruter MIS

I Ruter MIS spørres det om periodekort både for de som brukte kollektiv transport på rapporteringsdagen (dagen før intervjuet) og for de som ikke gjorde det.

Tabell 7 gir et sammendrag av svarandelen for ulike billettyper, gitt transportmiddelvalg.

Tabell 7: Periodekortinnhav i Ruter MIS

Transportmiddel (alternativer i MPM23)	Dagsbillett	Ukesbillett	Månedskort	Årskort	Periodekort (sum)	Ingen periodekort
	%	%	%	%	%	%
Tog(NSB)	0,6 %	1,6 %	65,4 %	5,4 %	73,0 %	27,0 %
P&R*	0,9 %	3,6 %	65,2 %	6,5 %	76,3 %	23,7 %
Buss	1,0 %	1,3 %	65,1 %	3,9 %	71,3 %	28,7 %
T-bane	1,1 %	1,9 %	69,9 %	4,8 %	77,7 %	22,3 %
Trikk	1,3 %	1,8 %	67,1 %	3,3 %	73,5 %	26,5 %
Komb. tog	0,5 %	1,3 %	76,7 %	4,7 %	83,1 %	16,9 %
Komb. BTT**	1,4 %	2,4 %	72,8 %	5,4 %	82,1 %	17,9 %
Kollektivt samlet	1,0 %	1,7 %	68,2 %	4,5 %	75,4 %	24,6 %
Bil som fører	0,0%	0,5 %	4,1 %	0,9 %	5,5 %	94,5 %
Bil som passasjer	0,0 %	1,0 %	8,2 %	1,5 %	10,7 %	89,3 %
Gange	0,0 %	0,7 %	6,3 %	1,0 %	8,0 %	92,0 %
Sykkel	0,0 %	0,2 %	6,5 %	1,4 %	8,1 %	91,9 %
Totalt	0,2 %	0,9 %	20,7 %	1,8 %	23,7 %	76,3 %

*P&R = «Park and Ride»

**Kombinasjon BTT = reiser som kombinerer buss, trikk, T-bane

Som det fremgår av Tabell 7 er totalt periodekortinnhav i Ruter-MIS utvalget på 23,7% (målet i antall reiser, ikke personer), mens 75,4% av reisene med kollektivtransport ble utført med periodekort. Månedskort er med god margin den mest brukte typen periodekort. Bussbrukerne virker å ha lavest andel periodekortinnhav blant kollektivbrukerne, men forskjellen mellom driftsformene er relativt liten. Bilbrukene har relativt lav andel periodekort (5.5% for bilførere og 10,7% for bilpassasjerer).

Periodekortinnhavet varierer med reisehensikt. Skolereiser har høyest periodekortinnhav blant kollektivreisene (85.5%) etterfulgt av arbeidsreisene (83.3%).

Om respondentene kjøper periodekort er naturligvis sterkt knyttet til hvor ofte man reiser kollektivt. Dette er vist i Tabell 8.

Tabell 8: Periodekortinnhav i Ruter MIS etter rapportert antall reiser med kollektivtransport

	Kollektivreiser				Totalt (inkl. bil, gang, sykkel)			
	uten periodekort		med periodekort		uten periodekort		med periodekort	
	N	%	N	%	N	%	N	%
4-7 dager pr uke	1231	12,8%	8365	87,2%	8467	46,7%	9670	53,3%
2-3 dager pr uke	999	73,0%	369	27,0%	6404	87,0%	958	13,0%
Ukentlig	380	79,4%	99	20,6%	5539	94,8%	302	5,2%
Hver 14. dag	155	82,4%	33	17,6%	4931	97,2%	144	2,8%
Hver måned	63	71,3%	25	28,7%	4488	96,8%	147	3,2%
Sjeldnere	56	89,5%	7	10,5%	5323	98,7%	71	1,3%
Aldri	6	79,8%	2	20,2%	1229	99,2%	10	,8%
Ubesvart/vet ikke	10	87,0%	1	13,0%	77	98,2%	1	1,8%
Totalt	2899	24,6%	8901	75,4%	36459	76,3%	11303	23,7%

Fra Tabell 8 ser man at de fleste som bruker kollektivt minst 4 ganger i uken har periodekort, mens de som reiser relativt sjelden typisk ikke har periodekort.

4.2.2 Priser for ulike billettyper gitt rabatt

Priser for ulike billettyper foreligger som LoS-data på alle relasjoner mellom grunnkretser. Etter kobling av LoS-data med Ruter MIS kan vi koble riktige billettpriser til personer, der rabattgruppen defineres ut fra alder og yrkesstatus. Informasjon om rabattene er hentet fra: <https://ruter.no/kjop-billett/billetter-og-priser/#rabatter> ³.

Tabell 9 viser priser for de 3 mest brukte billettyper.

Tabell 9: Rabattgrupper og deres pris for de mest brukte billettyper (gjennomsnittpris for alle relasjoner innenfor Oslo/Akershus)

		Antall i rabattgruppe	Gjennomsnitt	Min	Maks
Enkeltbillett-produkter	ingen rabatt	37660	37,46	32,00	112,00
	barn	1	16,00	16,00	16,00
	ungdom	192	37,74	32,00	112,00
	student	3922	35,61	32,00	112,00
	honnør	5986	18,04	16,00	56,00
	Totalt	47762	34,87	16,00	112,00
Månedsbillett	ingen rabatt	37660	822,92	690,00	1758,00
	barn	1	345,00	345,00	345,00
	ungdom	192	370,38	345,00	545,00
	student	3922	467,74	414,00	1055,00
	honnør	5986	395,60	345,00	879,00
	Totalt	47762	738,36	345,00	1758,00
Årsbillett	ingen rabatt	37660	8229,16	6900,00	17580,00
	barn	1	3450,00	3450,00	3450,00
	ungdom	192	8255,47	6900,00	17580,00
	student	3922	7796,22	6900,00	17580,00
	honnør	5986	3956,02	3450,00	8790,00
	Totalt	47762	7658,03	3450,00	17580,00

4.2.3 Tilordning av periodekort og pris per tur

For å kunne modellere trade-off mellom enkeltbilletter og periodekort omregnes prisen på periodekort til enkeltpriser per tur. For dette gjøres et anslag på antall kollektivturer per år basert på svar på spørsmål S20 «Hvor ofte reiser du vanligvis kollektivt?». Teknisk sett trekkes det for hver reise et tilfeldig tall fra et forhåndsbestemt intervall gitt svaret på S20 - spørsmålet (se Tabell 10 nedenfor for intervallene). Trukket antall dager ganges med to for

³ «Barn under 4 år reiser gratis. Barn fra 4 til og med 15 år kan reise med barnebillett. Alle barnebillettene, bortsett fra 30-dagersbilletten, koster halv pris av en voksenbillett. Rabatten på 30-dagersbilletten er større for to soner eller flere. Husk at periodebilletter med barnerabatt må aktiveres senest dagen før barnet fyller 16 år. Ungdom fra 16 til og med 19 år får ungdomsrabatt på 7-dagersbillett og 30-dagersbillett. Ungdom betaler fullpris på alle andre typer billetter. Husk at billetter med ungdomsrabatt må aktiveres senest dagen før du fyller 20 år.

Studenter under 30 år, lærlinger og lære kandidater kan få 40% rabatt på 30-dagersbilletten. Det samme gjelder elever på videregående skole som har fylt 20 år. Studentrabatten gjelder bare på 30-dagersbilletten, ikke enkeltbillett eller andre periodebilletter.

Honnørrabatt gjelder for alle over 67 år, for personer med norsk uføretrygd, samt blinde og ektefelle/samboer som reiser sammen med den som har rett til honnørrabatt. Honnørbilletten koster halv pris av en vanlig voksenbillett.»

å ta høyde for at man de fleste dager reiser tur-retur⁴. Prisene for periodekortene (Tabell 9) deles så med dette tallet (altså 2 ganget med tall for dager der det brukes kollektivt), noe som gir et anslag for pris per kollektivt tur gitt at reisen hadde blitt utført med en gitt type periodekort. Det settes en øvre grense på 500 kr per tur. Etter dette tilordnes alle reiser der det ikke brukes et periodekort til type periodekort i samme prosentfordeling som observert i Ruter MIS. For å øke presisjonen gjøres dette innenfor hver persongruppe (definert ut fra yrke og svar på S20).

Tabell 10 viser intervaller og gjennomsnittspriser for tilordnet periodekort.

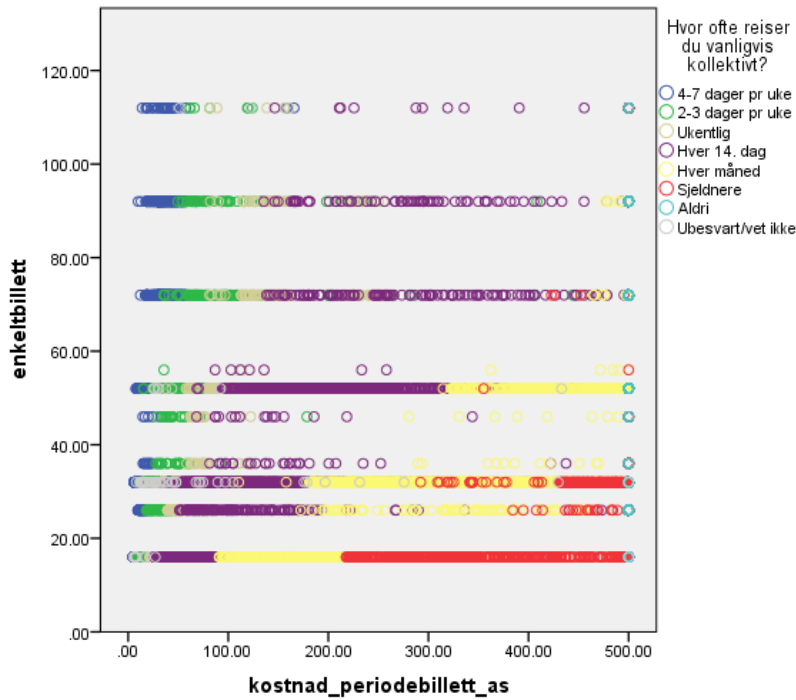
Tabell 10: Intervaller og gjennomsnittspriser for tilordnet periodekort

Svar på spørsmål S20*	Intervall der antall dager per år trekkes fra	Antatt pris per reise for tilordnet periodekort (maks pris satt til 500 kroner per tur)		
		Gjennomsnitt	Minimum	Maximum
4-7 dager pr uke	182-365	17,03	4,76	165,74
2-3 dager pr uke	78-182	37,00	9,53	443,92
Ukentlig	65-78	68,25	22,13	499,43
Hver 14. dag	19-65	154,76	26,61	500,00
Hver måned	8-19	353,13	90,98	500,00
Sjeldnere	1-8	486,64	217,75	500,00
Aldri	0-1	500,00	500,00	500,00
Ubesvart/vet ikke	0-365	70,12	5,41	500,00

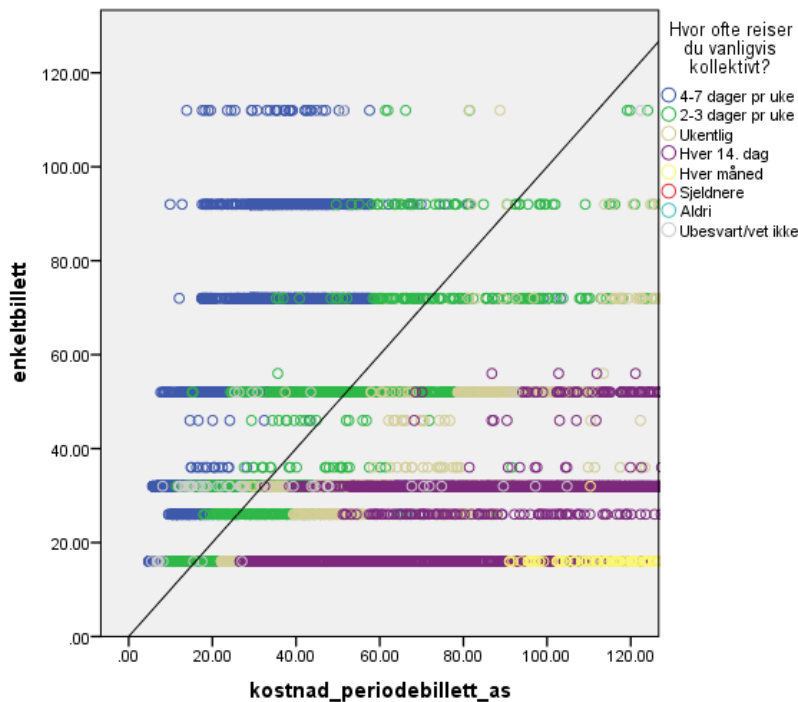
* Hvor ofte reiser du vanligvis kollektivt?

I Figur 4a og 4b sammenlignes enkeltbillettpris med pris *per tur* med periodekort.

⁴ Tallet 2 er lavt i forhold til gjennomsnitt antall delturer som utføres av personer. Men det som er avgjørende for modellen er trade-offen mot enkeltbillettprodukter. Her må man vurdere hvor mange enkeltbilletter man måtte ha kjøpt om man ikke hadde periodekort. Med denne betraktningen kan det argumenteres at 2 kan allikevel være greit faktor siden mange delreiser forgår i samme time (en enkeltbillett er gyldig én time).



Figur 4a: Pris for enkeltbillett og for *per tur* med periodekort i MPM23



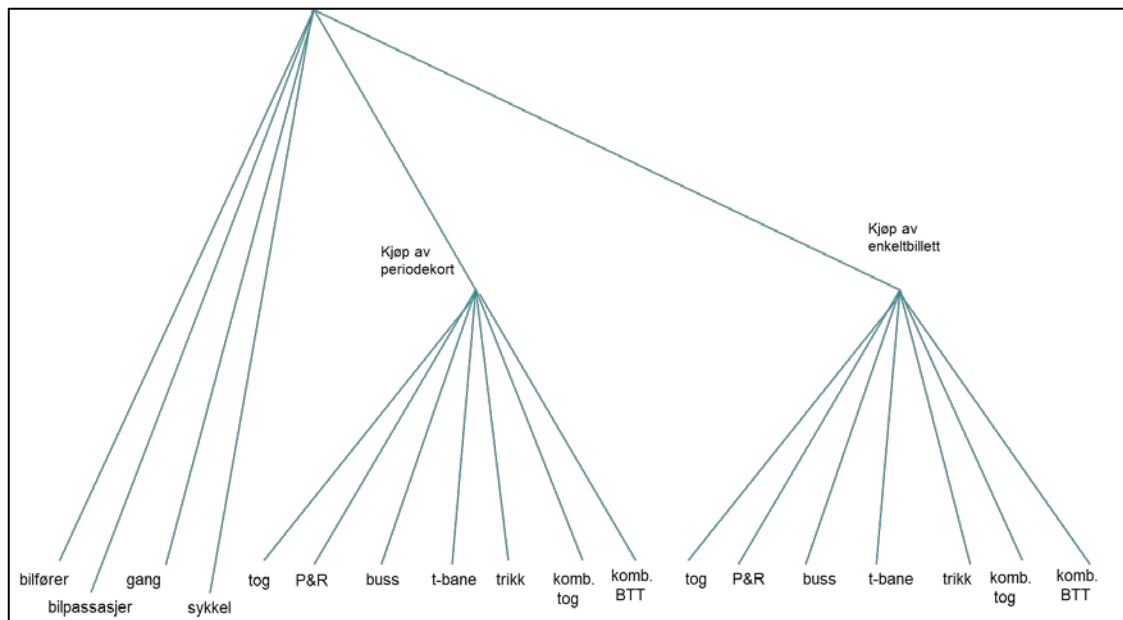
Figur 4b: Pris for enkeltbillett og for *per tur* med periodekort i MPM23, zoomet og med 45graders linje

Fra Figur 4b ser vi at det «lønner seg» for personer som reiser 4-7 dager pr uke å kjøpe periodekort, mens personer som bare reiser ukentlig eller enda sjeldnere betaler mindre per tur med enkeltbillett. Gruppen som reiser 2-3 dager i uken (grønn) er i «grenseland» og er de som er mest tilbøyelig til å bytte billettype.

5 Estimering

5.1 Struktur i modellen

Som i forrige versjon er MPM23 Versjon 2 en nested logit modell (se for eksempel Ben-Akiva og Lerman 1985). Valgsettet består av maksimalt 18 valgalternativer hvorav 14 av disse er ulike varianter innenfor kollektivtransport, med enten periodekort eller enkeltbillett. De øvrige 4 valgalternativer er bilfører, bilpassasjer, sykling og gåing, hvor type billett naturlig nok ikke inngår i nyttefunksjonen. Valgalternativene er hierarkisk strukturert som kan tolkes som at beslutningstakerne først velge type billett (periodekort eller enkeltbillett) og deretter kollektiv driftsform. Dette er illustrert i Figur 5.



Figur 5: 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%. Aggregering av valgsannsynligheter over reiser gir predikerte markedsandeler. For alternativer som er definert som «ikke tilgjengelig» (se avsnitt 2.4), settes valgsannsynligheten til 0%.

5.2 Modellens forklaringsvariabler

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, se avsnitt 6.1)
- Ombordtid (kollektivt og bil) og ventetid (kollektivt) splittes opp i rush og ikke-rush
- LoS-variablene til tilbringer/frabringertid transformeres med kvadratrotten⁵
- Dummy variabler ang. tilfredshet og reisehensikter splittes opp i kollektivalternativer med periodekort og med enkeltbillett

I implementert modell kan man spesifisere endringer i drivstoffkostnader og bompenger separat. Man kan også endre andel sykkelinfrastruktur (separat sykkelfelt og gang/sykkelvei); effektberegning skjer via sykkelhastigheten (se kapittel 7).

5.3 Fastlegging av tidsverdi for alternativ modell

Vi har testet mange ulike modellversjoner. De endelige modellene (se neste avsnitt) 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

⁵ Denne spesifiseringen ble etter hvert tilført modellen på basis av uttesting en. Motivasjonen for kvadratrotten kan ligge det brukes sykle og bil for lengre avstander til stasjon (mens beregning av tilbringertid er basert på distanse og en hastighet som tilsvare farten av å gå).

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 der vi har låst forholdet mellom koeffisienten for reisekostnader og for ulike ombordtider, slik at de implisitte tidsverdier tilsvarer nivået i metodehåndbok for Jernbaneverket (2015). Disse tallene er basert på verdsettingsstudien fra 2010 (Samstad mfl 2010, Halse mfl 2011). Siden det ikke finnes noen offisielle tidsverdier for i rush og ikke-rush og for buss og skinnegående kollektivtransport, har vi opprettholdt de estimerte ulikheter mellom rush og ikke-rush og mellom buss og skinnegående trafikk (se mer i neste avsnitt og avsnitt 6.1). Vi har ikke holdt fast forholdet mellom reisekostnader og tilbringertid eller ventetid.

5.4 Estimeringsresultater

Tabell 11 viser estimeringsresultater for modellen uten og med fastlegging av tidsverdi for ombordtid. Vi referer til modellene som modell1 og modell 2 henholdsvis.

Tabell 11: Estimeringsresultater for de to modellene

Modellvariant			Modell 1: Fri tidsverdi for ombordtid		Modell 2: Fastsatte tidsverdier for ombordtid	
Antall estimerte parameter			148		142	
Forklaringskraften (adjusted rho-square)			0,467		0,462	
Navn til koeffisient	tilsvarende forklaringsvariabel	inngår i følgende nyttefunksjoner	verdi	t-test	verdi	t-test
ASC_Bane_m	alternativ - spesifikke konstantledd (Bilfører normalisert til null)	T-bane/ periodekort	2,77	18,47	2,56	17,13
ASC_Bane_u		T-bane /enkeltbillett	1,88	12,37	1,49	9,68
ASC_BilP		Bilpassasjer	-2,48	-48,11	-2,48	-48,28
ASC_Buss_m		Buss/periodekort	2,5	16,84	2,16	14,57
ASC_Buss_u		Buss/ enkeltbillett	1,65	10,95	1,09	7,16
ASC_Gang		Gang	3,91	27,42	3,86	27,22
ASC_PaR_m		Park and Ride/periodekort	-1	-3	-2,65	-5,62
ASC_PaR_u		Park and Ride / enkeltbillett	-2,6	-7,68	-5,14	-10,98
ASC_Sykk		Sykkel	0,0584	0,39	0,0132	0,09
ASC_Tog_m		Tog /periodekort	2,58	16,98	2,25	14,68
ASC_Tog_u		Tog/ enkeltbillett	1,77	11,31	1,19	7,18
ASC_Trikk_m		Trikk/periodekort	2,42	16,33	2,05	13,86
ASC_Trikk_u		Trikk/ enkeltbillett	1,6	10,52	0,913	5,85
ASC_kombBBT_m		kombinasjon med Buss/T-bane/Trikk /periodekort	2,19	14,67	1,75	11,67
ASC_kombBBT_u		kombinasjon med Buss/T-bane/Trikk /enkeltbillett	1,05	6,69	-0,114	-0,69
ASC_kombTog_m		kombinasjon med tog / periodekort	2,01	13,27	1,51	9,9
ASC_kombTog_u		kombinasjon med tog / enkeltbillett	0,824	5,15	-0,382	-2,22
B_AprSep_Sykk		dummy 1 hvis observasjon er i perioden April-September	Sykkel	1,02	23,79	1,02
B_Avst_Gang	avstand i meter	Gange	-0,834	-83,92	-0,848	-90,38

Modellvariant			Modell 1: Fri tidsverdi for ombordtid		Modell 2: Fastsatte tidsverdier for ombordtid	
Antall estimerte parametere			148		142	
Forklaringskraften (adjusted rho-square)			0,467		0,462	
Navn til koeffisient	tilsvarende forklaringsvariabel	inngår i følgende nyttefunksjoner	verdi	t-test	verdi	t-test
B_Board_generisk	Antall påstigninger per reise	<i>Alle kollektiv-alternativer bytte mellom ulike driftsformer</i>	-0,0682	-4,84	-0,0835	-4,33
B_FEMALE_BilP	dummy 1 hvis kvinne	<i>Bilpassasjer</i>	0,667	13,18	0,665	13,13
B_IP_PaR	dummy 1 hvis innfartsparkering tilgjengelig	<i>Park and Ride</i>	0,708	2,75	0,909	2,12
B_IPplasser_PaR	antall plasser for innfartsparkering	<i>Park and Ride</i>	0,000853	5,01	0,00133	5,12
B_Kost_gen	reisekostnader	<i>Alle</i>	-0,0345	-116,89	-0,019	fastsatt*
B_MALE_Sykk	dummy 1 hvis mann	<i>Sykkel</i>	0,353	9,01	0,364	9,34
B_OBtid_Buss_ikkerush	Ombordtid utenom rush perioder	<i>Buss</i>	-0,0131	-10,27	-0,019	fastsatt*
B_OBtid_Buss_rush	Ombordtid i rush perioder	<i>Buss</i>	-0,0198	-14,29	-0,029	fastsatt*
B_OBtid_Skinne_ikkerush	Ombordtid utenom rush perioder	<i>skinnegående kollektivtransport</i>	-0,0111	-7,95	-0,016	fastsatt*
B_OBtid_Skinne_rush	Ombordtid i rush perioder	<i>skinnegående kollektivtransport</i>	-0,0175	-12,29	-0,026	fastsatt*
B_ParkJa_BilF	dummy 1 hvis gratis parkering	<i>Bilfører</i>	0,558	21,66	0,597	23,25
B_RFarb_Gang	dummy 1 hvis reisehensikt lik "arbeidsreiser"	<i>Gange</i>	-0,568	-10,12	-0,377	-6,64
B_RFarb_Sykk		<i>Sykkel</i>	0,61	9,99	0,769	12,48
B_RFarb_bilF		<i>Bilfører</i>	-0,229	-4,58	0,0102	0,2
B_RFarb_bilP		<i>Bilpassasjer</i>	-0,941	-12,28	-0,702	-9,11
B_RFarb_m		<i>Kollektiv-alternativer med periodekort</i>	0,714	16,31	0,884	19,32
B_RFhda_Gang	dummy 1 hvis reisehensikt lik "handle dagligvarer"	<i>Gange</i>	-0,189	-3,27	-0,16	-2,72
B_RFhda_Sykk		<i>Sykkel</i>	0,0444	0,61	0,0647	0,88
B_RFhda_bilF		<i>Bilfører</i>	0,881	15,41	0,942	16,27
B_RFhda_bilP		<i>Bilpassasjer</i>	-0,0478	-0,64	0,0148	0,2
B_RFhda_m		<i>Kollektiv-alternativer med periodekort</i>	0,0951	1,73	0,135	2,35
B_RFhen_Gang	dummy 1 hvis reisehensikt lik "hente/levere"	<i>Gange</i>	0,323	2,71	0,421	3,35
B_RFhen_Sykk		<i>Sykkel</i>	0,929	6,95	1,01	7,26
B_RFhen_bilF		<i>Bilfører</i>	1,69	14,87	1,84	15,29
B_RFhen_bilP		<i>Bilpassasjer</i>	-0,0147	-0,09	0,154	0,96
B_RFhen_m		<i>Kollektiv-alternativer med periodekort</i>	0,4	3,61	0,494	4,05
B_RFsko_Gang	dummy 1 hvis reisehensikt lik "skolereiser"	<i>Gange</i>	-0,86	-6,97	-0,741	-5,84
B_RFsko_Sykk		<i>Sykkel</i>	-0,0751	-0,53	0,00952	0,07
B_RFsko_bilF		<i>Bilfører</i>	-0,705	-4,31	-0,513	-3,11

Modellvariant			Modell 1: Fri tidsverdi for ombordtid		Modell 2: Fastsatte tidsverdier for ombordtid	
Antall estimerte parametere			148		142	
Forklaringskraften (adjusted rho-square)			0,467		0,462	
Navn til koeffisient	tilsvarende forklaringsvariabel	inngår i følgende nyttefunksjoner	verdi	t-test	verdi	t-test
B_RFsko_bilP		<i>Bilpassasjer</i>	-0,954	-6,27	-0,866	-5,62
B_RFsko_m		<i>Kollektiv-alternativer med periodekort</i>	0,497	5,93	0,754	8,29
B_RFtje_Gang	dummy 1 hvis reisehensikt lik "tjenestereiser"	<i>Gange</i>	-1,54	-10,42	-1,43	-9,6
B_RFtje_Sykk		<i>Sykk</i>	-0,571	-3,43	-0,459	-2,76
B_RFtje_bilF		<i>Bilfører</i>	0,0548	0,51	0,152	1,43
B_RFtje_bilP		<i>Bilpassasjer</i>	0,147	1	0,24	1,64
B_RFtje_m		<i>Kollektiv- alternativer med periodekort</i>	0,143	1,31	0,147	1,34
B_SI_Gang		dummy 1 hvis soneinterne reiser	<i>Gange</i>	0,25	5	0,253
B_SI_Sykk	<i>Sykk</i>		0,0421	0,45	0,0476	0,51
B_Tid_Bil_ikkerush	reisetid med bil (minutter) utenom rush	<i>bilfører og bilpassasjer</i>	-0,00628	-2,07	-0,015	fastsatt*
B_Tid_Bil_rush	reisetid med bil (minutter) i rush-perioden		-0,0194	-7,94	-0,046	fastsatt*
B_biltilj_PaR	dummy 1 hvis bilfører tilgjengelig alternativ	<i>Park and Ride</i>	1,16	11,38	1,71	11,39
B_gangtid_sqrt_gen	Tilbringer- og frabringertid til stasjon i minutter transformert med kvadratrot	<i>Alle kollektiv-alternativer</i>	-0,223	-23,29	-0,265	-29,07
B_nettoStigAbs_Sykk	nettostigning i meter (absoluttverdi)	<i>Sykk</i>	-0,00255	-5,42	-0,0028	-5,99
B_reiser10_Tog	dummy 1 hvis reise mellom 5 og 10 km	<i>Tog, Park and Ride, kombinasjon med Tog</i>	-0,475	-10,73	-0,755	-12,05
B_reiser30_Tog	dummy 1 hvis reise mellom over 10km		0,316	7,42	0,461	7,81
B_reiser5_Tog	dummy 1 hvis reise mellom over under 5km		-0,638	-9,18	-1,01	-9,85
B_tid_Sykk	reisetid i minutter med sykkel	<i>Sykk</i>	-0,0607	-39,23	-0,0636	-43,97
B_totaleVent_gen_rush	totale ventetid i minutter i rush	<i>Alle kollektiv-alternativer</i>	-0,0336	-14,2	-0,0533	-18,58
B_totaleVent_genikkerush	totale ventetid i minutter utenom rush		-0,0466	-16,58	-0,0437	-14,93
MU_KoIM	nest parameter periodekort	<i>kollektivalternativer med periodekort</i>	2,29	23,65	1,57	32,31
MU_KoIU	nest parameter enkeltkort	<i>kollektivalternativer med enkeltkort</i>	2,03	20,48	1	i teoretisk minimum
b_indre_indre_bil		<i>bilfører og bilpassasjer</i>	0,897	6,37	0,882	6,2
b_indre_nord1_bil			1,65	11,31	1,6	10,83

Modellvariant			Modell 1: Fri tidsverdi for ombordtid		Modell 2: Fastsatte tidsverdier for ombordtid	
Antall estimerte parameter			148		142	
Forklaringskraften (adjusted rho-square)			0,467		0,462	
Navn til koeffisient	tilsvarende forklaringsvariabel	inngår i følgende nyttefunksjoner	verdi	t-test	verdi	t-test
b_indre_nord2_bil	ulike dummy for storsonerelasjoner (begge redninger)normalisert nivå er «sentrum /fra/til vest 1»; sentrum: Oslo sentrum (innenfor Ring 1), indre: Oslo indre by utenom sentrum, Se kart i avsnitt 3.5 for øvrige områdene.		1,21	7,03	1,3	7,61
b_indre_nord3_bil			0,502	2,21	0,711	3,39
b_indre_nord4_bil			0,718	1,71	0,761	2,17
b_indre_sor1_bil			1,64	10,93	1,65	10,9
b_indre_sor2_bil			0,675	3,3	0,764	3,84
b_indre_sor3_bil			0,48	1,87	0,594	2,39
b_indre_vest1_bil			1,56	11,05	1,51	10,57
b_indre_vest2_bil			1,84	11,48	1,75	10,86
b_indre_vest3_bil			1,78	7,58	1,81	7,89
b_nord1_nord1_bil			2,36	16,51	2,3	15,91
b_nord1_nord2_bil			2,68	14,45	2,69	14,51
b_nord1_nord3_bil			2,35	6,68	2,64	7,42
b_nord1_nord4_bil			1,84	3,35	1,66	3,31
b_nord1_sor1_bil			2,65	14,56	2,56	13,91
b_nord1_sor2_bil			2,55	8,05	2,49	7,93
b_nord1_sor3_bil			3,18	7,41	3,18	7,48
b_nord1_vest1_bil			1,8	11,16	1,66	10,22
b_nord1_vest2_bil			2,49	9,96	2,2	9,26
b_nord1_vest3_bil			2,85	5,12	2,66	4,87
b_nord2_nord2_bil			2,8	19,5	2,71	18,75
b_nord2_nord3_bil			2,29	10,3	2,3	10,35
b_nord2_nord4_bil			1,46	5,2	1,38	5,12
b_nord2_sor1_bil			3,37	9,31	3,3	9,41
b_nord2_sor2_bil			2,42	5,86	2,39	5,97
b_nord2_sor3_bil			4,02	10,75	3,65	9,99
b_nord2_vest1_bil			1,58	7,96	1,54	7,9
b_nord2_vest2_bil			2,24	6,7	2,15	6,72
b_nord2_vest3_bil			2,97	5,47	3,09	6,03
b_nord3_nord3_bil			2,99	19,31	2,9	18,62
b_nord3_nord4_bil			2,35	10,06	2,07	8,82
b_nord3_sor1_bil			2,61	5,4	2,74	5,72

Modellvariant			Modell 1: Fri tidsverdi for ombordtid		Modell 2: Fastsatte tidsverdier for ombordtid	
Antall estimerte parametere			148		142	
Forklaringskraften (adjusted rho-square)			0,467		0,462	
Navn til koeffisient	tilsvarende forklaringsvariabel	inngår i følgende nyttefunksjoner	verdi	t-test	verdi	t-test
b_nord3_sor2_bil			1,55	1,52	1,76	1,67
b_nord3_sor3_bil			2,81	1,96	2,6	2,11
b_nord3_vest1_bil			1,73	5,88	1,69	6,24
b_nord3_vest2_bil			1,85	4,76	1,79	4,85
b_nord3_vest3_bil			3,5	6,62	2,87	5,52
b_nord4_nord4_bil			3,2	20,79	3,09	19,94
b_nord4_sor1_bil			1,26	0,67	1,47	1,03
b_nord4_sor2_bil			5,94	2,99	5,11	2,47
b_nord4_sor3_bil			3,08	3,01	1,97	1,72
b_nord4_vest1_bil			1,15	2,23	0,968	2,11
b_nord4_vest23_bil			1,85	1,35	1,98	2,71
b_sentrum_indre_bil			-0,0938	-0,55	-0,048	-0,28
b_sentrum_nord1_bil			-0,153	-0,77	-0,233	-1,16
b_sentrum_nord2_bil			0,534	2,17	0,669	2,8
b_sentrum_nord3_bil			-0,282	-0,92	-0,116	-0,41
b_sentrum_nord4_bil			-0,364	-0,91	-0,462	-1,22
b_sentrum_sentrum_bil			-0,678	-1,24	-0,684	-1,24
b_sentrum_sor1_bil			0,547	3,05	0,5	2,78
b_sentrum_sor2_bil			0,279	1,08	0,318	1,25
b_sentrum_sor3_bil			-0,366	-1,18	-0,284	-0,94
b_sentrum_vest2_bil			1,14	5,78	1,04	5,22
b_sentrum_vest3_bil			0,517	1,61	0,6	1,87
b_sor1_sor1_bil			2,34	16,22	2,27	15,61
b_sor1_sor2_bil			2,91	10,2	2,88	10,18
b_sor1_sor3_bil			5,36	1,65	5,23	1,88
b_sor2_sor2_bil			2,66	17,86	2,6	17,3
b_sor2_sor3_bil			2,66	11,8	2,64	11,52
b_sor3_sor3_bil			2,84	18,52	2,77	17,94
b_vest1_sor1_bil			1,64	9,03	1,53	8,5
b_vest1_sor2_bil			1,02	3,45	0,977	3,39
b_vest1_sor3_bil			1,09	2,89	1,17	3,36

Modellvariant			Modell 1: Fri tidsverdi for ombordtid		Modell 2: Fastsatte tidsverdier for ombordtid	
Antall estimerte parameter			148		142	
Forklaringskraften (adjusted rho-square)			0,467		0,462	
Navn til koeffisient	tilsvarende forklaringsvariabel	inngår i følgende nyttefunksjoner	verdi	t-test	verdi	t-test
b_vest1_vest1_bil			2,07	14,59	2	14,04
b_vest1_vest2_bil			2,24	13,81	2,13	13,09
b_vest1_vest3_bil			1,39	5,42	1,43	5,8
b_vest2_sor1_bil			2,54	9,76	2,34	9,3
b_vest2_sor2_bil			2,2	4,95	1,92	4,66
b_vest2_sor3_bil			1,33	2,34	1,24	2,12
b_vest2_vest2_bil			2,57	17,92	2,53	17,52
b_vest2_vest3_bil			3,35	16,62	3,11	15,32
b_vest3_sor1_bil			2,13	3,22	1,92	2,81
b_vest3_sor2_bil			1,19	1,56	1,12	1,38
b_vest3_sor3_bil			2,4	1,77	1,78	1,36
b_vest3_vest3_bil			3,58	23,15	3,19	20,47
b_tilfrKoll_m	dummy 1 hvis reisende generelt fornødt med kollektivtilbud	<i>kollektivalternativer med periodekort</i>	0,135	3,31	0,14	3,53
b_tilfrKoll_u	dummy 1 hvis reisende generelt fornødt med kollektivtilbud	<i>kollektivalternativer med enkeltkort</i>	0,287	6,12	0,239	5,1

Forklaringskraften til modell 1 er naturlig nok noe bedre (adjusted rho-square: 0,467) enn for modell 2 (0,462) siden modell 1 har flere frie parameterne. Det kan argumenteres for at forskjellen i forklaringskraft er relativ liten og at modell 2 kan anses som en like god og plausibel modell. I praktisk bruk anbefaler vi modell 2 siden den implisere mer rimelige tidsverdier.

Når man ser på fortegn og størrelsen av de øvrige variabler er forskjellen (utenom tidsverdier) mellom modellene er liten. Den største forskjellen gjelder nest-parameterne som er betydelig lavere i modell 2 (1,57 og 1 versus 2,29 og 2,03). Tolkningen av dette er at respondenten i modell 2 lettere bytter mellom billettyper og mellom kollektivtransport og de øvrige transportmidlene (bil, sykkel og gange).

Ellers legger vi merke til at alle estimerte effekter går i forventet retning. For eksempel:

- Sannsynligheten for sykling øker i perioden april til september (B_AprSep_Syk)
- Kvinner har høyere sannsynlighet for å være bilpassasjer (B_FEMALE_BilP)
- Sannsynligheten for Park and Ride er betydelig høyere om det finnes muligheter for innfartsparking (B_IP_PaR) og stiger videre med hver innfartsparkeringsplass (B_IPplasser_PaR)
- Menn har høyere sannsynlighet for å sykle enn kvinner (B_Male_Sykk)
- Sykkelsannsynligheten er høyest for arbeidsreiser (B_RFarb_Sykk)
- Sannsynligheten for bilfører er høyest for «handle dagligvarer» (B_RFda_bilF) og «hente/levere» (B_RFhen_bilF)
- Sannsynlighet for kollektivt med periodekort er høyere enn med enkeltbillettprodukter, spesielt for arbeidsreiser (B_FRarb_m) og skolereiser (B_FR_sko_m). Det samme gjelder også for de andre reisehensiktene, men i mindre grad.
- Sannsynligheten for å velge alternativer med tog øker med reiseavstand (B_reiser10_Tog, B_reiser30_Tog, B_reiser5_Tog)
- De som er tilfreds med kollektivtransporttilbudet har høyere sannsynlighet for å velge kollektivt (b_tilfrKoll_m, b_tilfrKoll_u). Husk at denne effekten er kontrollert for effekten av LoS-variabler, og tolkes derfor som tilfredshet med «myke» faktorer (jfr. diskusjon i Flügel mfl 2015).

Alle nevnte effekter er statistisk signifikante (t-verdi større enn 1,96 i absoluttverdi).

6 Modellvalidering

Modellvalidering er gjort fortløpende i modellutviklingen ved å se på fortegn på parameterne og ved å beregne implisitte tidsverdier. De endelige tidsverdier i modell 1 og 2 er gjengitt i avsnitt 6.1. Vi har beregnet elasticiteter for noen modeller underveis i modellutviklingen. I avsnitt 6.2 rapporterer vi egen- og krysselastisitet for de implementerte modeller.

6.1 Tidsverdier

Tabell 12 viser implisitte tidsverdier i modell 1 og 2. Som beskrevet i avsnitt 5.3 er nivået på tidsverdiene til ombordtid hevet ved å holde fast forholdet mellom ombordtidskoeffisienten og kostnadskoeffisienten. Dette har også påvirket de øvrige tidsverdier, dvs. for sykkel, ventetid og tilbringertid.

Tabell 12: Implisitte tidsverdier i de to modellene

Tidsverdi (NOK/h)	Modell 1 estimert	Modell 2 Tidsverdi justert til "offisielt" nivå*
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.

Tidsverdien i buss er noe høyere enn for skinnegående kollektivtransport. Dette tolkes som skinnfaktor, som er estimert å være 13% i rush og 18% utenom rush. Dette gjelder begge modeller siden forholdet mellom parameterne i modell 2 er holdt fast slik det ble estimert i modell 1.

I modell 1 er tidsverdier for bil estimert til 33,8 kroner per time (i rush) som er på samme nivå som estimert for kollektivtransport (men altså betydelig lavere enn nivået i de offisielle tidsverdier). De offisielle tidsverdier for bil og kollektiv er imidlertid forskjellige: vektet over reisehensikter og uavhengig av rush/ikke rush er den (i 2016 kroner) rundt 97 kr/t for bil og 72 kr/t for kollektivtransport. Dette gjenspeiler seg i høyere tidsverdier (spesielt for bil) i modell 2.

De estimerte tidsverdier i modell 1 er nokså forskjellige mellom rush og ikke-rush. Høyere tidsverdier i rush virker logisk i og med tidspresset (for å komme seg på jobb eller for å hente barn i barnehage). Det finnes ikke mye empiri om dette som vi kan støtte oss på ved modellvalidering. Vi har valgt å opprettholde ulikhetene mellom rush og ikke-rush som estimert i modell 1 også i modell 2. Dermed er tidsverdien i rush for bil rundt 3 ganger så høy som for ikke-rush. Faktoren 3 er interessant fordi samme tallverdi ble estimert i verdsettelsesstudien for en faktor av bilkjøring i kø versus bilkjøring ved fri fart (Samstad mfl 2010). Disse effektene er trolig delvis overlappende, men forskjellen mellom rush og ikke-rush trolig innebærer også mer generell forskjell i tidsrestriksjoner (tidsrestriksjoner antas høyre i rush noe som fører til høyre tidsverdier). Faktoren for kollektivtrafikk er lavere (1,5 - 1,7).

De øvrige tidsverdier er estimert i begge modeller. Siden kostnadskoeffisienten er noe dempet i modell 2 ligger også de øvrige tidsverdier høyest i modell 2. Sykkel har en relativt høy tidsverdi. Dette stemmer bra overens med funn fra tidsverdiundersøkelsen (Samstad mfl 2010).

Ventetid har en høy tidsverdi som viser til at avgangsfrekvens er veldig viktig for kollektivtransport (se også neste avsnitt). Her får vi forskjellig mønster for rush og ikke-rush i modell 1 og 2. Lavere tidsverdi for ventetid i rush kan forventes siden avgangsfrekvensen er på et høyere utgangsnivå enn utenom rush. På den andre siden er forventet tidspres høyere i rush slik at det kan argumenteres for begge funnene.

Betalingsvillighet for tilbringertid vil avhenge av avstanden til stasjon. Den marginale effekten (og dermed tidsverdien) er høyere for korte avstander. Dette er en direkte følge av at tilbringertid inngår med kvadratrot i modellene, jfr. forrige kapittel.

6.2 Egen- og krysselastisiteter

Tabell 13 a og 13b viser egen- og krysselastisiteter i MPM23 V2.0 for henholdsvis modell 1 og modell 2 i rushperioden. Elastisitetene for ikke-rush vil se litt forskjellig ut. Disse er ikke rapportert her, men elastisiteter kan simuleres enkelt i MPM23 ved for eksempel å spesifisere tiltak som gir en 1% økning (eller reduksjon) i attributtet. De relative økninger i markedsandeler kan da tolkes som elastisiteter.

Alle egen-elastisiteter (markert **fet**) har som forventet negativ verdi. Det vil si at en økning i et attributt (dvs. en forverring av transporttilbudet) fører til lavere etterspørsel for det transportmiddelet attributtet gjelder for, mens en reduksjon (dvs. en forbedring) fører til høyere etterspørsel. Eneste unntak er egenelastisitet til innfartsparkering fordi innfartsparkeringsplasser - i motsetning til alle de andre attributtene i modellen - er et «gode». Her vil en økning i antall parkeringsplasser føre til økt markedsandel for Park & Ride, noe som tilsvarer en positiv egenelastisitet.

Krysselastisiteter er som regel positive (igjen med unntak for innfartsparkering). Markedsandelen har mye å si for krysselastisitetene. Merk for eksempel at krysselastisiteten for biltid (første linje i tabell 13 a) mot etterspørselen for tog er 0,17 i modell 1 (0,37 i modell 2), som er en relativt høy verdi sammenlignet med egenelastisiteten på -0,08 (-0,18).

Forklaringen er at markedsandelen for tog er relativt liten i forhold til bil, slik at endringer for bil har en relativt stor relativ effekt på tog.

Tabell 13a: Egen- og krysselastisiteter i rush-perioden i Oslo/Akershus (1% bue-elasticitet); Modell 1 (lav tidsverdi for ombordtid)

Transport-middel	Endret attributt	Bil (BF og BP)	Gange	Sykkel	Kollektiv (samlet)	Tog (inkl P&R)	Buss	Bane	Trikk
Bil	tid	-0,08	0,03	0,08	0,09	0,17	0,09	0,07	0,06
	drivstoffkostnad	-0,07	0,01	0,06	0,09	0,20	0,08	0,05	0,06
	bompengekostnad	-0,03	0,01	0,03	0,04	0,07	0,04	0,03	0,03
Kollektiv samlet	gangtid	0,05	0,04	0,12	-0,13	0,00	-0,14	-0,21	-0,12
	ventetid	0,03	0,02	0,06	-0,08	-0,07	-0,12	-0,03	-0,08
	billettpris	0,06	0,04	0,09	-0,15	-0,15	-0,19	-0,10	-0,14
	periodekort	0,08	0,08	0,17	-0,22	-0,22	-0,23	-0,19	-0,24
	påstigninger	0,01	0,01	0,03	-0,03	0,00	-0,06	-0,02	-0,04
	ombordtid	0,05	0,02	0,08	-0,11	0,08	-0,26	-0,03	-0,14
Tog	gangtid	0,01	0,00	0,01	-0,02	-0,29	0,07	0,03	0,03
	ventetid	0,01	0,00	0,01	-0,02	-0,26	0,06	0,03	0,03
	billettpris	0,02	0,00	0,01	-0,03	-0,31	0,06	0,02	0,02
	periodekort	0,02	0,00	0,02	-0,04	-0,68	0,16	0,07	0,08
	påstigninger	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,08	0,02	0,01	0,01
	ombordtid	0,01	0,00	0,01	-0,02	-0,34	0,08	0,03	0,03
	Innfartsparkeringsplasser	0,00	0,00	0,00	0,01	0,09	-0,02	-0,01	-0,02
Buss	gangtid	0,02	0,02	0,05	-0,05	0,18	-0,39	0,16	0,13
	ventetid	0,01	0,01	0,03	-0,04	0,13	-0,24	0,08	0,06
	billettpris	0,03	0,02	0,04	-0,07	0,12	-0,33	0,09	0,09
	periodekort	0,03	0,04	0,08	-0,09	0,31	-0,60	0,20	0,19
	påstigninger	0,01	0,01	0,01	-0,02	0,06	-0,11	0,04	0,04
	ombordtid	0,02	0,01	0,04	-0,05	0,30	-0,45	0,17	0,12
T-bane	gangtid	0,01	0,01	0,04	-0,04	0,08	0,14	-0,44	0,09
	ventetid	0,01	0,00	0,01	-0,01	0,04	0,05	-0,15	0,00
	billettpris	0,01	0,01	0,03	-0,03	0,03	0,06	-0,22	0,03
	periodekort	0,02	0,02	0,05	-0,05	0,10	0,15	-0,49	0,07
	påstigninger	0,00	0,00	0,01	-0,01	0,02	0,02	-0,07	0,01
	ombordtid	0,01	0,00	0,02	-0,02	0,08	0,08	-0,25	0,01
Trikk	gangtid	0,00	0,01	0,02	-0,02	0,03	0,04	0,03	-0,37
	ventetid	0,00	0,00	0,01	-0,01	0,02	0,02	0,01	-0,17
	billettpris	0,01	0,01	0,01	-0,02	0,01	0,03	0,01	-0,27
	periodekort	0,01	0,02	0,03	-0,03	0,05	0,06	0,03	-0,58
	påstigninger	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	-0,09
	ombordtid	0,00	0,01	0,01	-0,01	0,04	0,03	0,02	-0,30

Egen- og krysselastisiteter vil variere med reisehensikt og geografisk relasjon. Tallene i tabellene gjelder for hele Oslo/Akershus.

At bompengekostnader har en mindre effekt enn drivstoffkostnader henger sammen med at over 70% av relasjonene ikke ville gå gjennom en bomstasjon om den ble gjort med bil. Tabell 13b viser det samme som tabell 13a, men for modellen med «offisielle» tidsverdier for ombordtid.

Tabell 13b: Egen- og krysselastisiteter i rush-perioden i Oslo/Akershus (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

Endringer for elasticitet ved periodekort er større enn for enkeltbillett. Dette henger sammen med at periodekort ha høyre markedsandeler og observasjoner ligger derfor i «brattere» delen av logit-kurven. Se arbeidsdokumentet Flügel (2017b) for en nærmere beskrivelse av elasticiteter for periodekort og enkeltbilletter. Den samlede effekten (både endring i periodekort og enkeltbillett) vil gjerne tilsvare summen av de to elasticiteter (Eks - $0,15 + -0,22 = -0,37$), men mulige substitusjonseffekter kan spille en rolle. Det er veldig enkelt å simulere samlet effekter i MPM23 og vi anbefaler å jobbe direkte med modellen og ikke – indirekte – via de rapporterte elasticiteter.

Elasticitetene er forskjellige i modell 1 i Tabell 13a og modell 2 i Tabell 13b. Dette gjelder spesielt for elasticiteter knyttet til reisekostnader og ombordtid, og er en konsekvens av at tidsverdien ligger på ulikt nivå. I modell 2, med høyre tidsverdi, ligger elasticiteter for reisetid/ombordtid høyere mens elasticiteter for kostnadsattributter (drivstoff, bompenger, periodekort og enkeltbilletter) ligger lavere.

Som i versjon 1 av MPM ligger egen- og krysselastisiteter generelt i den lavere delen av spennet som finnes i litteraturen. Her er det viktig å huske at elasticitetene kan være undervurdert siden modellen ikke fanger opp nyskapt trafikk (kun overført trafikk).

7 Implementering

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

Oppbyggingen av Excel-filen ligner på versjon 1 men det er gjort noen endringer for å effektivisere beregningsmåten og for å holde bedre oversikt i mellomberegningene. Mens det kun var ett (nokså uoversiktlig) ark for beregningen i versjon 1, er beregningen i versjon 2 oppdelt i 6 ulike ark. (se avsnitt 7.1 for innhold/oppbygging av excel-filen).

Måten man definerer scenario på er identisk med versjon 1, dog finnes det flere valgmuligheter (se avsnitt 7.2).

Resultatene presenteres på samme måte som i versjon 1, men med to nyheter. I hovedarket er det i versjon 2 figurer som viser resultater for periodekortinnhav. Resultater for geografiske relasjoner vises nå i matriseform (tabellform) og ikke i egne figurer. Grunnen til det siste er at antall storsonerelasjoner har økt betraktelig.

7.1 Innhold i Excel-filen

Excel-filen inneholder 10 ark, hvorav 6 ark er skjult. I de 6 skjulte arkene er ligningene beskyttet med passord.

De 4 ark som vises er:

1. «ScenarioDef»: Her defineres modellspesifisering og tiltaket som man vil analysere. Hovedresultater vises i figurer; både for Oslo/Akershus til sammen og isolert for det området man har spesifisert tiltaket for.⁶
2. «Oppsummering»: Arket gir en oversiktstabell over resultater oppsplittet etter noen hovedsegmenter.
3. «AbsolutteEndringer»: Her regnes markedsandeler fra «oppsummeringstabellen» om til absolutt antall turer per dag. Brukerne kan kalibrere rammetallene selv om de ønsker det.
4. «Geografi»: Arket angir markedsandeler og endring i markedsandeler for alle storsonerelasjoner.

De 6 skjulte beregningsarkene er:

1. «Inndata»: Lister opp alle forklaringsvariabler som inngår i beregningene. Hver linje tilsvare én reise.
2. «Parameterverdier»: Inneholder 2 sett av parametere, ett for hver modellspesifisering (se Tabell 11). Avhengig av modellspesifisering (med eller uten kalibrering av tidsverdien) brukes det ene parametersettet i beregningene.⁷

⁶ Det går dessverre ikke an å velge flere relasjoner samtidig. Det går an å aggregere resultater fra enkle relasjoner ved å bruke tall fra arket «AbsolutteEndringer».

⁷ Det kan tenkes at det estimeres flere alternative modeller ved versjon 2.1. Det er derfor holdt av plass for flere sett av parametere i regnearket.

3. «Vekter»: Inneholder 2 sett av vekter, standardvekker (se avsnitt 2.2.) og et sett der alle vekter er satt til 1.⁸
4. «Prob_beregninger»: I dette arket beregnes individuelle valgsannsynligheter for alle alternativer i referanse og tiltaksscenario basert på inndata, scenariodefinsjon og vekter.
5. «Aggr_prob»: Her aggregeres opp individuelle valgsannsynligheter til markedsandeler og relative endringer for ulike delmarkeder
6. «Skjulte_ting»: Arket inneholder en del mellomregninger som kreves i forbindelse med tiltaksspesifisering.

7.2 Forbedret funksjonalitet

I sammenligning med Versjon 1, gir versjon 2 av MPM brukerne flere valgmuligheter når det gjelder spesifisering av tiltak.

Figur 6 viser et eksempel der en simulerer effekten av en 10% reduksjon i periodekortprisen for alle transportmidlene i hele Oslo/Akershus. Dette er gjort ved å sette alle periodekortprisene til 90 % i kolonnen(e) for tiltaket.

⁸ Her kan det settes inn flere vekter etter hvert. Opprinnelig var det tanken å vekte mot førerkortinnhav basert på registerdata, men vi har ikke fått tilstrekkelige detaljerte data innenfor prosjektrammen.

	A	B	C	D	E	F
1	MPM23 v2.0, Transportøkonomisk Institutt					
2		bruke rullgardinger				
3	Kalibrert mot 'offisell' tidsverdivå	Ja (modell 2)				
4	Vekting	standardvekter				
5	Geografisk område av tiltaket	hele Oslo/Akershus				
6						
7						
8						
9			Referanse	Tiltak		
10	Level of Service (LoS)		Rush	Ikke-Rush	Rush	Ikke-Rush
11	Bil	tid	% av opprinnelig verdi ved gårsdagens reise			
12		drivstoffkostnader	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
13		bompengekostnader	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
14	Tog	gangtid (fra og til stasjon)	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
15		ventetid (ved alle påstigninger)	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
16		enkeltbillettprodukter	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
17		periodekort	100.00 %		90.00 %	
18		antall påstigninger per reise	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
19		ombordtid	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
20		antall parkeringsplasser (P&R)	100.00 %		100.00 %	
21	Buss	gangtid (fra og til stasjon)	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
22		ventetid (ved alle påstigninger)	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
23		enkeltbillettprodukter	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
24		periodekort	100.00 %		90.00 %	
25		antall påstigninger per reise	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
26		ombordtid	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
27	T-bane	gangtid (fra og til stasjon)	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
28		ventetid (ved alle påstigninger)	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
29		enkeltbillettprodukter	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
30		periodekort	100.00 %		90.00 %	
31		antall påstigninger per reise	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
32		ombordtid	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
33	Trikk	gangtid (fra og til stasjon)	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
34		ventetid (ved alle påstigninger)	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
35		enkeltbillettprodukter	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
36		periodekort	100.00 %		90.00 %	
37		antall påstigninger per reise	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
38		ombordtid	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
39	Gang	generell motstand	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
40	Sykkel	andel sykkelfelt	100.00 %		100.00 %	
41		andel G/S vei	100.00 %		100.00 %	
42		generell motstand	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
43						
44			% av reisebefolkning i utvalgt område			
45	Rammebetingelser					I utvalg i MIS
46		gratis parkering	42.63 %		uforandret	42.63 %
47	Tilfredshet					
48		tilfreds med kollektivtilbud	69.47 %		uforandret	69.47 %

Figur 6: Utklipp fra MPM23 V2.0: Scenariodefinsjon for simulering av 10% reduksjon i prisen på periodekort for alle driftsformer

I celle 3b kan man ved bruk av rullgardiner bytte mellom modell 1 og modell 2. Dette vil ha direkte effekt på resultatene. Vi anbefaler modell 2 som standardmodell fordi den impliserer mer rimelige tidsverdier og (kryss-)elastisiteter.

I celle 4b velges vektene. Det anbefales å bruke standardvektene for å få analysen basert på et mer representativt utvalg.

I celle 5b velger man storsonerelasjonen(e) tiltaket skal gjelde for.

I de grønne markerte cellene kan man spesifisere tiltaket som prosentpoeng av originale inndata (100% betyr uendrede inndata). Nytt i versjon 2.0 er:

- Man kan spesifisere ulik prosentvis endring for drivstoffkostnader og bompengekostnader.
- For noen attributter kan man spesifisere ulik prosentvis endring for rush og ikke rush.

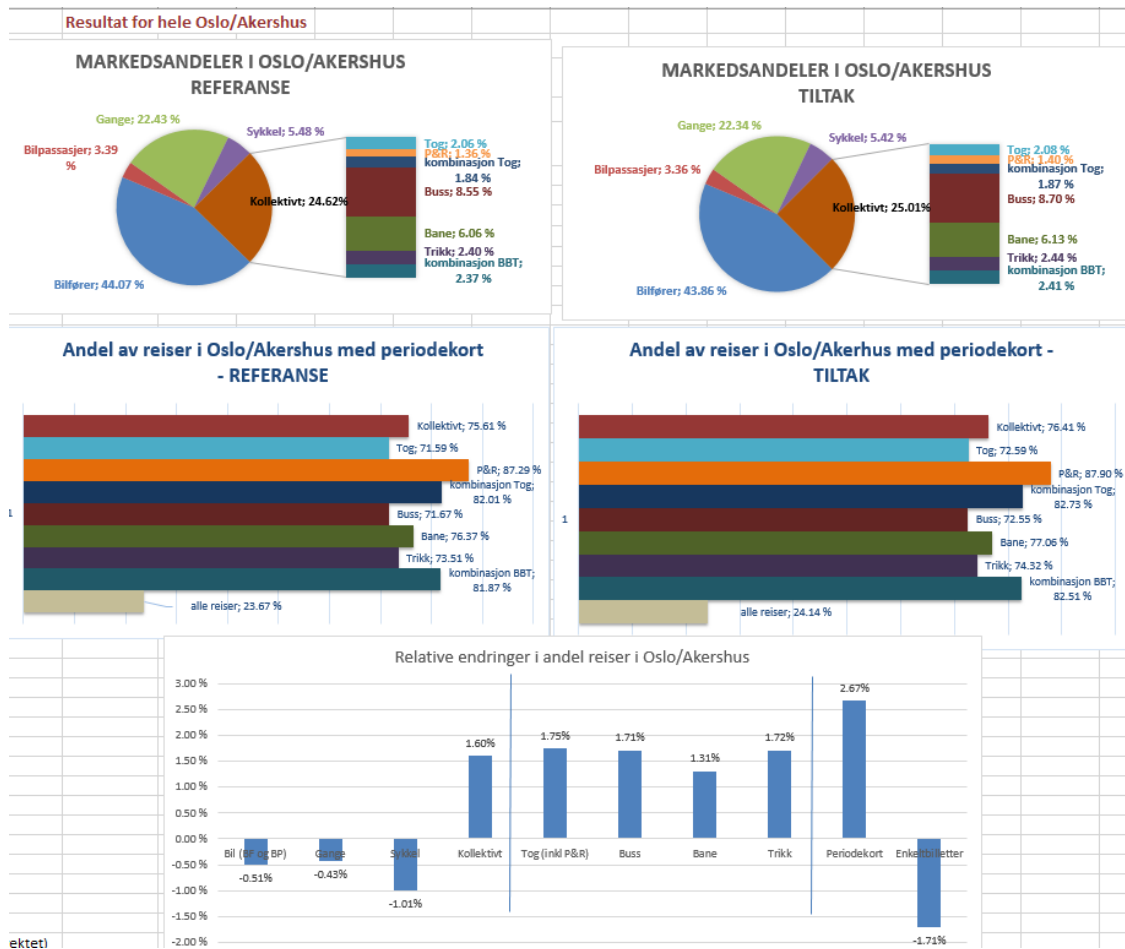
- Man kan velge ulik prosentvis endring for trikk og t-bane.
- Man kan gjøre endringer i periodekort og endringer i enkeltbilletter uavhengig fra hverandre.
- Man kan gjøre prosentvise endringer for innfartsparkering. Husk at endringene kun gjelder for relasjoner (togstasjoner) der det allerede finnes innfartsparkering. Når inndata er «0» for en gitt relasjon vil den forbli 0 uansett hvilken prosentvis endring man spesifiserer.
- Man kan spesifisere endringer i «generell motstand» mot gåing og sykling. Her manipuleres konstantleddene i nyttefunksjonene slik at man kan kalibrere seg fram til et ønsket nivå på markedsandelene for gang og sykkel. Her har prosentvis endring ingen direkte tolkning og kan ikke sammenlignes med de andre endringene man spesifiserer.
- For sykkel kan man spesifisere endringer i sykkelfelt og G/S vei. Når man gjør prosentvise endringer her vil den implisitte hastigheten endre seg noe. Dette påvirker sykkeltidsattributtet som inngår i nyttefunksjonen for sykkel. Det vil medføre en (nokså) liten etterspørselseffekt. Endringene i hastigheten er basert på et fartsmodell etablert av TØI (Flügel et al 2017).

Spesifisering av gratis parkering og tilfredshet med kollektivtransporten er som i versjon 1.1. Her må andelen i referansealternativet forbli uendret og man kan – om ønskelig – endre andelen med gratis parkering og /eller andelen som er tilfreds med kollektivtransporttilbudet. Husk at tilfredshet økes i forhold til myke faktorer som ikke allerede er fanget opp med Level-of-Service variabler (se diskusjon i Flügel et al 2015).

Figur 7 viser resultatfigurene for tiltaksspesifiseringen i Figur 6.

Nytt i versjon 2.0 er de to diagrammene i midten som viser andel reiser med periodebillett for ulike valgalternativer. Fra figurene ser vi at andel reiser med periodekort blant kollektivreiser øker fra 75,61% til 76,41% som følge av prisreduksjonen. Figurene viser også andelen av alle reiser med periodekort. For bil, gange og sykkel brukes de gitte (og uendrete) andeler basert på Ruter MIS.

Nederste figur viser relative endringer for noen (grupper av) alternativer. Nytt i denne figuren er at det vises endring i andel som bruker hhv. periodekort og enkeltbillettprodukter. Dette gjelder alle reiser med kollektiv. Fra Figur 7 ser vi at andel kollektivturer med enkeltbillettprodukter reduseres med -1,71% som følge av den simulerte 10% reduksjon på periodekort.



Figur 7: Utklipp fra MPM23 V2.0: Hovedresultat for simulering av 10% reduksjon i periodekort for alle driftsformer

Referanser

- Angell T. (2015) *Markedspotensialmodell for Ruter – leveranse av LOS-data*. Vedlegg til TØIs dokumentasjon av utviklingen av Markedspotensialmodell for Oslo og Akershus (MPM23)
- Ben-Akiva, M. & S. R. Lerman (1985) *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Halse A. H., Flügel S. & Ramjerdi F. (2010) *Den norske verdsettingsstudien. Korte og lange reiser (tilleggsstudie) - Verdssetting av tid, pålitelighet og komfort*. TØI rapport 1053h/2010
- Christiansen P. & Hanssen J. U. (2014) *Innfartsparkering – undersøkelse av bruk og brukere*. TØI rapport 1367/2014
- Flügel S. m.fl. (2015) *Markedspotensialmodell for Oslo og Akershus (MPM23) – Dokumentasjon og brukerveiledning for versjon 1.0*, TØI rapport 1451/2015
- Flügel S. (2016) *MPM23: Versjonsoversikt*, TØI Arbeidsdokument 50862
- Flügel S., N. Fearnley, Toner J.P. (2017) *What factors affect cross modal substitution – Evidences from the Oslo Area*, International Journal of Transport Development and Integration (accepted for publication)
- Flügel S. (2017a) *Etterspørselsmodellering av sykkel i transportmodeller*, presentasjon på sykkelseminaret februar 2017:
https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/Forskning+og+utvikling/pagaende-FoU-program/bedre-by/aktiviteter/Gjennomforte+aktiviteter/_attachment/1735169?_ts=15a5b2b9010&fast_title=Ettersp%C3%B8rselsmodellering+av+sykkel+i+transportmodeller.pdf
- Flügel S. (2017b) *Priselastisiteter for periodekort og enkeltbillett i MPM23 versjon 2*, TØI-Arbeidsdokument 51161
- Flügel S., Hulleberg N., Fyhri A., Weber C., Ævarsson G. & Skartland E.G. (2017) *Fartsmodell for sykkel og elsykkel*. TØI-rapport 1557/2017
- Jernbaneverket (2015) *Metodehåndbok- samfunnsøkonomiske analyser for jernbanen*.
<https://www.jernbanedirektoratet.no/contentassets/f9ed15eb368e4abb9dc6d2f558432135/metodehandbok-2015.pdf>
- Rekdal J., Hamre T. N., Løkketangen A., Zhang W. & Larsen O.I. (2014) *Inkludering av innfartsparkering i TraMod_By*. Møreforskning Molde AS Rapportnr: 1416
- Samstad, H., Ramjerdi, F., Veisten, K., Navrud, S., Magnussen, K., Flügel, S., Killi, M., Halse, A.H., Elvik, R. & San Martin, O. (2010). *Den norske verdsettingsstudien - Sammendragsrapport*. TØI rapport 1053/2010

Transportøkonomisk institutt (TØI)

Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

TØI er et anvendt forskningsinstitutt, som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 70 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel med 10 nummer i året og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside www.toi.no.

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se www.ciens.no). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forsknings-samarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transport og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.

Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Gautstadalléen 21
NO-0349 Oslo

22 57 38 00
toi@toi.no
www.toi.no