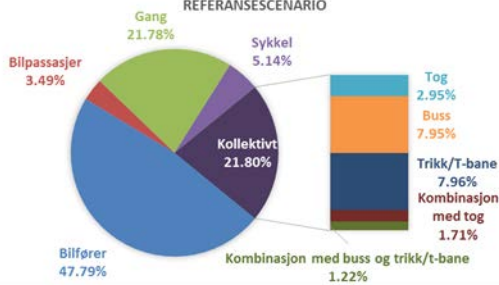
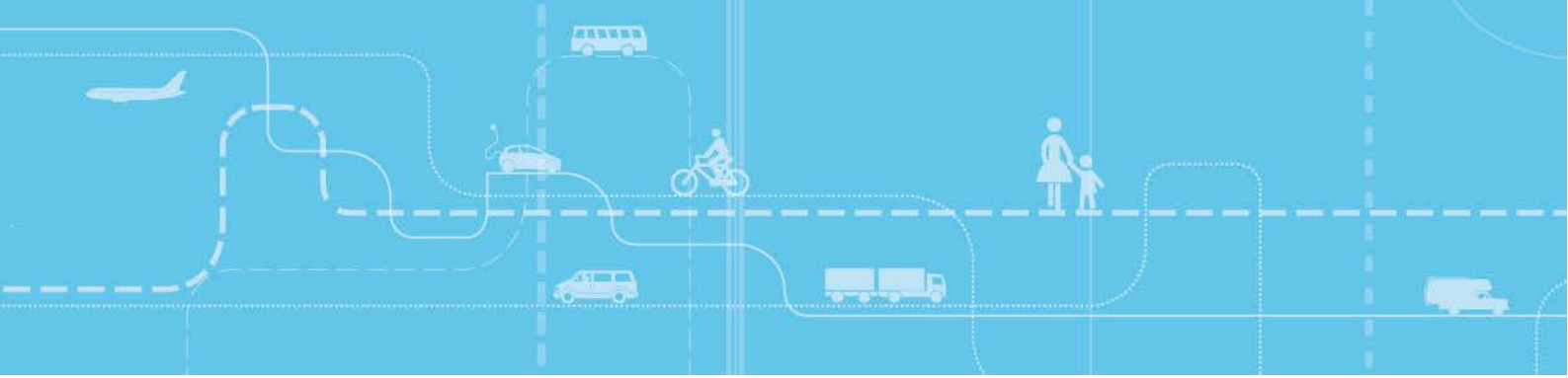
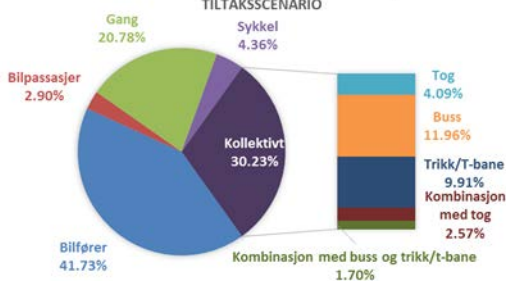


Markedspotensialmodell for Oslo og Akershus (MPM23) – Dokumentasjon og brukerveiledning for versjon 1.0

MARKEDSFORDELING FOR REISER INNENFOR OSLO/AKERSHUS
 REFERANSESCENARIO



MARKEDSFORDELING FOR REISER INNENFOR OSLO/AKERSHUS
 TILTAKSSCENARIO



Markedspotensialmodell for Oslo og Akershus (MPM23) – Dokumentasjon og brukerveiledning for versjon 1.0

Stefan Flügel (TØI), Elise Caspersen (TØI), Truls Angell (Ruter),
Nils Fearnley (TØI), Chi Kwan Kwong (TØI)

Tittel: Markedspotensialmodell for Oslo og Akershus (MPM23) – Dokumentasjon og brukerveiledning for versjon 1.0

Forfattere: Stefan Flügel
Elise Caspersen
Truls Angell
Nils Fearnley
Chi Kwan Kwong

Dato: 12.2015

TØI rapport: 1451/2015

Sider 54

ISBN Elektronisk: 978-82-480-1677-9

ISSN 0808-1190

Finansieringskilde: Ruter AS

Prosjekt: 4258 - Markedspotensialmodell for Oslo-Akershus basert på Ruters MIS

Prosjektleder: Stefan Flügel

Kvalitetsansvarlig: Anne Madslien

Emneord: Krysselastisitet
Logitmodell
Predikering
Transportmiddelvalg

Sammendrag:

Transportøkonomisk institutt har pSteå oppdrag fra og i samarbeid med Ruter utviklet en modell for transportmiddelvalg basert på data fra Ruters Markedsinformasjonssystem (MIS). Regnearkmodellen MPM23 beregner endringer i markedsandeler for bil (fører og passasjer), gange, sykkel, tog, buss og trikk/t-bane som følge av tiltak. Modellen er spesielt egnet til å studere konkurranseflatene mellom forskjellige kollektive driftsformer. MPM23 segmenterer resultater på delmarkeder (etter reisemål, distanse, og storsoner) og illustrerer hvor heterogent transportmiddelvalget innenfor Oslo/Akershus er. Rapporten dokumenterer metodikk, datagrunnlag og estimeringsmodellen bak MPM23. Den inneholder også en brukerveiledning for regnearkmodellen MPM23 og et kapittel om forbedringspotensialet og videre utvikling av modellen.

Title: Market potential model for Oslo and Akershus (MPM23) – Documentation and user manual of version 1.0

Author(s): Stefan Flügel
Elise Caspersen
Truls Angell
Nils Fearnley
Chi Kwan Kwong

Date: 12.2015

TØI report: 1451/2015

Pages 54

ISBN Electronic: 978-82-480-1677-9

ISSN 0808-1190

Financed by: RuterAS

Project: 4258 - Markedspotensialmodell for Oslo-Akershus basert på Ruters MIS

Project manager: Stefan Flügel

Quality manager: Anne Madslien

Key words: Cross elasticity
Logit Model
Sample enumeration
Travel mode

Summary:

In cooperation with Ruter, the Institute of Transport Economics has developed a model for transport choice based on data from Ruter's Market Information System (MIS). The spreadsheet model MPM23 calculates changes in market share for car (driver and passenger), walk, bicycle, train, bus and tram / metro as a result of different measures. The model is capable to study competition between different public transport modes. MPM23 segments results on submarkets (for travel purposes, distance, and large zones) and illustrates how heterogeneous travel mode choice is in Oslo / Akershus. The report documents the methodology, data and estimation model behind MPM23 and includes a user manual for the spreadsheet model MPM23 and a chapter on potential improvements and further developments of the model.

Language of report: Norwegian

Rapporten utgis kun i elektronisk utgave.

This report is available only in electronic version.

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

Institute of Transport Economics
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, Norway
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

Forord

På oppdrag fra og i samarbeid med Ruter har Transportøkonomisk institutt utviklet en ny modell for transportmiddelvalg. MPM23 (**M**arked**P**otensial**M**odell for Akershus (2) og Oslo (3)) er underlagt flere forenklinger som fører til at modellen ikke kan beregne endringer i reisefrekvens, destinasjonsvalg, rutevalg og trafikkavvikling. Fordelene med MPM23 er blant annet at:

1. Modellen er brukervennlig og er implementert i Excel.
2. Ved enkle scenarioanalyser får man resultatene øyeblikkelig (1-2 sekunder)
3. Modellen skiller mellom tog, buss og trikk/t-bane innenfor kategorien kollektiv transport
4. Modellens parametere er estimert på ferske data (Ruters MIS fra August 2014-Sept2015)
5. Modellen kan predikere effekt av økt tilfredshet med kollektivtilbudet (knyttet til myke faktorer)
6. Modellen segmenterer resultater i flere delmarkeder (geografiske soner, reiseformål, reiseavstand)

Stefan Flügel har vært prosjektleder og sentral i utvikling av modellen. Elise Caspersen har bidratt i databearbeiding, estimering av modellen og rapportskrivning. Truls Angell har jobbet med uttak av LoS-data fra RTM23+ og har skrevet tilsvarende avsnitt i rapporten. Nils Fearnley har jobbet med modellvalidering og har skrevet avsnittet om elastisiteter. Chi Kwan Kwong har bidratt med databearbeiding.

Prosjektmedarbeidere hos Ruter har vært Gylve Aftret-Sandal, Truls Angell, Kjetil Vrenne, Tor Arne Wanebo og Anne Cathrine Bakke. Det takkes for et godt samarbeid og konstruktive møter. Et utkast til sluttrapport har vært forelagt og kommentert av oppdragsgiver.

Anne Madslie har kvalitetssikret rapporten.

Det takkes også Nina Hulleberg for hjelp ved dataformatering og Trude Rømming for hjelp med utgivelse av rapporten.

Oslo, desember 2015
Transportøkonomisk institutt

Gunnar Lindberg
direktør

Kjell Werner Johansen
avdelingsleder

Innhold

Sammendrag

Summary

1	Bakgrunn for modellutviklingen.....	1
2	Modellens egenskaper og anvendelsesområde.....	2
2.1	Hva kan MPM23 og hva kan den ikke.....	2
2.2	MPM23 versus RTM23+	3
3	Metode.....	6
3.1	Isolerte transportmiddelvalgmodeller.....	6
3.2	Nested logit modell	6
3.3	Predikering.....	8
3.4	Metodisk oversikt	9
4	Datagrunnlag og databearbeiding	10
4.1	Ruters markedsinformasjonssystem (MIS).....	10
4.1.1	Datainnsamling og innhold.....	10
4.1.2	Data om transportmiddelvalg.....	10
4.2	Level of Service (LoS) fra RTM23+	12
4.2.1	Uttak fra LoS-data.....	12
4.2.2	Tilordning av reiser i rush og ikke-rush	14
4.3	Avgrensning av observasjoner.....	15
5	Definisjon av reisespesifikke valgsett	16
6	Modellens forklaringsvariabler	18
6.1	Variabler som kan endres av bruker	18
6.1.1	Monetære kostnader.....	18
6.1.2	Reise- og ventetider.....	18
6.1.3	Påstigninger per reise	19
6.1.4	Gratis parkering.....	19
6.1.5	Tilfreds med kollektivtransport.....	20
6.2	Segmenteringsvariabler.....	20
6.2.1	Reiseavstand.....	20
6.2.2	Storsonerelasjoner.....	21
6.2.3	Reiseformål.....	23
6.2.4	Andre variabler	23
7	Estimerte koeffisienter.....	24
7.1	Kort om arbeidsmetoden	24
7.2	Utfordringer ved estimering.....	25
7.3	Dokumentasjon av endelig estimeringsmodell	26
8	Modellvalidering	30
8.1	Tidsverdier.....	30
8.2	Hvor godt treffer modellen delmarkedsandeler i MIS?	31
8.3	Krysselastisiteter	33

9	MPM23 Versjon 1.0 - Brukerveiledning	37
9.1	Oppbygging av og innhold i Excel-filen	37
9.2	Hvordan definerer man et tiltaksscenario?	37
9.3	Hva viser diagrammene og oppsummeringstabellen?	39
9.4	Utvalgte case studier	43
9.4.1	Gratis kollektivtransport	43
9.4.2	Økning av frekvens ved redusert ventetid for buss	43
9.4.3	Dobling av antall bytter	46
9.4.4	Økning i andel reisende som er tilfreds med kollektiv	48
10	Forbedringsmuligheter	50
10.1	Forbedringsmuligheter i Excel-opplegget, gitt eksisterende estimeringsmodell og data	50
10.2	Forbedringsmuligheter i estimeringsmodellen ved eksisterende data.....	50
10.3	Videreutvikling av modell med eksisterende data.....	51
10.4	Økt representativitet i modellen.....	51
10.5	Videreutvikling av modell gitt nye variabler i MIS	52
	Referanser	53

Sammendrag:

Markedspotensialmodell for Oslo og Akershus (MPM23) – Dokumentasjon og brukerveiledning for versjon 1.0

TØI rapport 1451/2015

Forfattere: Stefan Flügel (TØI), Elise Caspersen (TØI), Truls Angell (Ruter), Nils Fearnley (TØI), Chi Kwan Kwong (TØI)
Oslo 2015, 54 sider

MPM23 er et brukervennlig, regnearkbasert modellverktøy for analyser av transportmiddelvalg i Oslo og Akershus. Modellen beregner endringer i markedsandeler for bil (fører og passasjer), gange, sykkel, tog, buss og trikk/t-bane som følge av tiltak. MPM23 kan derfor – i motsetning til mange andre etterspørselsmodeller – brukes for å studere konkurranseflatene mellom forskjellige kollektive driftsformer. Førsteintrykket av modellen (versjon 1.0) er at den indikerer en relativ sterk substitusjon mellom kollektive driftsformer og en (noe uventet) svak substitusjon mellom kollektivtransport og bil, gange og sykkel. MPM23 segmenterer resultater på delmarkeder (etter reisemål, distanse, og storsoner) og illustrerer hvor heterogent transportmiddelvalget innenfor Oslo/Akershus er.

Transportøkonomisk institutt har på oppdrag fra og i samarbeid med Ruter utviklet en modell for transportmiddelvalg basert på data fra Ruters Markedsinformasjonssystem (MIS). Formålet med modellutviklingen har vært å etablere en metode for å belyse hvilke forhold som påvirker transportmiddelvalget for reiser i Oslo og Akershus.

Ved gjennomføringen har vi delt prosjektet i to hovedbolker. I første del har vi jobbet mot å finne og etablere variabler som forklarer individets transportmiddelvalg (som rapportert i MIS), og å estimere variablenes marginale effekter (koeffisienter) ved hjelp av statistiske modeller. I andre del har vi tatt utgangspunkt i resultatene fra estimeringen og utviklet et verktøy for å analysere effekter av ulike tiltak på transportmiddelfordelingen totalt eller på utvalgte geografiske områder i Oslo og Akershus. Analyseverktøyet er implementert i Excel, og går under navnet «MPM23» (**M**arked**P**otensial**M**odell for Akershus (**2**) og Oslo (**3**)).

MPM23 beregner markedsfordelingen mellom transportmidler i Oslo og Akershus. Dette gjøres ved at modellen beregner individuelle valgsannsynligheter (for hver enkelte reise i datasettet) ved hjelp av en statistisk modell (nested logit modell). MPM23 er implementert i Excel, noe som gjør det mulig å endre modellens forklaringsvariabler og predikere nye (individuelle) valgsannsynligheter. De individuelle valgsannsynlighetene kan deretter aggregeres opp for å illustrere (aggregerede) markedsfordelinger. For noen segmenter (f. eks storsoner eller reisehensikter) har vi lagt inn en automatisk aggregering av resultatene i Excel. For disse segmentene kan man øyeblikkelig lese av effekter av endringer i en eller flere av

forklaringsvariablene. Typiske tiltaksendringer er endringer i reisekostnader, gratis parkering eller tilfredshet med kollektivtilbudet.

I tabell S1 presenterer vi en sammenligning av egenskaper og analysemuligheter for transportmodellene MPM23 og RTM 23+. RTM23+ er den nettverksbaserte regionale transportmodellen tilpasset Oslo og Akershus og er en del av transportetatens felles modellsystem.

Tabell S1: Sammenligning av egenskaper ved RTM23+ og MPM23 Versjon 1.0.

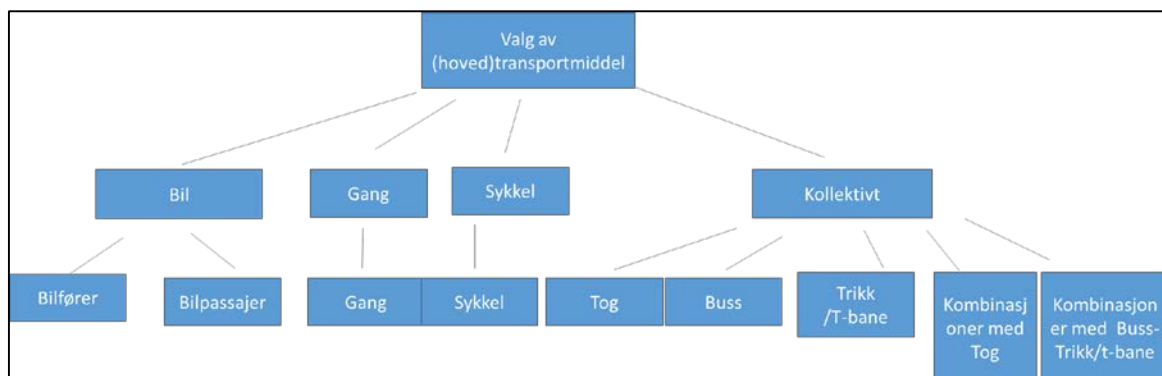
Egenskaper	RTM23+	MPM23 (Versjon 1.0)
Hvilket geografisk område dekkes?	Oslo og Akershus. I tillegg inkluderes deler av Buskerud, Ringerike, Hadeland og nordre Østfold («plussområdet»)	Oslo og Akershus
Hvilke dager dekkes?	Hverdager	Hverdager
Hvilke transporttyper dekkes?	Persontransport unntatt skolereiser (skolereiser og godstransport inngår som fast matrise ved modellering av transportavvikling)	Persontransport (med skolereiser)
Aggregert eller disaggregert estimeringsopplegg?	Disaggregert, basert på nasjonal og ProSAM RVU (2001). Re-estimering av arbeidsreiser på oppdaterte LoS data i 2009/2010.	Disaggregert, basert på MIS (September 2014 – August 2015)
Predikeringsnivå	Aggregert på grunnkrets nivå	Disaggregert, basert på enkelte reiser i MIS (September 2014- August 2015)
Predikeres totalt antall reiser?	Ja (befolkningsvekst og endring i reisefrekvens er inkludert)	Nei, kun markedsandeler
Destinasjonsvalg	Ja	Nei
Transportmiddelvalg	Ja, men kollektivtransport behandles samlet i etterspørselsmodellen (kollektivtransport inkluderer båt/ferge)	Ja, skiller også mellom driftsformer for kollektivtransport (båt/ferge er utelatt*)
Rutevalg/transportavvikling	Ja	Nei
Valg av avreisetidspunkt	Veldig begrenset	Nei
LoS-data for reisetid i bil	Reisetid i bil bestemmes endogent i likevektsmodell	Fra RTM23+ (gitt eksogent)
Modellering av tilfredshet med kollektivtilbudet	Nei	Ja (men forenklet)

*) Dette innebærer at alle båtreiser fra Nesodden er ekskludert. Man bør unngå å gjøre spesifikke analyser for Nesodden med MPM23 Versjon 1.0.

Tabellen viser at MPM23 er underlagt flere forenklinger sammenliknet med RTM23+. Fordelen med MPM23 er at det er en enkel modell, hvor det er enkelt og raskt å gjøre analyser.

I estimeringsmodellen bak MPM23 har vi brukt grupperingen («nests») som vist i Figur S1.

Figur S1: Struktur i nested logit modell for MPM23 Versjon 1.0.



Forklaringsvariabler i modellen er:

- LoS-variabler (reisekostnad, ombordtid, ventetid, gangtid til/fra stasjon, antall påstigninger per reise)
- Reiseavstand
- Reiseformål
- Geografiske storsoner
- Førerkort/tilgang til bil (avgjør om bilfører er et «tilgjengelig» valgalternativ)
- Gratis parkering
- Tilfredshet med kollektivtilbudet
- Andre variabler (kjønn, årstid, konstantledd)
- Nest-parameter (måler korrelasjon innenfor grupper av transportmidler)

Alle de 120 koeffisientene som er estimert har forventet fortegn (og mange er statistisk signifikante). Dette gir en viss trygghet for at modellen predikerer «riktig» retning på effektene. Også størrelsen og størrelsesforholdet på variablene virker rimelige, men vi finner at verdien av reisetid er noe lave i forhold til øvrige variabler. Dette indikerer at kostnadene vektet relativt høyere enn tid. Vi finner en relativ høy «nest-parameter» for gruppen «kollektivtransport». Dette fører til at substitusjonen mellom alternative driftsformer innenfor kollektivtransport (buss, tog og trikk/t-bane) er relativt sterk, mens substitusjonen mellom alternative transportmiddelgrupper (kollektivtransport og bil/gang/sykkel) er relativt svak.

Tabell S2 viser (kryss-)elastisiteter som er beregnet i MPM23 (Versjon 1.0). Elastisiteter beskriver virkinger på etterspørsel etter reiser med et transportmiddel ved endring i en variable knyttet til dette transportmiddel. F. eks av økt bilførerkostnader på etterspørsel etter bilførerturer. Elastisiteten kan (tilnærmet) tolkes som prosentvis etterspørselsendring ved en prosentendring i kostander. Krysselastisitet tolkes som prosentendring i etterspørsel etter reiser med ett transportmiddel ved en prosentendring i en variable knyttet til en annet transportmiddel.

Tabell S2: Beregnede egen- og krysselastisiteter i MPM23 V. 1.0.

Endringer BIL								
	Bilfører	Bil. Pass.	Gang	Sykkel	Kollektivt	Tog (inkl. kombinasjon)	Buss (inkl. kombinasjon)	Trikk/T-bane (inkl. kombinasjon)
Bil reisetid	-0.05	-0.10	0.02	0.08	0.09	0.13	0.10	0.06
Bil kostnader	-0.08	-0.15	0.03	0.11	0.14	0.25	0.15	0.09

Betingede elastisiteter (samme endring skjer på alle kollektive transportmidler)								
	Bilfører	Bil. Pass.	Gang	Sykkel	Kollektivt	Tog (inkl. kombinasjon)	Buss (inkl. kombinasjon)	Trikk/T-bane (inkl. kombinasjon)
Gangtid	0.08	0.18	0.05	0.19	-0.29	-0.42	-0.13	-0.41
Ventetid	0.02	0.06	0.01	0.04	-0.08	-0.22	-0.07	-0.03
Billettpris	0.08	0.14	0.04	0.13	-0.26	-0.24	-0.31	-0.21
Antall påsti.	0.05	0.11	0.03	0.12	-0.18	0.15	-0.38	-0.12
Ombordtid	0.05	0.11	0.01	0.09	-0.16	-0.07	-0.20	-0.15

Ubetingede elastisiteter: Kun endring TOG								
	Bilfører	Bil. Pass.	Gang	Sykkel	Kollektivt	Tog (inkl. kombinasjon)	Buss (inkl. kombinasjon)	Trikk/T-bane (inkl. kombinasjon)
Gangtid	0.02	0.04	0.00	0.01	-0.05	-0.77	0.15	0.06
Ventetid	0.01	0.02	0.00	0.01	-0.02	-0.30	0.06	0.01
Billettpris	0.02	0.03	0.00	0.01	-0.04	-0.39	0.05	0.01
Antall påsti.	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.15	0.03	0.01
Ombordtid	0.01	0.02	0.00	0.01	-0.03	-0.35	0.07	0.01

Ubetingede elastisiteter: Kun endring BUSS								
	Bilfører	Bil. Pass.	Gang	Sykkel	Kollektivt	Tog (inkl. kombinasjon)	Buss (inkl. kombinasjon)	Trikk/T-bane (inkl. kombinasjon)
Gangtid	0.03	0.09	0.02	0.08	-0.13	0.25	-0.66	0.25
Ventetid	0.01	0.03	0.00	0.02	-0.04	0.08	-0.18	0.06
Billettpris	0.04	0.07	0.02	0.07	-0.13	0.12	-0.47	0.11
Antall påsti.	0.03	0.07	0.02	0.07	-0.10	0.24	-0.58	0.23
Ombordtid	0.02	0.06	0.01	0.04	-0.07	0.22	-0.42	0.15

Ubetingede elastisiteter: Kun endring TRIKK/T-BANE								
	Bilfører	Bil. Pass.	Gang	Sykkel	Kollektivt	Tog (inkl. kombinasjon)	Buss (inkl. kombinasjon)	Trikk/T-bane (inkl. kombinasjon)
Gangtid	0.03	0.05	0.03	0.10	-0.12	0.11	0.38	-0.72
Ventetid	0.01	0.01	0.00	0.01	-0.02	0.01	0.05	-0.11
Billettpris	0.02	0.03	0.02	0.06	-0.09	0.02	0.10	-0.32
Antall påsti.	0.02	0.03	0.01	0.05	-0.06	0.06	0.17	-0.36
Ombordtid	0.01	0.03	0.01	0.04	-0.05	0.06	0.15	-0.30

Rapporten inneholder en brukerveiledning for regnearkmodellen MPM23 og et kapittel om forbedringspotensialet og videre utvikling av modellen.

Summary:

Market potential model for Oslo and Akershus (MPM23) – Documentation and user manual of version 1.0

TOI rapport 1451/2015

Authors: Stefan Flügel (TOI), Elise Caspersen (TOI), Truls Angell (Ruter), Nils Fearnley (TOI), Chi Kwan Kwong (TOI)

Oslo 2015, 54 pages

MPM23 is an user-friendly, spreadsheet-based modelling tool for analyses of travel mode choice in Oslo and Akershus. The model calculates changes in market share for car (drivers and passengers), walk, bicycle, train, bus and tram / metro as a result of various measures. MPM23 - unlike many other (Norwegian) demand models – can therefore be used to study competition and substitution pattern between different forms of public transportation. The first impressions of the model (version 1.0) is that it indicates a relatively strong substitution between different form of public transportation and (somewhat unexpectedly) a rather weak substitution between public transport and car, walking and cycling. MPM23 segments results by submarkets (for travel purposes, distance, and large geographical zones) and illustrates how heterogeneous travel mode choice is within Oslo/ Akershus.

The Institute of Transport Economics (TOI) has - commissioned by and in cooperation with Ruter - developed a model for travel mode choice based on data from Ruter's Market Information System (MIS). The purpose of the model development has been to establish a method to elucidate the factors that influence the choice of transport for traveling in Oslo and Akershus.

We have divided the project into two main parts. In the first part, we have worked towards finding and establishing variables explaining individual transport choices (as reported in the MIS), and to estimate marginal effects of the variables (coefficients) using statistical models. In the second part, we have - based on the results from estimating - developed a tool for analysing the effects of various measures on travel mode choice. The analysis tool is implemented in Excel, and goes by the name "MPM23" (**M**arked**P**otential**M**odell for Akershus (**2**) og Oslo (**3**)).

MPM23 calculates market shares between travel modes in Oslo and Akershus. This is done by calculating individual choice probabilities (for each individual trip in the dataset) using a statistical model (nested logit model). MPM23 is implemented in Excel, which makes it possible to change the model's explanatory variables and predict new (individual) choice probabilities. The individual choice probabilities can then be aggregated to illustrate (aggregated) market shares. For some segments (e.g. geographical zones or travel purposes) we have added an automatic aggregation of the results in Excel. For these segments, one can immediately read off the effects of changes in one or more of the explanatory variables. Typical measures are changes in travel costs, free parking or satisfaction with public transport services.

In table S1 we present a comparison of characteristics and analysis capabilities for transport models MPM23 and RTM 23+. RTM23 + is the network-based regional transport model adapted to Oslo and Akershus and is part of the transport authority's common model system.

Table S1: Comparison of characteristics RTM23 + and MPM23 Version 1.0.

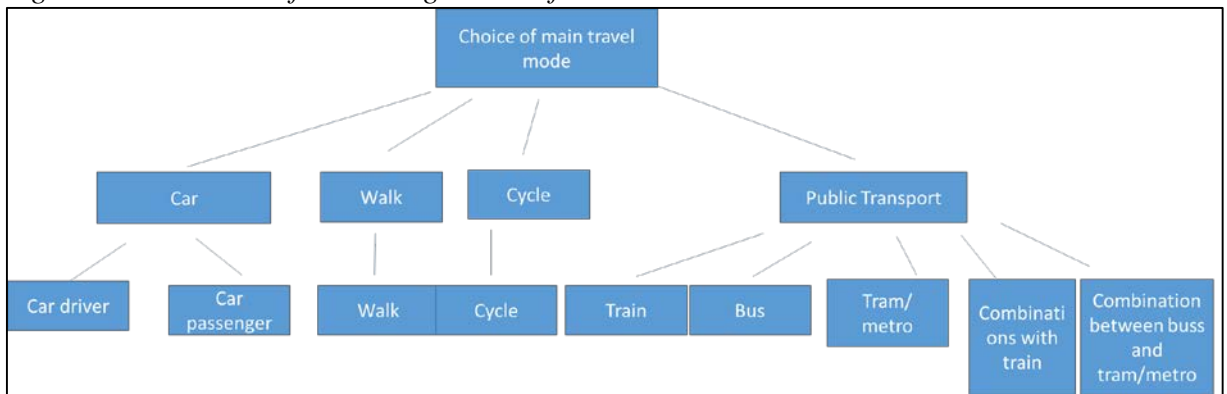
Properties	RTM23+	MPM23 (Versjon 1.0)
The geographical area covered?	Oslo and Akershus. In addition it includes parts of Buskerud, Ringerike, Hadeland og nordre Østfold («plus-area»)	Oslo and Akershus
Which days are covered?	Weekdays	Weekdays
Which types of transport covered?	Passenger transport excluding school trips (school trips and freight transport are included by fixed matrices in the travel assignment part)	Passenger transport (with school trips)
Aggregated or disaggregated estimation?	Disaggregated, based on the national and Prosam RVU (2001). Re-estimation of commuting trips on updated LoS data in 2009/2010.	Disaggregated, based on MIS (September 2014 - August 2015)
General method of prediction	Aggregation based on zonal systems	Disaggregated (sample enumeration) based on individual trips (September 2014 - August 2015)
Predicted total number of travel trips?	Yes (population growth and changes in trip frequency are included)	No, only market shares
Destination choice	Yes	No
Travel mode choice	Yes, but public transport a common alternative in the demand model (public transportation includes boat / ferry)	Yes, also distinguishes between forms of public transport (boat / ferry is omitted*)
Route choice/ traffic assignment	Yes	No
Choice of departure time	Very limited	No
LoS-data for travel time in car	Determined endogenously in equilibrium mode	From RTM23 + (given exogenously)
Modelling of satisfaction with public transport services	No	Yes (but simplified)

*) This means that all boat trips from/to Nesodden are excluded. One should avoid making specific analyses for Nesodden with MPM23 Version 1.0.

The table shows that MPM23 is subject to several simplifications compared with RTM23 +. The advantage of MPM23 is that it is a simple model, where analysis can be done with ease and quick.

In the estimation model behind MPM23 we have used the grouping ("nests") as shown in Figure S1.

Figure S1: Structure of nested logit model for MPM23 Version 1.0.



Explanatory variables in the model are:

- LoS variables (travel costs, board time, waiting time, travel time to / from the station, the number of boarding per trip)
- Trip distance
- Purpose
- Geographic large zones
- Driver's license / access to car (determines whether a car driver is an "available" choice option)
- Free parking
- Satisfaction with public transport
- Other variables (gender, season, alternative specific constant terms)
- Nest parameter (measuring correlation within groups of vehicles)

All 120 coefficients which are estimated have expected sign (and many are statistically significant). This gives a certain assurance that the model predicts the "right" direction on effects. Also the size and proportions of the variables seem reasonable, but we find that implicit Value of Time measures are rather low. This indicates that the cost is weighted higher than time. We find a relatively high nest parameter for the group "public transport". This leads to that the substitution between alternative modes within public transport (bus, train and tram/metro) is relatively strong, while the substitution between public transport (as a whole) and car/walking/biking, is relatively weak.

Table S2 shows (cross-) elasticities calculated in MPM23 (Version 1.0). Elasticities describe the impact on demand for traveling with a travel mode when changing a variable associated with that travel mode. For example the effect of increased car-driver's cost on demand for car-driving. The elasticity can be interpreted as the percentage change in demand from one percent change in costs. Crosselasticities are interpreted as a percentage change in demand for travel by one travel mode by a one percent change in a variable associated with an alternative travel mode.

Table S2: Calculated self- and cross elasticities in MPM23 Version 1.0.

Changes for car								
	Car driver	Car passenger	Walk	Cycle	ic Transport	Train (including combinations)	Bus (including combinations)	Tram/metro (including combinations)
Travel time	-0.05	-0.10	0.02	0.08	0.09	0.13	0.10	0.06
Travel cost	-0.08	-0.15	0.03	0.11	0.14	0.25	0.15	0.09
Same changes for train, buss and train/metro								
	Car driver	Car passenger	Walk	Cycle	ic Transport	Train (including combinations)	Bus (including combinations)	Tram/metro (including combinations)
access times	0.08	0.18	0.05	0.19	-0.29	-0.42	-0.13	-0.41
waiting times	0.02	0.06	0.01	0.04	-0.08	-0.22	-0.07	-0.03
single ticket price	0.08	0.14	0.04	0.13	-0.26	-0.24	-0.31	-0.21
# boardings	0.05	0.11	0.03	0.12	-0.18	0.15	-0.38	-0.12
invehicle time	0.05	0.11	0.01	0.09	-0.16	-0.07	-0.20	-0.15
Changes only for train								
	Car driver	Car passenger	Walk	Cycle	ic Transport	Train (including combinations)	Bus (including combinations)	Tram/metro (including combinations)
access times	0.02	0.04	0.00	0.01	-0.05	-0.77	0.15	0.06
waiting times	0.01	0.02	0.00	0.01	-0.02	-0.30	0.06	0.01
single ticket price	0.02	0.03	0.00	0.01	-0.04	-0.39	0.05	0.01
# boardings	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.15	0.03	0.01
invehicle time	0.01	0.02	0.00	0.01	-0.03	-0.35	0.07	0.01
Changes only for bus								
	Car driver	Car passenger	Walk	Cycle	ic Transport	Train (including combinations)	Bus (including combinations)	Tram/metro (including combinations)
access times	0.03	0.09	0.02	0.08	-0.13	0.25	-0.66	0.25
waiting times	0.01	0.03	0.00	0.02	-0.04	0.08	-0.18	0.06
single ticket price	0.04	0.07	0.02	0.07	-0.13	0.12	-0.47	0.11
# boardings	0.03	0.07	0.02	0.07	-0.10	0.24	-0.58	0.23
invehicle time	0.02	0.06	0.01	0.04	-0.07	0.22	-0.42	0.15
Changes only for tram/metro								
	Car driver	Car passenger	Walk	Cycle	ic Transport	Train (including combinations)	Bus (including combinations)	Tram/metro (including combinations)
access times	0.03	0.05	0.03	0.10	-0.12	0.11	0.38	-0.72
waiting times	0.01	0.01	0.00	0.01	-0.02	0.01	0.05	-0.11
single ticket price	0.02	0.03	0.02	0.06	-0.09	0.02	0.10	-0.32
# boardings	0.02	0.03	0.01	0.05	-0.06	0.06	0.17	-0.36
invehicle time	0.01	0.03	0.01	0.04	-0.05	0.06	0.15	-0.30

The report contains a user manual for the spreadsheet model MPM23 and a chapter on the potential for improvement and further development of the model.

1 Bakgrunn for modellutviklingen

Transportøkonomisk institutt har på oppdrag fra og i samarbeid med Ruter utviklet en modell for transportmiddelvalg basert på data fra Ruters Markedsinformasjonssystem (MIS). Arbeidet har blitt utført innenfor rammeavtalen Fysisk planlegging og konsekvensanalyse for kollektivtransport og Analysetjenester. Oppdraget ble utlyst i en minikonkurranse mellom leverandørene innenfor denne rammeavtalen.

Formålet med modellutviklingen har vært å etablere en metode for å belyse hvilke forhold som påvirker transportmiddelvalget for reiser i Oslo og Akershus. Vi har jobbet mot å utvikle et verktøy som kan gi økt forståelse for hva som påvirker transportmiddelvalget generelt, men også på utvalgte geografiske områder spesielt.

Et av oppdragsgivernes krav til modellen var at den er lett tilgjengelig for medarbeidere i Ruter. Dette har vi ivarett ved å implementere modellen i et regneark (Excel). Et annet ønske var at modellen skal kunne predikere effekt av økt tilfredshet med kollektivtransport. Modellversjonen som er utviklet kan det, dog er modellering av tilfredshet gjort på en forenklet måte.

Ved gjennomføring har vi delt prosjektet i to hovedbolker. I første del har vi jobbet mot å finne og etablere variabler som forklarer individets transportmiddelvalg (som rapportert i MIS), og å estimere variablenes marginale effekter (koeffisienter) ved hjelp av statistiske modeller. I andre del har vi tatt utgangspunkt i resultatene fra estimeringen, og utviklet et verktøy for å analyse effekter av ulike tiltak på transportmiddelfordelingen totalt eller på utvalgte geografiske områder i Oslo og Akershus. Analyseverktøyet er implementert i Excel, og går under navnet «MPM23» (**M**arked**P**otensial**M**odell for Akershus (2) og Oslo (3)).

Foreliggende dokumentasjonsrapport dokumenterer arbeidet med estimering av transportmiddelvalgmodellen samt implementeringen av resultatet i en predikeringsmodell (MPM23). Rapporten er inndelt i 10 kapitler. Kapittel 1 har gitt en kort innføring i bakgrunnen for arbeidet som er utført, mens kapittel 2 gir en innføring i modellens egenskaper og anvendelsesområder. I kapittel 3 og 4 går vi nærmere inn på metode og datagrunnlaget for modellen. I kapittel 5 og 6 gis en definisjon av valgsett og forklaringsvariabler som inngår i modellen. Kapittel 7 presenterer resultater fra estimeringen, mens kapittel 8 dokumenterer valideringen som er gjort av modellen. Kapittel 9 er en brukerveiledning for modellen (Versjon 1.0); i et underavsnitt presenterer vi noen enkle case studier og peker på ting man bør være oppmerksom på ved tolkning av resultater. Siste kapittel, kap. 10, er en oppsummering av forbedrings- og utviklingsmuligheter for modellen.

2 Modellens egenskaper og anvendelsesområde

2.1 Hva kan MPM23 og hva kan den ikke

MPM23 beregner markedsfordeling mellom transportmidler i Oslo og Akershus. Dette gjøres ved at modellen beregner individuelle valgsannsynligheter (for hver enkelte reise i datasettet) ved hjelp av en statistisk modell (nested logit modell). Modellen er implementert i Excel, noe som gjør det mulig å endre modellens forklaringsvariabler og predikere nye (individuelle) valgsannsynligheter. De individuelle valgsannsynlighetene kan deretter aggregeres opp for å illustrere (aggregerte) markedsfordelinger. For noen dimensjoner (f. eks storsoner eller reisehensikter) har vi lagt inn en automatisk aggregering av resultatene i Excel. For disse segmentene kan man øyeblikkelig lese av effekter av en eller flere endringer i forklaringsvariablene. Typiske tiltaksendringer er endringer i reisekostnader, gratis parkering eller tilfredshet med kollektivtilbudet.

Transportmiddelvalg er den eneste adferdsdimensjonen som beregnes i modellen. Det impliserer at etterspørselsendringen kun er et resultat av overført trafikk. Modellen predikerer ikke nyskapt trafikk som følge av et tiltak. Med andre ord holdes reisefrekvensen konstant. Reisende kan ikke velge å reise mer eller «bli hjemme» som følge av endringer.

Modellen kan heller ikke predikere endringer i destinasjonsvalg. Det er en begrensning for (langsiktige) analyser hvor man er interessert i den geografiske fordeling av total etterspørsel som følger av tiltaket (ikke bare markedsandeler i forskjellige geografiske soner).

MPM23 er en ren etterspørselsmodell. Dette innebærer at endringer på «tilbudssiden» (for eksempel økt frekvens) bestemmes eksogent fra brukerne av modellen. Det beregnes altså ikke en likevekt mellom etterspørsel og tilbudssiden. Dette er en begrensning ved modellen, som blant annet slår ut for biltrafikk, der kostnader ved reisen ofte er et resultat av både etterspørsel og tilbud (kapasitet på veien). Modellen beregner for eksempel ikke (konsekvenser av) endring i kødannelser.

Foreliggende versjon av MPM23 er en statisk modell, og avreisetidspunkt er ikke modellert i modellen. Nåværende versjon er derfor kun egnet for å gjøre analyser på døgnnivå. Det er kun hverdager som er representert i modellen. Reiser i helger og helligdager er utelatt fra datasettet.

Som de fleste andre transportmodeller er MPM23 basert på økonomisk teori som sier at beslutningstakere (reisende) antas å maksimere sin egen nytte, og har all nødvendig informasjon tilgjengelig for å gjøre nettopp dette. Dette innebærer en antakelse om at alle reisende har fullstendig oversikt over egenskapene til alle tilgjengelige reiseformer.

Modellen postulerer en kausalsammenheng hvor forklaringsvariabler påvirker transportmiddelvalg, ikke omvendt. I tillegg til kjøretider for bil er dette en sterk antakelse for månedskort (se avsnitt 6.1.1.) og andre forklaringsvariabler som i

realiteten (til dels) avhenger av transportmiddelvalget. Kausalsammenhengen mellom transportmiddelvalg og tilfredshet er et eksempel hvor det ikke er helt opplagt hvilken vei kausaliteten går. Vi viser til mulige svakheter som følger av valgt antakelse i avsnitt 6.1.5. og 9.4.4

Versjon 1.0 av MPM23 beregner bare markedsandeler og ikke totalt antall reisende, inntekter, belegg av kjøretøyene osv.

MPM23 fordeler markedsandeler mellom kollektive driftsformer i Oslo og Akershus, som er tog, buss, trikk/t-bane og kombinasjoner av disse. Dette er et nytt element sammenliknet med den regionale transportmodellen for Oslo-regionen (RTM23+). I etterspørselsberegningen i RTM23+ håndteres alle kollektive transportmidler samlet i alternativet «kollektivtransport».¹

2.2 MPM23 versus RTM23+

I tabell 1 presenterer vi en sammenligning av egenskaper og muligheter for transportmodellene MPM23 og RTM 23+. RTM23+ er den nettverksbaserte regionale transportmodellen tilpasset Oslo og Akershus og er en del av transportetatens felles modellsystem.

Tabellen viser at MPM23 er underlagt flere forenklinger sammenliknet med RTM23+. Fordelen er at MPM23 er en lite komplisert modell, hvor det er enkelt og raskt å gjøre analyser.

¹ Det gjøres imidlertid en fordeling på kollektive transportmidler og ruter i nettfordeling til slutt.

Tabell 1: Sammenlikning av egenskaper ved RTM23+ og MPM23 Versjon 1.0.

Egenskaper	RTM23+	MPM23 (Versjon 1.0)
Hvilket geografisk område dekkes?	Oslo og Akershus. I tillegg inkluderes deler av Buskerud, Ringerike, Hadeland og nordre Østfold («plussområdet»)	Oslo og Akershus
Hvilke dager dekkes?	Hverdager	Hverdager
Hvilke transporttyper dekkes?	Persontransport unntatt skolereiser (skolereiser og godstransport inngår som fast matrise ved modellering av transportavvikling)	Persontransport (med skolereiser)
Aggregert eller disaggregert estimeringsopplegg?	Disaggregert, basert på nasjonal og Prosam RVU (2001). Re-estimering av arbeidsreiser på oppdaterte LoS data i 2009/2010.	Disaggregert, basert på enkelte reiser i MIS (Sept.2014- August 2015)
Predikeringsnivå	Aggregert på grunnkrets nivå	Disaggregert basert på MIS (Sept.2014- August 2015)
Predikeres totalt antall reiser?	Ja (befolkningsvekst og endring i reisefrekvens er inkludert)	Nei, kun markedsandeler
Destinasjonsvalg	Ja	Nei
Transportmiddelvalg	Ja, men kollektivtransport behandles samlet i etterspørselsmodellen (kollektivtransport inkluderer båt/ferge)	Ja, skiller også mellom driftsformer for kollektivtransport (båt/ferge er utelatt*)
Rutevalg/transportavvikling	Ja	Nei
Valg av avreisetidspunkt	Veldig begrenset	Nei
LoS-data for reisetid i bil	Reisetid i bil bestemmes endogen i likevektsmodell	Fra RTM23+ (eksogen gitt)
Modellering av tilfredshet med kollektiv	Nei	Ja (men forenklet)

*) Dette innebærer at alle båtreiser fra Nesodden er ekskludert. Man bør unngå å gjøre spesifikke analyser for Nesodden med foreliggende MPM23 modellversjon.

Oppsummert er den største fordelene med MPM23 sammenliknet med RTM23+ at det er enklere og raskere å gjennomføre analyser av små, kortsiktige tiltak. Med MPM23 tar det noen få sekunder å gjøre tiltaksanalyser, og det stilles ingen spesielle krav til brukerkunnskaper/-opplæring for bruk av modellen. Til sammenlikning tar tiltaksanalyser i RTM23+ flere timer (av og til dager), med krav om forkunnskaper hos bruker. Hovedulempen med MPM23 er at modellen er begrenset til analyser av transportmiddelvalg, og at man ved bruk av MPM23 må anta at den totale etterspørsel og dens geografiske fordeling er lik i referanse og tiltaksscenario. Dette gjør modellen best egnet for kortsiktige analyser, hvor antakelsen om uendret etterspørsel (bortsett fra mellom transportmidler) er rimelig.

Tabell 2 gir utviklers anbefalinger for når man bør bruke RTM 23+ versus når man kan bruke/supplere med MPM23.

Tabell 2: Anbefalte bruksområder for RTM23+ vs MPM23 Versjon 1.0.

Bruksområde	RTM23+	MPM23
Tiltak som påvirker transportmiddelvalg på kort sikt	Mulig, men relativ tidskrevende	Godt alternativ, spesielt med knapp tids- og ressursramme
Tiltak som påvirker destinasjonsvalg	Nødvendig for å gjøre (finere) geografiske analyser	Greit alternativ hvis man kun er interessert i totale markedsandeler innenfor Oslo/Akershus (muligens noe upresis)
Langsiktige analyser	Nødvendig for å bestemme endringer i total etterspørsel	Greit alternativ hvis man kun er interessert i markedsandeler (muligens noe upresis)
Analyser som påvirker kapasiteten på vegnettet, for eksempel bilkøer	Egnet (helst i kombinasjon med dynamiske avviklingsmodeller)	Ikke egnet
Analyser av konkurranseflater mellom driftsformer for kollektivtransport	Kun mulig via nettutlegging	Egnet
Analyser av betydningen av tilfredshet med kollektivtransporten	Ikke mulig	Mulig, men vær oppmerksom ved tolkning av resultatet (se avsnitt 9.4.4)

3 Metode

3.1 Isolerte transportmiddelvalgmodeller

Det finnes et stort spekter av transportmodeller som kan predikere transportmiddelfordeling. Et første skille kan gjøres mellom isolerte transportmiddelvalgmodeller og modellsystemer. Transportetatens regionale transportmodeller (RTM) er eksempel på modellsystemer hvor man modellerer flere dimensjoner av transporttettersspørselen (destinasjonsvalg, valg av avreisetidspunkt og reiserute) i tillegg til transportmiddelvalget. Slike modellsystemer kan ofte være krevende å bruke i praksis, og i overkant omfattende for enkle analyser av for eksempel markedsandeler. Den andre undergruppen av transportmodeller, som er den vi har benyttet i utviklingen av MPM23, er isolerte transportmiddelvalgmodeller. Denne typen modeller brukes i større grad til enklere analyser enn modellsystemer, og brukes blant annet til å kartlegge hvilke faktorer som påvirker transportmiddelvalget på kort sikt. For å kunne bruke isolerte transportmiddelvalgmodeller som prediktive modeller, må etterspørselsmodellen implementeres i et regneark- eller et simuleringsopplegg.

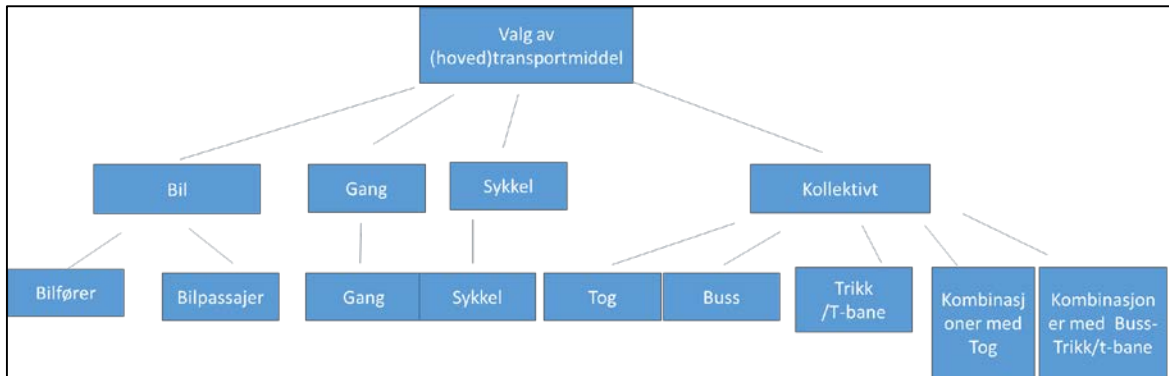
De fleste isolerte transportmiddelvalgmodeller faller under kategorien diskrete valgmodeller. Diskrete valgmodeller er standardmodeller for å analysere valgførelse, og for å beregne/predikere valgsannsynligheter. Den mest kjente av diskrete valgmodeller (innenfor transportmodellering) er logitmodeller. De fleste logitmodeller består av nokså enkle matematiske ligninger som brukes for å beregne valgsannsynligheter.

3.2 Nested logit modell

I oppbyggingen av en modell for transportmiddelvalg i Oslo og Akershus med mål om å anslå og analysere markedsandeler har vi valgt å basere oss på en nested logit modellspesifisering. Forenklet kan en nested logitmodell tolkes som et todelt valg, der man først velger mellom nest (grupper av alternativer) og «deretter» velger mellom alternativene i valgte nest.

I estimeringsmodellen bak MPM23 har vi brukt grupperingen («nests») som vist i Figur 1.

Figur 1: Struktur i nested logitmodell for MPM23 Versjon 1.0.



Modellen består altså av 4 grupper («nests»)², med til sammen 9 valgalternativer av transportmidler. Definisjon av hvert enkelt valgalternativ er nærmere beskrevet i avsnitt 4.1.2.

I en nested logitmodell er valgsannsynligheten (Pr) for et individ/reisesituasjon (n) og transportmiddel (i), som er inkludert i det reisemiddelspesifikke valgsettet for individ/reisesituasjon (C_n), blant alle transportmidler (j), fordelt over nest (m) som følger:

$$(1) \Pr_n(i \in C_n) = \frac{\left(\sum_{j=1}^M e^{\mu_m V_{nj}}\right)^{\frac{1}{\mu_m}}}{\sum_{m=0}^M \left(\sum_{j=1}^M e^{\mu_m V_{nj}}\right)^{\frac{1}{\mu_m}}} * \frac{e^{\mu_m V_{ni}}}{\sum_{j=1}^M e^{\mu_m V_{nj}}}$$

μ_m er nest-parameter for nest m og representerer korrelasjonen mellom alternativene i samme nest.

Første ledd i ligning (1) beregner sannsynligheten for at aktuelle nest blir valgt og andre ledd beregner sannsynligheten for at transportmiddelalternativ i blant alle alternativer i det aktuelle nestet blir valgt. V_{ni} er nyttefunksjoner, videre spesifisert som:

$$(2) V_{ni} = \beta_{0,i} + \sum_k \beta_{k,n,i} X_{k,n,i}$$

I ligning (2) er $X_{k,n,i}$ forklaringsvariablene (indeksert med k), som vanligvis varierer blant reisealternativer j og/eller blant individer/reisesituasjoner n . Typiske forklaringsvariabler er kjennetegn på reisen (LoS-data som reisekostnad, reisetid), egenskaper til individer (kjønn, alder, samt mykere kjennetegn som tilfredshet) og reisesituasjon (parkeringsmulighet, tilgang til månedskort osv.). $\beta_{k,n,i}$ er tilsvarende koeffisienter som kan (men ikke må) variere blant alternativer og/eller individ/reisesituasjon (evt. grupper av beslutningstakere). Fortegnet til $\beta_{k,n,i}$ forteller hvilken retning variabelen slår ut på valgsannsynligheten, og størrelsen sier noe om

² Nestene til gang og sykkel er såkalte «degenererte» nest, som kun inneholder ett alternativ, og hvor parameteren for gruppen («neste») er gitt verdi 1.

den marginale effekten av forklaringsvariabelen. En koeffisient som ikke er statistisk signifikant forskjellig fra null antas å ha en ubetydelig/usikker effekt på valgene. $\beta_{o,j}$ er konstantledd for transportmiddelalternativene. Konstantledd er en viktig del av modellen, da de fanger opp den gjennomsnittlige effekten av feilleddet (utelatte variabler) for de forskjellige transportmidlene.

Estimering av koeffisienter i estimeringsmodellen er basert på faktiske, observerte valg fra datasettet samt størrelsen på forklaringsvariablene i hver enkelt valgsituasjon. Vi snakker derfor om en disaggregert estimeringsmodell. Resultater for estimeringsmodellen som ligger til grunn for MPM23 er dokumentert i avsnitt 7.3.

3.3 Predikering

Når koeffisientene til modellen er estimert, ved hjelp av modellstrukturen som nevnt over, kan modellen brukes til å beregne/predikere valgsannsynligheter. Dette kan gjøres disaggregert, dvs. at man beregner valgsannsynligheter for hver respondent/reise i datasettet, og så summerer (aggregerer) opp valgsannsynligheter. MPM23 går dermed under det man kaller disaggregert predikeringsmodell. Når forklaringsvariablene gjenspeiler faktiske/opprinnelige verdier skal disaggregerte predikeringsmodeller gjenspeile faktiske markedsandeler (transportmiddelfordeling) i datasettet. Dersom man endrer størrelsen på forklaringsvariabler predikeres nye valgsannsynligheter.

Vi bruker altså en dissagert tilnærming når vi predikerer valgene i MPM23. Det bør nevnes at mange andre modeller (som for eksempel RTM-modellen) bruker en aggregert tilnærming ved predikering av transportmiddelvalg. I disse modellene deles befolkningen opp i segmenter og reiser i OD-relasjoner (sonepar). Det totale antall reiser/OD-relasjoner fordeles deretter mellom de forskjellige transportmidlene. En aggregert predikeringsmodell medfører alltid en viss aggregeringsfeil. Jo grovere segmentering/geografisk oppdeling, dess høyere (forventet) aggregeringsfeil. Fra dette perspektiv har disaggregerte predikeringsmodeller en metodisk fordel.

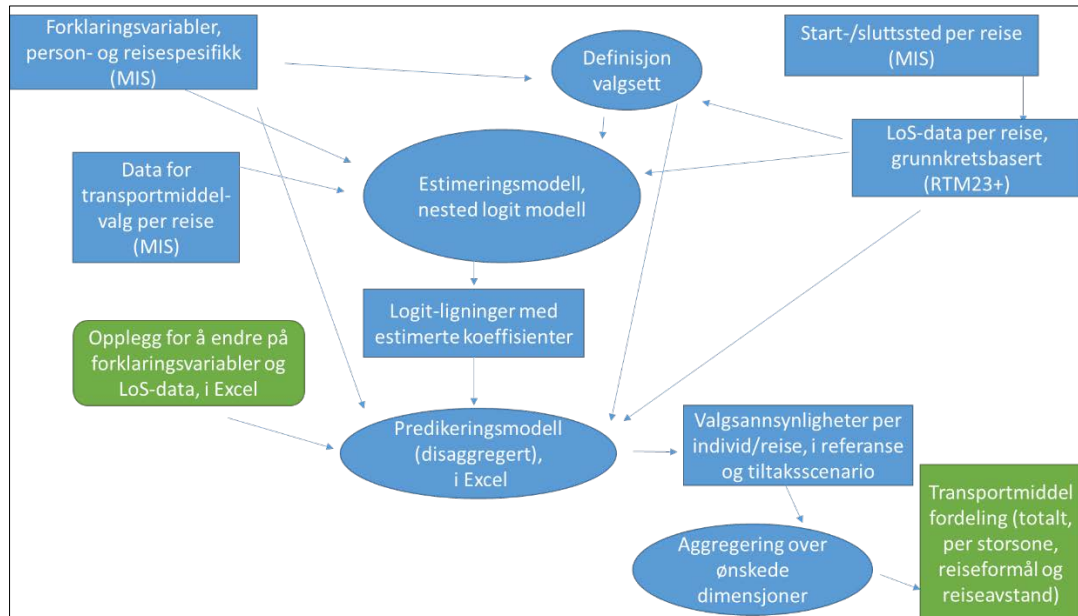
En utfordring med disaggregerte predikeringsmodeller er å sikre representative resultat. MPM23 – i sin nåværende versjon – støtter seg på antakelsen om at Ruter-MIS er representativ for hele markedet Oslo og Akershus, og for delmarkeder (storsonerelasjoner). Dette er en usikker antakelse siden antall observasjoner i MIS er lavt for noen delmarkeder. Antakelsen legger begrensninger for veldig finkornete analyser (for eksempel på busslinje-nivå).³

³ Vi har derfor valgt å ikke lage et opplegg i Excel filen hvor LoS-data for enkle linjer kan endres, selv om det ville vært metodisk og teknisk mulig.

3.4 Metodisk oversikt

Figur 2 gir en oversikt over metodikken og dataflyten i modellen

Figur 2: Dataflyt og metodikk for MPM23, Versjon 1.0.



Data for transportmiddelvalg per reise, som rapportert i MIS (nærmere beskrevet i avsnitt 4.2), er den avhengige variabelen («y-variabelen») i estimeringsmodellen (se avsnitt 7.3). Andre variabler fra MIS (kjønn, årstid osv.) brukes som forklaringsvariabler. Noen variabler (f. eks. sertifikat) brukes også for å indentifisere reisespesifikke valgsett (se kapittel 5). Informasjon om start- og sluttsted for reisen (som foreligger på grunnkrets nivå) brukes for å hente inn LoS-data fra nettverksmodellen i RTM23+ (se avsnitt 4.2.). LoS-data (for eksempel gangavstand til holdeplass) brukes også for å spesifisere valgsettene. Basert på nevnte informasjon finner estimeringsmodellen det sett av parameterne som best mulig forklarer de observerte valgene. De estimerte parameterne brukes deretter for å predikere nye valg i «predikeringsmodellen» (MPM23), som altså er implementert i Excel. Her inngår alle kjennetegn ved reiser (forklaringsvariabler fra MIS, påkodet LoS-data og informasjon om hvilket transportmiddel som er inkludert i hvert individs valgsett). Disse er nærmere beskrevet i kapittel 6. Excel-filen inneholder et opplegg for å endre (noen) forklaringsvariabler og LoS-data i modellen. Hver gang inndata endres i modellen beregner MPM23 nye reisespesifikke valgsannsynligheter. Beregningen skjer automatisk (og er skjult) i Excel. Excel-filen aggregerer disse valgsannsynligheter opp over en del dimensjoner og lager automatisk diagrammer og oppsummeringstabeller.

I prinsippet kan alle data ved modellen endres/manipuleres, og egne aggregeringer kan defineres av brukeren. Dette krever en del manuell beregning. Utvikler anbefaler derfor ikke den «jevne brukeren» å gjennomføre slike endringer.

4 Datagrunnlag og databearbeiding

4.1 Ruters markedsinformasjonssystem (MIS)

Modellens hoveddatakilde er Ruters Markedsinformasjonssystem (MIS).

4.1.1 Datainnsamling og innhold

Ruters MIS er en markedsundersøkelse i regi av Ruter, hvor data samles inn fortløpende. Datainnsamlingen har foregått siden 2006, og man utfører omtrent 6000 intervjuer hvert år.

Ruters MIS inneholder data om reisevaner for reisende i Oslo og Akershus. Undersøkelsen inkluderer både generelle spørsmål om vaner, holdninger og inntrykk av kollektivtilbudet i Oslo og Akershus, men også informasjon om reiser som har blitt foretatt dagen i forveien. Dette inkluderer informasjon om formålet med reisen, transportmiddelvalg og eventuelle bytter og byttested på reisen. I tillegg til informasjon om reisevaner inneholder Ruter MIS individspesifikk informasjon som kjønn, alder, bosted, hovedgeskjeft og bilhold. Fra sommeren 2014 har man inkludert spørsmål om start- og endested for reisene i intervjuet.

4.1.2 Data om transportmiddelvalg

I MIS bes respondenten oppgi alle reiser utført dagen i forveien. For hver reise kartlegges første transportmiddel på reisen, så andre (og hvis aktuelt: tredje, fjerde og femte) transportmiddel. Det er veldig få observasjoner med mer enn to transportmidler og vi har derfor valgt å definere valgalternativene ut fra første og andre transportmiddel på reisen.

I Ruter MIS er følgende alternativer oppgitt som reisemidler:

- 1.00 = "Til fots hele veien"
- 2.00 = "Bil som fører"
- 3.00 = "Bil som passasjer"
- 4.00 = "Buss"
- 5.00 = "T-bane"
- 6.00 = "Sporvogn/bytrikk"
- 7.00 = "Tog (NSB)"
- 8.00 = "Sykkel"
- 9.00 = "Taxi/drosje"
- 10.00 = "Motorsykkel/moped"
- 11.00 = "Båtferge"
- 12.00 = "Flytog"
- 13.00 = "Annet"
- 97.00 = "Ingen flere reisemiddel"
- 99.00 = "Ubesvart/Vet ikke"

I estimeringen valgte vi å slå sammen t-bane og trikk for å sikre tilstrekkelig antall observasjoner per transportmiddel. Videre har vi utelatt alternativer med veldig få observasjoner som taxi, båt/ferge. Vi har også valgt å ikke inkludere flytoget i togalternativet.

Tabell 3 og Tabell 4 illustrerer hvordan informasjon om første og andre transportmiddel på reisen blir brukt for å definere valgalternativer, med utgangspunkt i tilgjengelige transportmidler og avgrensninger som nevnt over. Tabell 3 viser antall observasjoner for ulike kombinasjoner transportmidler i Ruter MIS etter avgrensningen (se avsnitt 4.3 og kapitel 5). Tabellen viser også ved hjelp av fargekoder hvordan ulike kombinasjoner transportmidler settes sammen til ni transportmiddelalternativ.

Tabell 3: Krysstabell: første og andre transportmiddel ved reisen

Antall etter endelig avgrensning av observasjoner		Andre Transportmiddel på reisen i MIS								
		Ingen flere/ikke svart	Bil som fører	Bil som passasjer	Buss	T-bane/Trikk	Tog(NSB)	Til fots hele veien	Sykkel	Total
Første transportmiddel på reisen i MIS	Bil som fører	7124	5	0	11	10	21	8	0	7179
	Bil som passasjer	517	1	0	3	4	5	1	0	531
	Buss	927	2	2	190	98	85	1	0	1305
	T-bane/Trikk	1057	8	4	88	118	63	3	2	1343
	Tog(NSB)	368	35	2	61	49	5	2	7	529
	Til fots hele veien	3253	6	2	6	7	4	3	0	3281
	Sykkel	769	0	0	1	3	6	0	0	779
	Total	14015	57	10	360	289	189	18	9	14947

Tabell 4 oppsummerer tabell 3, og fordeler antall reiser på de ni transportmiddelalternativene som inngår i estimeringsmodellen:

Tabell 4: Fordeling av valgalternativer i MIS

Antall etter endelig avgrensning av observasjoner		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valgalternativ i modellen	Bil som fører	7143	47.8	47.8	47.8
	Bil som passasjer	521	3.5	3.5	51.3
	Gang	3256	21.8	21.8	73.1
	Sykkel	769	5.1	5.1	78.2
	Tog	455	3.0	3.0	81.2
	Buss	1143	7.6	7.6	88.9
	Trikk/t-bane	1216	8.1	8.1	97.0
	Kombinasjon med tog	258	1.7	1.7	98.8
	Kombinasjon med buss og trikk/t-bane	186	1.2	1.2	100.0
Total	14947	100.0	100.0		

4.2 Level of Service (LoS) fra RTM23+

Ruter MIS inneholder ingen informasjon om transportnettverket og kollektivtilbudet, herunder reisetider og reisedistanser. Distanse, tidsbruk, frekvens og kostnad på reisen ansees som viktige faktorer for transportmiddelvalg. Vi har derfor valgt å hekte LoS-data på Ruters MIS.

4.2.1 Uttak fra LoS-data

I starten av prosjektet ble Ruter og TØI enige om at Ruter selv skulle forsyne prosjektet med LoS-data fra PROSAMs/Ruters nettverksverktøy EMME. Dette primært fordi Ruter og resten av fagmiljøet i PROSAM mener at denne har en mer nøyaktig koding av kollektivtilbudet og de lokale gangmulighetene til/fra kollektivsystemet sammenlignet med modell DOM-IC. Det siste bidrar også med kvalitet i beskrivelsen av muligheten til å sykle og å gå, ved et mer finmasket nett.

Ruter har skrevet et eget notat som gir en grundig beskrivelse og drøfting av LoS-dataleveransen (Angell 2015). Her gjengis kun hovedpunkter.

LoS-data i form av reisetider, lengder og kostnader er levert fra transportmodellen RTM23+ i form av matriser mellom 1941*1941 grunnkretsrelasjoner, alle innenfor Oslo og Akershus:

- Korteste avstand bilvei [km]
- Korteste avstand gang/sykkel [km]
- Biltid i rush, dør til dør [minutt]
- Biltid på dagtid, dør til dør [minutt]
- Bompengekostnader [kr]
- Kollektivtid i rush, dør til dør [minutt]
- Kollektivtid på dagtid, dør til dør [minutt]
- Billettpris [kr]

Hver kollektivreise er delt opp i følgende komponenter:

- Gangtid
- (Første ventetid)
- Samlet ventetid
- (Påstigningstid)
- Antall påstigninger
- Ombordtid

Komponentene i parentes er ikke anvendt i modellbyggingen.

I tillegg er det gjort spesialberegninger som gir kollektivtider dersom tilbudet bare bestod av:

- Kun tog
- Kun buss

- Kun T-bane og trikk
- Tog i kombinasjon med alle andre kollektive transportformer
- Kombinasjon T-bane/trikk og buss

For hver av disse er det for morgenrush og dagtime levert 6 reisetidskomponenter, hvorav 4 er brukt aktivt i modellbyggingen. Totalt dreier dette seg om 66 filer à 55-60 Mb.

Både veinett og kollektivtilbudet representerer tilstanden per 2014.

Det er bare beregning av reisetider med bil som krever etterspørselsmatriser. Disse er hentet fra beregninger Statens vegvesen har gjort for 2010. Bakgrunnsnotatet drøfter ulempen med at bilmatrisene ikke er oppdatert til nyere dato, og konkluderer med at i lys av den meget beskjedne biltrafikk-veksten gjennom bompengeringen, antas det å ha marginal betydning.

Alle modellberegningene for kollektivtransport er gjort med standard kjørebetingelser etablert med bakgrunn i et TØI-arbeidsdokument fra 1996. I tillegg er de nyeste muligheter i EMMEs «Extended transit assignment» anvendt, slik at rutevalget ikke bare bestemmes av frekvensen på første holdeplass, men også av total reisetid dør-til-dør. De siste årene har PROSAM i stor grad innført skinnefaktor i sine beregninger. Det er ikke benyttet skinnefaktor ved lagning av LoS-data i MPM23. Dermed ligger det til rette for at eventuelle skinnefaktorer kan avdekkes i estimeringen av MPM23.

Ambisjonen om å modellere de viktigste kollektive driftsartene hver for seg, er det som har gitt de største utfordringene for LoS-leveransen. Etter en del prøving og feiling valgte vi å benytte såkalte «select-line-makroer» i EMME for å identifisere de reiserelasjonene som i det hele tatt kan anvende seg av driftsarten. Kun de potensielle reisende som i modellen blir fotgjengere hele veien, er holdt utenfor driftsartens reisetider. Dette innebærer at noen driftsarter har urealistisk lange gang- og ventetider, og en del har også mange bytter underveis. Dette er helt uproblematisk i estimeringen, da slike lange tider vil gi null sannsynlighet for at alternativet velges.

Når kun rene gangrelasjoner velges bort, står de ulike driftsartene for følgende «flatedekningsgrad» av alle 1941*1941 reiserelasjoner innenfor Oslo og Akershus:

- Kun buss: 62 %, hvilket øker til 91 % når kombinasjoner med buss tas med
- Kun tog: 21 %, hvilket øker til 36 % når kombinasjoner med tog tas med
- Kun T-bane og trikk: 28 %, hvilket øker til 41 % når kombinasjoner tas med
- Tog i kombinasjon med alle: 15 %
- Kombinasjon av buss og T-bane/trikk: 13 %

Det er viktig å understreke at disse andelene er «flatedekningsgrad» av alle mulige grunnkretsrelasjoner, også relasjoner med ingen eller få reiser. Dersom vi vektet relasjonene med kollektivreisende eller potensielle reisende, er det grunn til å tro at bytransportmidlene som T-bane og trikk ville øke sin dekningsgrad vesentlig. Det samme gjelder hvis vi flyttet blikket til å gjelde bare Oslo. Det er jo her T-banen og trikken i praksis utspiller sin rolle.

Vi bør også være klar over at ovenstående andeler per driftsart også er et resultat av de definisjonene TØI har anvendt for å avgrense valgalternativene, slik som

maksimum gangavstander beskrevet i kapittel 5. Dette er grundigere belyst i Ruters bakgrunnsnotat om LoS-data (Angell 2015).

I prosessen med å skaffe disse LoS-dataene er det gjort forsøk med å ta ut flere spesifiseringer, som å skille mellom regionbuss og bybuss, eller skille ut busslinjer med typisk matefunksjon. Det er også vurdert andre metoder for å spisse driftsartenes egenart. Ved eventuelle oppdateringer av MPM23 bør man sette av tid til å vurdere om slike tilnærminger kan tilføre modellen noe.

Ovenstående beskriver Ruters bidrag med leveranse av LoS-data. Alle matriser er levert på tekstformat med standardoppsettet fra EMME-modellen. Derfra har TØI selv stått for bearbeiding som passer inn i selve modellestimeringen.

4.2.2 Tilordning av reiser i rush og ikke-rush

Tidspunkt for avreise er ikke inkludert som et spørsmål i MIS. Det har av den grunn vært behov for å gjøre en vurdering av hvorvidt og eventuelt hvordan man kan tilordne den enkelte reisen til rush- eller lavtrafikkperiode. Resultatet ble en tilnærming som er nokså forenklet, ved at reisene tilfeldig tilordnes rush eller ikke rush, basert på en aggregert døgnfordeling av antall reiser i rush/ikke-rush per reisehensikt. RVU-data for Oslo-Akershus er brukt som kilde. Denne syntaksen har blitt brukt i SPSS:

```
*fritidsreiser.  
compute rush_andel = 0.28.  
* arbeidsreiser..  
If form2 = 1 rush_andel = 0.71.  
* skolereiser.  
If form2 = 2 rush_andel = 0.6.  
* tjenesterreiser.  
If form2 = 3 rush_andel = 0.3.  
*Innkjøp ...  
If form2 = 4 rush_andel = 0.55.  
* hente/bringe/følge.  
If form2 = 5 rush_andel = 0.47.  
// besøksreiser.  
form2 = 7 rush_andel = 0.28.  
*simulate dummy for rush 1 or 0 based on rush andel.  
COMPUTE Sim_rush=RV.BERNOULLI(rush_andel).  
*compute assigned LoS data depending on simulated rush.  

```

Ved tildeling av reiser i rush/ikke-rush skiller vi ikke mellom morgenrush og ettermiddagsrush. Dette er en sterk forenkling. Som skrevet i avsnitt 2.1. så er modellen (versjon 1.0) ikke egnet til tidsdifferensierte analyser. Som beskrevet i avsnitt 10.4, håper vi at fremtidige versjoner av modellen kan ta hensyn til dette, men

det forutsetter at Ruter inkluderer spørsmål om avreisetidspunkt ved reisen i framtidige MIS-intervjuer.

4.3 Avgrensing av observasjoner

Siden 2006 har Ruter via Markedsinformasjonsundersøkelsen utført omkring 6000 årlige intervjuer av reisende i Oslo og Akershus, som i gjennomsnitt reiser i overkant av tre reiser per dag. Dette innebærer at datasettet Ruter MIS inneholder informasjon om omkring 250 000 reiser. I modelleringen av MPM23 har vi kun benyttet oss av en brøkdel av dette datasettet. Årsaken er at vi har valgt å inkludere informasjon basert på start- og endested for reisen. Denne informasjonen finnes kun i MIS fra juli 2014. Videre har vi valgt å gjøre følgende avgrensinger:

- Kun reiser som starter og slutter i Oslo/Akershus er inkludert i utvalget (for eksempel utelates reiser til/fra Drammen); se kart og tabell 6 i avsnitt 6.2.2.
- Kun observasjoner med gyldig stedsfesting på grunnkrets nivå. Det finnes noen reiser også etter August 2014 hvor man mangler sikker informasjon om stedsfesting. Disse observasjonene er utelatt.
- For å unngå sesongvariasjoner har vi tatt utgangspunkt i et utvalg fra september 2014 – august 2015.
- Som beskrevet i 4.1.2. er reiser med transportmidlene motorsykkel/moped/båt/ferge/flytoget/annet utelatt
- Reiser der faktisk transportmiddelvalg er definert som «ikke tilgjengelig» for den reisende ifølge vår modellspesifisering er også utelatt (dette er nærmere beskrevet i kapittel 5)

På bakgrunn av nevnte avgrensninger består utvalget for estimerings- og predikeringsmodellen av 14973 reiser.

5 Definisjon av reisespesifikke valgsett

Som nevnt i kapittel 4 så har vi definert følgende valgalternativer i modellen:

1. **Bilfører** (ikke som del av en reisekjede der man kjører fra/til stasjon)
2. **Bilpassasjer** (ikke som del av reisekjede der man kjører fra/til stasjon)
3. **Gang** (ikke som del av reisekjede fra/til stasjon/bil)
4. **Sykkel** (ikke som del av reisekjede fra/til stasjon/bil)
5. **Tog** (uten bytte til andre kollektive transportmidler; men inkludert reiser med bytte fra/til bil/sykkel til/fra tog))
6. **Buss** (uten bytte til andre kollektive transportmidler, men inkludert reiser med bytter fra/til bil/sykkel til/fra buss)
7. **Trikk/T-bane** (uten bytte til andre kollektive transportmidler, men med reiser da man bytter fra/til bil/sykkel til/fra trikk/t-bane)
8. **Kombinasjon med tog** (kollektivreiser med bytte, minst et (av flere) transportmiddel er tog)
9. **Kombinasjon med buss og trikk/t-bane** (kollektivreiser med bytte mellom buss og trikk/t-bane, men ikke med tog)

Valgalternativene representerer et endelig, gjensidig utelukkende og uttømmende valgsett, som er et teknisk krav for logitmodellering. Valgsettet innebærer at vi utelater alternativer som motorsykkel, båt, flytog, taxi og lignende.

En utfordring med disaggregert modellering er at ikke alle 9 alternativer kan antas å være tilgjengelig for alle observasjoner (enkeltreiser) i MIS. For eksempel trenger man sertifikat for å kunne velge «bilfører», og valgmuligheten «gange» antas utilgjengelig for reiserelasjoner med lang avstand. En viktig del av modelleringen er å avgjøre tilgjengelighet for alle alternativer for hver observasjon⁴.

Følgende kriterier brukes for å bestemme tilgjengelighet for valgalternativer per reise i modellen:

- Bilfører: Reisende må disponere bil, og må ha sertifikat
- Bilpassasjer: alltid tilgjengelig
- Gange: reiseavstand må være mindre enn 10 km
- Sykkel: reiseavstand må være mindre enn 40 km
- Kollektiv:
 - Reiser hvor det hentes ut LoS-data (se beskrivelsen i nevnt i avsnitt 4.2.1. og i notatet Angell (2015))

⁴ Om slike alternativer ble inkludert i estimeringsmodellen ville de trolig gi forventningsskjev estimat (bias), og predikeringsmodellen vil (feilaktig) beregne valgsannsynligheter større null. Alternativer som er definert som «ikke tilgjengelig» for en reise får alltid predikert en valgsannsynlighet lik 0.00%.

- Reiser som ikke starter og slutter i samme grunnkrets (for reiser som startet og sluttet i samme grunnkrets foreligger det ikke LoS-data for kollektivt⁵)
- Tilbringerdistanse til den aktuelle holdeplassen må være under
 - 2,5km (reiser innenfor Oslo)
 - 7.5km (ellers)

De mest usikre kriteriene er utvilsomt knyttet til kollektivtransport. Problemet er at den relative ulempen med lengre tilbringeravstand avhenger av om man kan kjøre til stasjonen med bil eller ikke. Vi har derfor valgt å skille mellom reiser innenfor Oslo, og andre reiser. Den beste tilnærmingen ville vært å gruppere reiser hvor bil brukes som tilbringertransport til kollektive reisemidler (her: togstasjon) som et eget alternativ. Per 2015 er det ikke tilstrekkelig med observasjoner i MIS (med stedsfesting) til å inkludere tog med tilbringertransport som et eget transportmiddelalternativ.

Tabell 5 oppsummerer hvor ofte hvert av de ni definerte transportmiddelalternativene er tilgjengelig i modellen (som følge av ovennevnte kriterier).

Tabell 5: Antall og andel tilgjengelighet for valgalternativene i modellen

	Antall Tilgjengelighet	Andel tilgjengelig
Bil som fører	11953	80.0 %
Bil som passasjer	14947	100.0 %
Gang	11176	74.8 %
Sykkel	14506	97.0 %
Tog	3163	21.2 %
Buss	9257	61.9 %
Trikk/t-bane	4252	28.4 %
Kombinasjon med tog	2217	14.8 %
Kombinasjon med buss og trikk/t-bane	1909	12.8 %

⁵ Det er få soner som er så store at de vil generere interne kollektivturer (77%<1km, 90%<2km).

6 Modellens forklaringsvariabler

6.1 Variabler som kan endres av bruker

6.1.1 Monetære kostnader

Vi antar at **bilister** kun tar hensyn til bompenger og drivstoffkostnader når de vurderer de marginale kostnadene ved å kjøre bil på reisen. Vi kjenner ikke til hvilken type bil reisende i MIS har tilgang til, og beregner derfor bilkostnader ved hjelp av et gjennomsnitt over biltyper. Vi har lagt til grunn gjennomsnittlig drivstofforbruk på 0,7 liter/mil, samt en drivstoffkostnad på 14 kroner per liter drivstoff. Dette gir en drivstoffkostnad per kilometer på omkring 1 krone⁶.

Monetære kostnader for **kollektivtransport** er taksten man betaler for å reise med kollektive transportmidler. For enkeltreiser uten periodekort brukes taksten i henhold til Ruters takstsystem. Informasjon hentes direkte fra RTM23+. For reisende med periodekort settes den marginale kostnaden lik null. Dette er under antakelse av at en reisende som har betalt for betalingskort ikke har noen utlegg for den neste reisen, og dermed en marginal kostnad lik null.

En optimal modelltilnærming er å modellere kjøp av periodekort endogent i modellen (basert på endringer i LoS). I foreliggende modellversjon av MPM23 er kjøp av periodekort eksogent. Det kan derfor hende at vi undervurderer etterspørselseffekten for kollektivtransport knyttet til en forbedring i LoS. Hvis for eksempel ventetiden til bussen reduseres ved en frekvensøkning vil det trolig øke antall reisende med periodekort, og føre til en etterspørselseffekt utover det vi modellerer i MPM23.

Vi har antatt ingen monetære kostnader ved å velge sykkel/gange.

6.1.2 Reise- og ventetider

Tiden det tar å gjennomføre en reise deles opp i gangtid til/fra stasjon, ventetid og ombordtid.

Gangtid beregnes ut fra gangavstand til/fra stasjon ved 5km/timen. I den grad det er mulig å bruke sykkel/bil som tilbringertransportmiddel er denne variabelen beheftet med en viss unøyaktighet (i tillegg til unøyaktigheten som ligger i LoS-data for de sonebaserte nettverksmodellene). Det er sannsynlig at vi overestimerer gangtid noe i modellen.

Ventetid beregnes i RTM23 som halvparten av tid mellom avganger. Om man vil simulere en dobling av avgangsfrekvens spesifiseres en reduksjon i ventetid på 50%. Det er den totale ventetiden per reise (inklusive bytter) som inngår i modellen.

Ombordtid er den totale tiden om bord på et eller flere transportmidler ved en reise.

⁶ <http://www.kalkuler.com/kalkulatorer/div/bensinpriskalkulator.php>

Valgalternativer «kombinasjon med tog» og «kombinasjon med buss og t-bane/trikk» behandles litt annerledes i predikeringsmodellen. Disse har sine egne LoS data, men modelloppsettet i Excel er slik at man ikke kan endre LoS-data for disse alternative direkte. Man endrer verdiene for tog, buss og trikk/t-bane og så endres verdier for kombinasjonene basert på andeler gitt av transportmiddelfordelingen internt i kombinasjonene. Andelen kan endres av bruker i Excel opplegget. Ser mer om dette i avsnitt 9.2. og 9.4.2.

6.1.3 Påstigninger per reise

Påstigninger per reise tilsvarer antall bytter + 1. En reise uten bytte av transportmidler har derfor en påstigning = 1.

I nettverksmodellen som LoS-data er hentet fra, forekommer det ofte desimaltall for antall påstigninger. Dette er fordi det er på mange reiserelasjoner med mer enn ett mulig rutevalg.⁷

6.1.4 Gratis parkering

Gratis parkering er en dummyvariabel for om respondenten har tilgang til gratis parkering eller ikke. Variabelen er basert på følgende spørsmål i MIS (S19): «Har du tilgang til gratis parkeringsplass ved arbeid?»

Svaralternativene er:

1.00 = "Ja, alltid (godt med gratis parkeringsplasser / fast plass)"
2.00 = "Ja, som regel (ganske mange gratis parkeringsplasser)"
3.00 = "Ja, av og til (få gratis parkeringsplasser)"
4.00 = "Nei"
5.00 = "IKKE LES Ubesvart / vet ikke"

Hvis respondenten svarer 1) eller 2) så settes dummy variabelen i modellen til verdi 1.

I modellen inngår variabelen for alle typer reiser, ikke bare arbeidsreiser, og representerer derfor den generelle parkeringssituasjonen i grunnkretsen man reiser til.

Andelen av reiser hvor man har gratis parkering i dagens MIS (etter den avgrensing vi har valgt) er 47.7%. Excel-opplegget tillater at bruker endrer denne andelen (til en verdi mellom 0-100%). Ved en økning (redusering) av andelen med gratis parkering (i forhold til 47.7%) velger modellen ut tilfeldige respondenter hvor dummyvariabelen settes fra 0 til 1 (fra 1 til 0 ved reduksjon i antall gratis parkeringsplasser). Hvor mange tilfeldige respondenter som får endret verdien på dummyvariabelen avhenger av hvilken andel som spesifiseres. Dersom bruker spesifiserer at 100 % har tilgang til gratis parkering, vil variabelen settes lik 1 for alle respondenter.

⁷ Datasettet beskriver følgende situasjoner.

Påstigning = 0: Kollektiv er ikke et aktuelt valg i modellen

Påstigning <0,1>: Ikke alle reiser kollektivt. Vanlig på korte relasjoner

Påstigning = 1: Ett opplagt valg for alle kollektivreisende. Bare én linje på relasjonen

Påstigning <1,2>: Noen bytter, noen reiser direkte. Vanlig der valgene står mellom en «melkerute» uten bytte og mating til raskt tog.

Påstigning = 2: Alle bytter én gang. Forekommer på noen relasjoner der alle er «tvunget» til å benytte matebuss til toget.

Osv.

6.1.5 Tilfreds med kollektivtransport

Tilfreds med kollektivtransport er også en dummyvariabel, basert på om respondenten er tilfreds eller misfornøyd med kollektivtransporttilbudet. Variabelen er basert på følgende spørsmål i MIS (S11): «Vi skal nå stille deg noen spørsmål om din holdning til kollektivtilbudet i det området hvor du bor og ferdes. Alt i alt hvor fornøyd eller misfornøyd er du med kollektivtilbudet?».

Svaralternativene er:

- 1.00 = "Meget misfornøyd"
- 2.00 = "Ganske misfornøyd"
- 3.00 = "Verken eller"
- 4.00 = "Ganske fornøyd"
- 5.00 = "Meget fornøyd"
- 6.00 = "Ubesvart/Vet ikke"

Hvis respondenten svarer 4) eller 5) så settes dummy variabelen til verdi 1. Andelen i dagens MIS (etter valgt avgrensing, se avsnitt 4.3) er 69.43%. Endringer i andeler spesifiseres av bruker, og effekten beregnes tilsvarende som for gratis parkering (forrige avsnitt).

Dummyvariabelen for om reisende er tilfreds med kollektivtransporten eller ei inngår i estimeringsmodellen «ved siden av» LoS-data. Dette innebærer at koeffisienten til tilfreds kun fanger opp effekter av tilfredshet som er uavhengig av LoS-data. Dette innebærer at den estimerte koeffisienten for tilfredshet mest sannsynlig kun fanger opp effekter av «myke faktorene», som for eksempel informasjonssystemet, renhold på stasjoner osv.

I virkeligheten vil man forvente at andelen tilfredse reisende vil øke når LoS for kollektivtransport forbedres (herunder antall avganger, gangtid til holdeplass, ombordtid osv). Dette fanges altså ikke opp i modellen. Se mer om tolkningen av tilfreds i MPM23 i avsnitt 9.4.4.

6.2 Segmenteringsvariabler

Segmenteringsvariabler inkluderes i modellen for å tilpasse (kalibrere) markedsandeler for forskjellige delmarkeder. Disse variablene kan ikke endres av den jevne bruker av MPM23. Disse variablene er inkludert i modellen for å kalibrere markedsandeler for hele markedet (alle reisemål i Oslo/Akershus) og delmarkeder. Delmarkeder er kategorisert via reiseavstand (se 6.2.1), storsonerelasjoner (6.2.2.) og reisemål (6.2.3.). I tillegg inkluderer modellen variabler som forbedrer presisjonsnivået (se avsnitt 6.2.4.)

6.2.1 Reiseavstand

Reiseavstand som kontinuerlig variabel inngår i nyttefunksjonen til gang og sykkel.

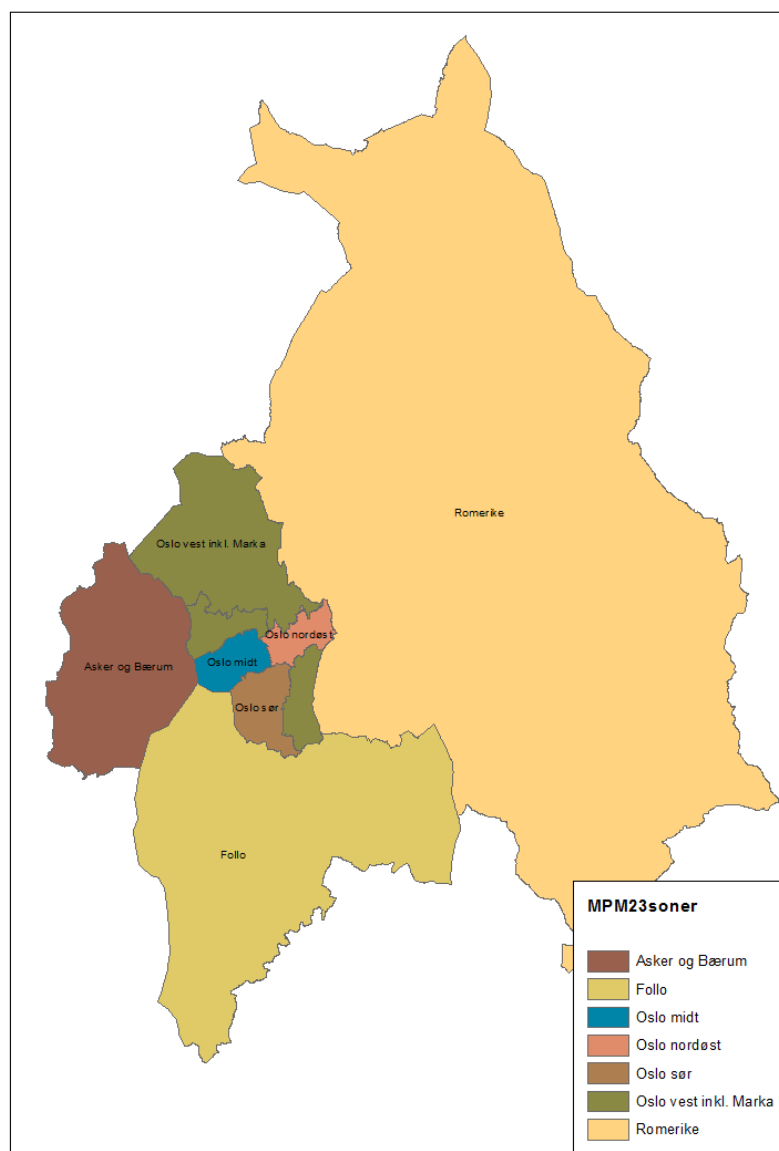
I løpet av estimeringsprosessen fant vi ut at det var fordelaktig å bruke dummy-variabler for distanse i nyttefunksjonen til tog og «kombinasjon med tog». I estimeringen har vi inkludert dummyvariabler for 0-5km, 5-10km, 10-20km og 20-30 km (koeffisienten til dummy variabelen «over 30km» er normalisert til null) for transportmiddelalternativene «tog» og «kombinasjon med tog». Siden valgsannsynlighetene til gang er ganske ulike for 0-2 km og 2-5km har vi i MPM23

(predikeringsmodell) valgt å lage diagrammer og tabeller for en justert inndeling i grupper av reisedistanser (0-2, 2-5, 5-10, 10-25 og over 25km).

6.2.2 Storsonerelasjoner

Vi har valgt å segmentere reiser etter sju storsoner. Figur 3 illustrerer den geografiske posisjonen til storsonene i Oslo og Akershus, mens Tabell 6 presenterer hvordan bydeler/kommuner inngår i disse storsoner.

Figur 3: Illustrasjon av storsoner i MPM23



Tabell 6: Storsoner og fordeling over bydeler/ kommuner; antall observasjoner i MPM23

Antall reiser som starter i sone i MIS etter avgrensingen	Sentrum/ indre Oslo	Oslo Vest	Oslo Nordøst	Oslo Sør	Asker/ Bærum Bærum	Romerike	Follo	
Gamle Oslo	575	0	0	0	0	0	0	575
Grünerløkka	591	0	0	0	0	0	0	591
Sagene	446	0	0	0	0	0	0	446
St. Hanshaugen	746	0	0	0	0	0	0	746
Frogner	682	0	0	0	0	0	0	682
Ullern	0	493	0	0	0	0	0	493
Vestre Aker	0	470	0	0	0	0	0	470
Nordre Aker	0	803	0	0	0	0	0	803
Bjerke	0	0	331	0	0	0	0	331
Grorud	0	0	277	0	0	0	0	277
Stovner	0	0	270	0	0	0	0	270
Alna	0	0	487	0	0	0	0	487
Østensjø	0	0	0	404	0	0	0	404
Nordstrand	0	0	0	486	0	0	0	486
Søndre Nordstrand	0	0	0	312	0	0	0	312
Sentrum	709	0	0	0	0	0	0	709
Marka	0	29	0	0	0	0	0	29
Asker	0	0	0	0	679	0	0	679
Bærum	0	0	0	0	1531	0	0	1531
Nesodden	0	0	0	0	0	0	162	162
Oppegård	0	0	0	0	0	0	345	345
Enebakk	0	0	0	0	0	0	72	72
Ski	0	0	0	0	0	0	379	379
Frogn	0	0	0	0	0	0	212	212
Ås	0	0	0	0	0	0	268	268
Vestby	0	0	0	0	0	0	177	177
Aurskog	0	0	0	0	0	112	0	112
Rælingen	0	0	0	0	0	128	0	128
Lørenskog	0	0	0	0	0	429	0	429
Fet	0	0	0	0	0	107	0	107
Skedsmo	0	0	0	0	0	671	0	671
Sørum	0	0	0	0	0	173	0	173
Nittedal	0	0	0	0	0	244	0	244
Nes	0	0	0	0	0	183	0	183
Gjerdrum	0	0	0	0	0	52	0	52
Ullensaker	0	0	0	0	0	498	0	498
Nannestad	0	0	0	0	0	114	0	114
Eidsvoll	0	0	0	0	0	276	0	276
Hurdal	0	0	0	0	0	24	0	24
TOTAL	3749	1795	1365	1202	2210	3011	1615	14947

6.2.3 Reiseformål

MPM23 segmenter også markedsandeler etter reisehensikt. Kategoriene som anvendes er vist i tabell 6.

Tabell 6: Reiseformålene i MPM23

	Frequency	Percent
Valid fra/til arbeid	4114	27.5
fra/til skole	353	2.4
Tjenesterreiser i arbeid	313	2.1
fra/til handling dagligvarer	3917	26.2
fra/til hente barn	1632	10.9
annet fritidsreiser	4618	30.9
Total	14947	100.0

6.2.4 Andre variabler

Det er en del underliggende variabler i modellen som ikke er «synlig» for den jevne bruker av MPM23. Dette er for eksempel alternativspesifikke konstantledd (ASC). Disse inkluderes (som vanlig i økonometriske analyser) for å tilpasse nivået av markedsandeler for hele området. Dummyvariabler for soneinterne reiser, reiser mellom april og september, og dummyvariable for kvinner inkluderes i modellen for å øke presisjonsnivå (redusere aggregeringsskjevhet). Disse variablene er kort omtalt i avsnitt 7.3.

7 Estimerte koeffisienter

De estimerte koeffisientene representerer den marginale effekten en forklaringsvariabel har på nyttefunksjonen til transportmidlene, og dermed effekten på valg sannsynligheter. Det er verdt å huske at koeffisienter er beheftet med statistisk usikkerhet ved estimering, men at vi bruker faste verdier (punktestimater) når vi predikerer.

I dette kapitlet dokumenterer vi estimeringen av modellens koeffisienter. Vi beskriver kort arbeidsmetoden og utfordringene i avsnitt 7.1. og 7.2. før vi dokumenterer estimatene i avsnitt 7.3. Vi viser til Figur 2 i avsnitt 3.4. for en generell oversikt over hvilke data som inngår i estimeringsmodellen.

7.1 Kort om arbeidsmetoden

I tilknytning til utviklingen av transportmiddelvalgmodellen MPM23 versjon 1.0, har vi gjort til sammen 103 modellkjøringer for å finne den modellspesifiseringen som gir de beste koeffisientestimaterne. Modellkjøringene inkluderer testing, som i hovedsak går ut på å inkludere variabler som man tror påvirker transportmiddelvalget. Resultatet fra modellkjøringene evalueres og legger grunnlaget for flere modellkjøringer. For å lære om hvordan enkle variabler påvirker resultatene har vi som regel gjort én endring i ny modell i.f.t. forrige modell. Endringen kan være å utelate variabler som viser seg å ikke være relevante, kombinere forklaringsvariabler, teste generiske versus alternativspesifikke koeffisienter, eller å prøve ut nye variabler osv.

Vi bruker «adjusted rho-square» (Ben-Akiva and Lerman 1985) som kvalitetsmål (en økning i $\text{adj } R^2$ betyr at modellens forklaringskraft øker i forhold til antall parametere man inkluderer i modellen). Enda viktigere enn økt forklaringskraft er dog at koeffisientene har forventet fortegn og størrelsesforhold. Vi har derfor beholdt ikke-signifikante variabler som har forventet fortegn og rimelig størrelse dersom vi synes de er viktig for å belyse transportmiddelvalg eller kalibrere markedsandeler.

Estimeringen er utført ved hjelp av estimeringsverktøyet *Biogeme*, Version 1.8 (Bierlaire 2003, Bierlaire 2008). *Biogeme* baserer estimeringer på «maximum likelihood» metoden, dvs. at verktøyet finner det settet av parametere som maksimerer sannsynligheten for at individene i datasettet velger de valgene som faktisk observeres i datasettet. Det er lett å endre modellspesifiseringer i *Biogeme*, og beregningstiden for nested logit modellen er lav sammenliknet med andre estimeringsverktøy.⁸

⁸ Det tok *Biogeme* under 6 minutter (91 iterasjoner) å finne de 120 parameterverdiene som inngår i den «endelige» nested logit modellen for MPM23 versjon 1.0.

7.2 utfordringer ved estimering

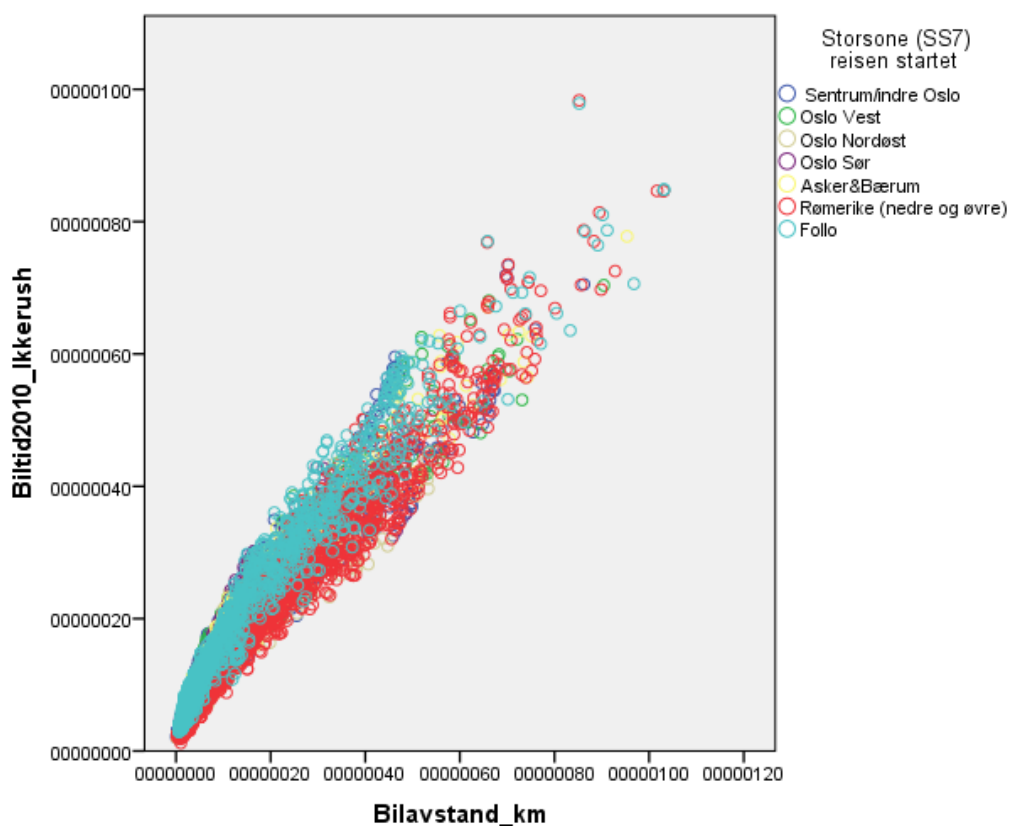
Reisevanedata i Ruter-MIS er av typen «revealed preference» (RP), siden man observerer/spør etter faktiske valg som har blitt gjort (her: på gårtdagens reise). Sammenligning med «stated preference» (SP) data, der respondenten oppgir hva de ville valgt i hypotetiske scenarioer, har RP-valg generelt høyere troverdighet og validitet.

Fra et estimeringsteknisk perspektiv er RP-data typisk vanskeligere å jobbe med enn SP-data. Hovedgrunnen ligger i at man som regel ikke observerer data for alternativer som ikke har blitt valgt. I MIS spør man for eksempel ikke om karakteristika for transportmidler som ikke ble valgt av den reisende. Man spør for eksempel ikke en bilist hvor lenge det ville ha tatt ham/hun å ta toget til jobb. Dette innebærer at man ved estimering på RP-data må gjøre antakelser om hvilke transportmidler som var tilgjengelige når transportmiddelvalget ble gjort, selv om de ikke ble valgt.

Informasjon om karakteristika (LoS-data) for alle transportmidlene i valgsettet hentes inn fra eksterne datakilder. I vårt tilfelle gjøres det fra nettverksmodellen RTM23+. Informasjon om reisetider og reisekostnader er basert på nettverksdata på grunnkrets nivå. Mye av den individuelle variasjonen forsvinner, noe som fører til en viss aggregeringsfeil.

Et annet problem med LoS-data på grunnkrets nivå er at korrelasjonen i LoS-data typisk er høy siden det ofte er distanse (reiseavstand) som styrer både reisetid og reisekostnad. Denne sammenhengen er illustrert i Figur 4. Her er reisetid i bil på y-aksen og reiseavstand (med bil) på x-aksen.

Figur 4: Illustrasjon av korrelasjon i LoS-data (reisetid og reiseavstand for bil)



Siden drivstoffkostnader er sterkt korrelert med reiseavstand (som nevnt i avsnitt 6.1.1. beregner vi drivstoffkostnader lik 1kr per km) er reisetid i bil og reisekostnader også sterkt korrelert. Fra et estimeringsteknisk perspektiv innebærer dette at det er vanskelig å identifisere den marginale effekten av begge variablene samtidig.

Hvilke kostnader man skal ta med i modellen må man også ta stilling til. Det er ikke opplagt hvilke kostnader bilister vurderer når de kjører bil. Vi antar i modellen at bilister kun inkluderer drivstoff og bompenger i vurderingen, og ignorerer kostnader knyttet til forsikring, årsavgifter, slitasje, verditap/avskrivning. Som nevnt i avsnitt 6.1. er denne vurdering basert på at MPM23 er en modell for kortsiktige transportmiddelvalg. Lignende vurdering av kort tidshorisont gjøres for håndtering av periodekort for kollektivtransport.

For estimering av koeffisienter kan det være en utfordring at det finnes en naturlig sammenheng mellom reisedistanse og markedsandeler. For eksempel er tog mellom destinasjoner i Oslo/Akershus mer attraktivt for lange reiserelasjoner enn for korte. Det kan føre til at man – isolert sett – predikerer en positivt effekt av økt reisetid på valgsannsynligheten til tog. I vårt tilfelle førte slike naturlige sammenhenger til at noen av de tidlige estimeringsmodellene estimerte en positiv koeffisient for reisetid med tog. I den grad det er en «global» sammenheng mellom reisetid med tog og markedsandeler for tog, vil en positiv koeffisient være logisk, men den gir ikke mening i et predikeringsopplegg der man vil teste marginale endringer sammenlignet med referansescenario. Her kreves en negativ koeffisient (i tråd med mikroøkonomisk teori) for å få ønsket effekt på markedsandeler (det vil si at togandelen går opp når reisetiden til tog reduseres). I MPM23 Versjon 1.0 er dette løst ved å inkludere dummy variabler for distanse i nyttefunksjon til tog. Dummyvariabler kontrollerer for en sammenheng mellom distanse og attraktivitet for tog. Med en slik tilnærming finner vi en negativ koeffisient for tog, som gir forventet etterspørselseffekt. Samtidig er størrelsen på koeffisienten lavere enn forventet, noe som blant annet fører til en nokså lav tidsverdi (se avsnitt 8.1.) og elastisitet (avsnitt 8.3).

7.3 Dokumentasjon av endelig estimeringsmodell

Tabell 7 dokumenterer estimeringsresultatene for koeffisientene som inngår i MPM23 Versjon 1.0. Forklaringskraften til modellen (målt ved en adjusted rho square lik 0.467) vurderes som relativt høy for slike typer modeller og data som ligger til grunn for estimeringen. Vi unngår direkte sammenligning med andre modeller ettersom ulike valgsett og kontekst reduserer sammenlikningsgrunnlaget.

Alle estimerte parametere i den endelige modell får forventet fortegn, og mange koeffisienter er signifikant forskjellig fra null (ved 95% sikkerhetsnivå, markert med minst to ** i tabellen).

Tabell 7: Estimeringsresultat for nested logitmodell brukt i MPM23

Antall observasjoner brukt i modellen		14943	Null-LL		-23356.264					
Antall parameter		120	Final-LL		-12204.193					
Adj. Rho square		0.467	signifikantnivå for verdi forskjellig fra 0*** > 99; ** > 95; * > 80							
Modell indeks: V343		Valgalternativene for hvilken parameterne inngår i nyttefunksjonen								
	Estimert koeffisient	Bilfører	Bilpass asjer	Gang	Sykkel	Tog	Kombinasjon med tog	Buss	Trikk/T-bane	Kombinasjon Buss med Trikk/T-Bane
LoS	Gangavstand			-0.757***	-0.206***					
	Kostnader (drivko + bom/takster)		-0.0323***							-0.0472***
	biltdomboard tid		-0.0184***				-0.0252***	-0.02***	-0.0241***	-0.0276***
	gangtid til/fra stasjon						-0.0398***	-0.046***	-0.059***	-0.0454***
	totale ventetid						-0.0453***	-0.0253***	-0.026***	-0.0165*
antall påstigninger						-0.162**	-0.448***	-0.372***	-0.452***	
Tilfreds	Tilfreds med kollektivt (S11)					0.181*	0.31***	0.343***	0.294***	0.287***
Gratis Parkering	dummy "ja"	0.538***								
Årstid	April-September			0.0546	0.848***					
Kjønn	dummy "Kvinne"		0.744***							
ASC	konstantledd	0 (norm)	-2.63***	2.86***	-0.562***	2.01***	1.43***	2.18***	2.66***	2.22***
Reisehensikt	Reiser fra/til Arbeid	-0.390***	-0.927***	-0.579***	0.415***					0 (norm)
	Skolereiser	-1.04***	-1.18***	-1.280***	-0.177					0 (norm)
	tjenestereiser	-0.19	-0.076	-1.500***	-0.766					0 (norm)
	handle dagligvarer	0.733***	0.0183	-0.273**	-0.0382					0 (norm)
	hent/levere	1.500***	-0.308	0.217	0.498**					0 (norm)
Storsonerelasjoner	Oslo midt<->Oslo midt	0 (norm)				0 (norm)				
	Oslo midt<->Oslo vest	0.843***				0.819**				
	Oslo midt<->Oslo nordøst	0.93***				0.926**				
	Oslo midt<->Oslo sør	0.67***				0.947***				
	Oslo midt<->Bærum/Asker	0.897***				0.663*				
	Oslo midt<->Rømerike	0.154				0.537				
	Oslo midt<->Follo	-0.192				0.61*				
	Oslo vest<->Oslo vest	1.320***				-2.12***				
	Oslo vest<->Oslo nordøst	1.300***				1.11**				
	Oslo vest<->Oslo sør	1.26***				1.17**				
	Oslo vest<->Bærum/Asker	1.48**				0.849**				
	Oslo vest<->Rømerike	1.04***				0.832*				
	Oslo vest<->Follo	0.82*				0.3				
	Oslo nordøst<->Oslo nordøst	1.48***				-6.18***				
	Oslo nordøst<->Oslo sør	2.05***				1.05**				
	Oslo nordøst<->Bærum/Asker	1.62***				0.665				
	Oslo nordøst<->Rømerike	2.21***				0.254				
	Oslo nordøst<->Follo	2.800***				1.07*				
	Oslo sør<->Oslo sør	1.69***				-5.83***				
	Oslo sør<->Bærum/Asker	1.84***				0.387				
	Oslo sør<->Rømerike	2.85***				1.21**				
	Oslo sør<->Follo	2.51***				1.17**				
	Bærum/Asker<->Bærum/Asker	2.1***				0.515				
	Bærum/Asker<->Rømerike	2.21***				1.15**				
Bærum/Asker<->Follo	0.71				0.347					
Rømerike<->Rømerike	2.02***				0.63*					
Rømerike<->Follo	1.92**				0.307					
Follo<->Follo	2.03***				0.96**					
Dummy for distanse	under 5 km									-0.956***
	5-10km									-0.711***
	10-20km									-0.418**
	20km-30km									-0.0832
	over 30km									0 (norm)
Soneinterne reiser	på grunnrets nivå			1.06***	0.584***					
Nest parameter	Bil	1.04								
	Gang			1 (norm)						
	Sykkel				1 (norm)					
	Kollektivt									2.66 [signifikant større enn 1]

Koeffisienter for alle LoS-variablene er som forventet negativt. Distans (gangavstand) har som forventet en større effekt på nyttefunksjonen for gang enn for sykkel. Koeffisienter for bilkostnader og reisetid i bil er begge signifikant negative (til tross for korrelasjon i LoS-data). Størrelsesforhold (=implisitt tidsverdi) er diskutert i avsnitt 8.1.

I estimeringen har vi gjort en antakelse om at effekten (og dermed koeffisienten) for enkeltbilletter på etterspørsel er lik for alle kollektive driftsformer. Koeffisienter for reisetider og påstigninger er ulike med unntak av for alternativene «tog» og «kombinasjon med tog», hvor vi har valgt å bruke felles koeffisienter. Vi finner ingen skinnefaktor, og ombordstidskoeffisient for buss er mindre negativ enn for tog og trikk/t-bane.

Koeffisientene til gangtid er høyere (mer negativt) enn koeffisienten til ombordtid. Dette virker logisk og i samsvar med andre empiriske funn. Forskjellene vi finner her kan være noe store (se også avsnitt 8.1).

Antall påstigninger (som tilsvarer antall bytter pluss 1) har en signifikant negativ effekt for alle driftsformer; den laveste effekt er estimert for togreiser.

Effekten av tilfredshet med kollektivreisen (se avsnitt 6.1.5.) er positiv for alle kollektive driftsformer. Valgsannsynligheten for kollektivtransport for respondenter som er tilfreds med tilbudet der de bor og ferdes er altså høyere enn for respondenter som ikke er det. Effekten er lavest for togreiser og høyest for bussreiser. For å oppnå korrekt tolkning av parameteren er det viktig å huske på at koeffisienten for tilfredshet ikke inkluderer effekten av tilfredshet med faktorer som fanges opp i LoS-data.

Koeffisienten til variabelen for gratis parkering er positiv, slik at gratis parkering gir økt sannsynlighet å være bilfører. Merk at koeffisienten ikke inngår i nyttefunksjonen til bilpassasjer. Flere gratis parkeringsplasser vil, alt annet likt, føre til en reduksjon i andel bilpassasjer.

Modellen inkluderer en dummyvariabel for årstid (1 hvis reisen tok sted i perioden fra april til september) i nyttefunksjonen for sykkel og gange. Effekten på gange er ikke signifikant (men har forventet fortegn). Effekten for sykkel er derimot signifikant.

En dummy for kjønn (lik 1 hvis kvinne) er inkludert i nyttefunksjonen til bilpassasjer. Vi ser at kvinner har høyere sannsynlighet for å være bilpassasjer.

Koeffisientene til reisehensiktene følger intuisjonen. «Bilfører» er mest attraktivt for innkjøp av dagligvarer og for å hente og levere barn/følge. Kollektiv er derimot relativt attraktivt for arbeids- og skolareiser. Litt overraskende er det kanskje at arbeidsreiser har høyere positiv effekt på sannsynligheten for å velge sykkel (sammenlignet med kollektivtransport).

For tolkning av koeffisientene for storsoner er det viktig å huske at fortegnet er avhengig av normalisering. I estimeringen har vi satt reiser innenfor storsonene «Oslo Midt» til normalisert nivå. Som forventet er sannsynligheten for å velge bil høyere for de fleste andre storsonerelasjoner. Eneste unntak er relasjonen Oslo Midt til/fra Follo som er estimert med negativt fortegn (resultat er ikke signifikant). Koeffisientene for storsoner i nyttefunksjonen til tog/kombinert tog følger stort sett intuisjonen. Det er dog flere relasjoner hvor effekten (sammenlignet med interne reiser i Oslo Midt) er ikke signifikant.

Som nevnt i avsnitt 7.2. har vi inkludert flere distanseavhengige dummyvariabler for nyttefunksjonene til tog og «kombinasjoner med tog». Dette bidrar til å isolere den marginale effekten fra den «globale» effekten av at tog oftere velges for lange reiser. Fortegn og størrelsesfold for disse koeffisientene er som forventet.

Til slutt har vi tatt med koeffisienter for reiser som starter og ender i samme grunnkrets (soneinterne reiser). Ikke uventet er gang og sykkel mer attraktiv for denne type reiser. Husk at kollektiv ikke er tilgjengelig for soneinterne reiser.

Nest-parameterne (se avsnitt 3.2) er estimert for gruppe (nest) bil og kollektivtransport. Estimert verdi for nest «bil» er 1.04, og er ikke signifikant større enn 1. Det er derfor indikert (kun) en svak positiv korrelasjon mellom alternativene bilfører og bilpassasjer. Parameteren for kollektivtransport er estimert til 2.66.⁹ Dette indikerer en signifikant og sterk korrelasjon mellom de kollektive driftsformene.

⁹ En nest-parameter av 2.66 tilsvarer en logsum-parameter av 0.38 (1/2.66).

8 Modellvalidering

Hvor godt predikeringsmodellen fungerer i praksis vil tiden vise. Innenfor prosjektrammene har vi ikke hatt kapasitet til en omfattende validering av modellen, slik at dette må gjøres når modellen tas i bruk. Vi har likevel fått gjort enkle tester, beregninger og sammenligninger for å få et inntrykk av hvor godt modellen «treffer» realiteten (eller vår forventning til realiteten), samt resultater fra empiriske studier/andre modeller. Resultatet av dette arbeidet dokumenteres i foreliggende kapittel.

8.1 Tidsverdier

Tidsverdi (verdi av spart reisetid) angir hvor mye den reisende er villig til å betale for å redusere reisetiden med de forskjellige transportmidlene. Tidsverdier beregnes ved å dele tidskoeffisienten med koeffisienten til reisekostnad (som ganges med 60 for å få kroner per time). Begge koeffisientene er fra modellestimeringen. Det er altså den «implisitte» tidsverdien som presenteres. Det vil si at det ikke er tidsverdien som respondenten (eksplisitt) artikulerer, men den vi som forsker kommer fram til ved å analysere valgfaterferd til gitt LoS-data.

Tabell 8 oppsummerer implisitte tidsverdier i nested logit modellen som er beregnet til MPM23.

Tabell 8. Implisitte tidsverdier i MPM23

Tidsverdi i kr/time (95% konfidensintervall)	Bil	Tog/ Kombinasjon med tog	Buss	Trikk/ T-bane	Kombinasjon Buss med Trikk/t-bane
Ombordtid	34,2 (10,4-57,8)	32,0 (20,2-43,8)	25,4 (19,1-31,7)	30,6 (21,7-39,5)	35,1 (24,6-45,5)
Gangtid		50,6 (40,6-60,5)	58,5 (47,5-69,4)	75,0 (58,8-91,2)	57,7 (39,9-75,5)
Ventetid		57,6 (41,6-73,5)	32,2 (18,8-45,5)	33,1 (5,5-60,6)	21,0 (-4,2-46,2)

Noe overraskende er det at estimeringen med nested logitmodell gir at tidsverdien for reisetid er lavest for buss. Sett fra et «skinnfaktorperspektiv» vil man forvente det motsatte, nemlig at man er mer ukomfortabel om bord i buss enn i skinnegående transportmidler, som tog, t-bane og trikk, og dermed har høyere tidsverdi for buss enn for skinnegående transportmidler. Som nevnt tidligere kan en forklaring være at bussreiser ofte er kortere enn togreiser (tidsverdien antas å være lavere for korte reiser enn lange, siden man i mindre grad får «utnyttet» små tidsgevinster på ruten).

Tidsverdi for gangtid (tilbringertid) er høyere enn for ombordtid. Dette er rimelig, men den estimerte forskjellen kan virke litt høy. En mulig forklaring kan ligge i at tilbringertiden (gangtid) overvurderes i de tilfeller tilbringerreisen faktisk utføres med bil (eller sykkel). Som nevnt i avsnitt 6.1.2, beregnes gangtid som gangavstand til/fra stasjonen ved en hastighet på 5 km/t. Ved bruk av bil eller sykkel vil

gjennomsnittsfarten være høyere enn 5 km/t, og faktisk gangtid være lavere enn den som ligger inne i modellen.

Tidsverdien for ventetid er høyest for tog og lavest for transportmiddelalternativer med trikk/t-bane eller kombinasjoner av disse. Dette virker logisk når man tar i betraktning at en marginal forbedring av et allerede høyfrekvent tilbud (som t-bane, trikk) har relativt mindre effekt enn for et i utgangspunktet lavfrekvent tilbud som tog.

Generelt er tidsverdiene vi finner fra estimeringen bak MPM23 en god del lavere enn det som beregnes i den norske tidsverdiundersøkelsen (Samstad et al, 2010). Dette kan forklares av:

- De to studiene er utført i forskjellig kontekst (rutevalg versus transportmiddelvalg, RP-data versus SP-data)
- Ulik håndtering av periodekort for kollektivreiser og kilometerkostnader ved bilbruk. I estimeringen som ligger til grunn for MPM23 antar vi at personer med periodekort reiser gratis (marginalkostnaden for kollektivreiser er null), og at bilister ikke vurderer andre kostnader enn drivstoffkostnader og bompenger. Nevnte antakelser om kostnadskomponentene kan føre til at vi undervurderer effekten av kostnadene, som også kan påvirke tidsverdiene
- Tidsverdistudien er bare for reiser over 10 minutter, mens det i MIS ligger mange korte reiser. For korte reiser antar man generelt en lavere tidsverdi enn ved lange, alt annet likt.
- Korrelasjon mellom tid og kostnad kan ha hatt en uønsket effekt på tidsverdier

8.2 Hvor godt treffer modellen delmarkedsandeler i MIS?

I tillegg til en analyse av tidsverdier har vi også testet hvor godt modellen reproducerer markedsandeler i MIS. I dette tilfellet tester vi hvor godt MPM23 kalibrerer resultatene for referansescenario på forskjellige delmarkeder. I videre arbeid vil det være aktuelt å sjekke resultater fra foreliggende analyse opp mot andre datakilder (for eksempel data fra nyeste RVU).

Tabell 9 presenterer og sammenligner markedsandeler som estimert i MPM23 for referansescenario med de faktiske markedsandeler som er observert i MIS (etter avgrensning av observasjoner som beskrevet i kapittel 4.3). Det forventes høy grad av samsvar siden modellen inkluderer mange koeffisienter som kalibrerer markedsandeler på et nivå som passer til delmarkedene. Tabell 9 viser at det er (veldig) godt samsvar for de aller fleste relasjoner.

Tabell 9. Predikerte markedsandeler for referansescenario versus faktiske markedsandeler i MIS

MPM23 vs MIS	Bilfører		Bilpassasjer		Gang		Sykkel		Kollektivt		Tog		Buss		Trikk/T-bane		Komb. med tog		Komb. buss og Tr./T-b.	
	MPM23	MIS	MPM23	MIS	MPM23	MIS	MPM23	MIS	MPM23	MIS	MPM23	MIS	MPM23	MIS	MPM23	MIS	MPM23	MIS	MPM23	MIS
Alle reiser	47.8 %	47.8 %	3.5 %	3.5 %	21.8 %	21.8 %	5.1 %	5.1 %	21.8 %	21.8 %	2.9 %	3.0 %	8.0 %	7.6 %	8.0 %	8.1 %	1.7 %	1.7 %	1.2 %	1.2 %
<i>Segmentert etter reisemål</i>																				
Arbeids-reiser	43.9 %	43.9 %	2.2 %	2.2 %	9.4 %	9.4 %	7.3 %	7.3 %	37.2 %	37.2 %	6.1 %	6.5 %	12.8 %	12.4 %	12.3 %	12.0 %	3.7 %	3.8 %	2.3 %	2.5 %
Skolereiser	7.6 %	7.6 %	4.8 %	4.8 %	12.7 %	12.7 %	8.2 %	8.2 %	66.6 %	66.6 %	7.0 %	5.4 %	24.6 %	23.2 %	25.2 %	26.3 %	5.6 %	7.4 %	4.2 %	4.2 %
Tjeneste-reiser	50.8 %	50.8 %	5.4 %	5.4 %	9.3 %	9.3 %	3.2 %	3.2 %	31.3 %	31.3 %	3.4 %	2.2 %	10.5 %	9.6 %	13.6 %	14.1 %	2.2 %	2.2 %	1.6 %	3.2 %
Innkjøp	54.0 %	54.0 %	3.5 %	3.5 %	27.1 %	27.1 %	4.0 %	4.0 %	11.4 %	11.4 %	1.4 %	1.6 %	4.6 %	4.5 %	4.3 %	4.4 %	0.6 %	0.5 %	0.4 %	0.4 %
Hente/ levere	73.3 %	73.3 %	1.0 %	1.0 %	18.4 %	18.4 %	2.8 %	2.8 %	4.5 %	4.5 %	0.4 %	0.4 %	2.0 %	1.6 %	1.5 %	1.7 %	0.2 %	0.3 %	0.3 %	0.5 %
Andre fritidsreiser	39.9 %	39.9 %	5.2 %	5.2 %	31.1 %	31.1 %	4.9 %	4.9 %	18.9 %	18.9 %	2.0 %	2.0 %	7.1 %	6.9 %	7.7 %	8.4 %	1.1 %	0.9 %	1.0 %	0.8 %
<i>Segmentert etter distanse</i>																				
0-2km	32.2 %	31.1 %	2.1 %	1.7 %	57.0 %	58.5 %	5.5 %	6.1 %	3.3 %	2.6 %	0.0 %	0.0 %	1.5 %	1.1 %	1.7 %	1.5 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
2-5km	47.1 %	49.4 %	3.5 %	3.9 %	17.6 %	15.0 %	7.2 %	7.4 %	24.6 %	24.2 %	0.5 %	0.4 %	10.8 %	10.4 %	12.8 %	12.8 %	0.0 %	0.0 %	0.5 %	0.6 %
5-10km	54.6 %	54.9 %	4.2 %	4.3 %	2.1 %	3.1 %	6.2 %	4.6 %	32.9 %	33.1 %	2.0 %	1.9 %	12.2 %	12.2 %	15.9 %	16.1 %	0.3 %	0.4 %	2.5 %	2.5 %
10-25km	59.0 %	58.0 %	4.4 %	4.7 %	0.0 %	0.0 %	2.7 %	2.8 %	34.0 %	34.4 %	8.7 %	8.3 %	11.0 %	10.5 %	6.1 %	7.3 %	5.1 %	5.1 %	3.0 %	3.1 %
over 25 km	67.1 %	65.1 %	4.8 %	4.1 %	0.0 %	0.0 %	0.2 %	0.5 %	27.9 %	30.3 %	11.7 %	14.1 %	5.6 %	5.8 %	0.0 %	0.0 %	9.8 %	9.5 %	0.8 %	0.8 %
<i>Segmentert etter storzone</i>																				
Oslo Midt	8.7 %	8.7 %	0.9 %	1.0 %	56.0 %	56.0 %	8.9 %	8.8 %	25.4 %	25.4 %	0.0 %	0.0 %	9.4 %	10.3 %	15.6 %	14.9 %	0.0 %	0.0 %	0.4 %	0.2 %
Oslo Vest	42.9 %	43.4 %	2.8 %	2.3 %	38.5 %	37.5 %	6.3 %	7.9 %	9.6 %	9.0 %	0.0 %	0.0 %	5.0 %	3.8 %	4.0 %	4.3 %	0.0 %	0.0 %	0.6 %	1.0 %
Oslo Nord-Øst	37.7 %	36.4 %	2.8 %	4.2 %	43.8 %	42.9 %	5.4 %	6.2 %	10.2 %	10.3 %	0.0 %	0.0 %	5.6 %	5.8 %	4.3 %	3.9 %	0.0 %	0.0 %	0.4 %	0.6 %
Oslo Sør	47.3 %	48.0 %	3.3 %	2.6 %	37.0 %	40.3 %	5.0 %	4.0 %	7.4 %	5.0 %	0.0 %	0.0 %	5.1 %	3.2 %	2.0 %	1.9 %	0.0 %	0.0 %	0.3 %	0.0 %
Asker & Bærum	63.4 %	64.7 %	4.4 %	3.0 %	21.2 %	21.4 %	4.3 %	4.2 %	6.8 %	6.7 %	0.7 %	0.5 %	4.7 %	4.7 %	0.4 %	0.4 %	0.7 %	0.8 %	0.3 %	0.2 %
Romerike	69.6 %	70.6 %	5.2 %	4.3 %	16.0 %	15.7 %	3.4 %	3.4 %	5.8 %	6.1 %	0.8 %	0.8 %	4.7 %	4.9 %	0.0 %	0.0 %	0.2 %	0.4 %	0.0 %	0.0 %
Follo	68.0 %	67.7 %	4.5 %	4.8 %	19.2 %	19.0 %	3.7 %	4.7 %	4.6 %	3.9 %	1.3 %	1.4 %	2.9 %	2.4 %	0.0 %	0.0 %	0.3 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %

8.3 Krysselastisiteter

Elastisiteter beskriver virkinger på etterspørsel etter reiser med et transportmiddel ved endring i en variable knyttet til dette transportmiddel. F. eks av økt bilførerkostnader på etterspørsel etter bilførerturer. Elastisiteten kan (tilnærmet) tolkes som prosentvis etterspørselsendring ved en prosentendring i kostander. Krysselastisitet tolkes som prosentendring i etterspørsel etter reiser med ett transportmiddel ved en prosentendring i en variable knyttet til en annet transportmiddel.

Vurdering av effekter

Her har vi endret reiseattributtene fra 100% til 99% og vurdert effekten som et uttrykk for elastisitet. Eksempel: Hvis bilkostnad settes til 99% og dette gir 0,3% reduksjon i kollektivtransportandelen, tolkes dette som krysselastisitet på 0,3. Det er viktig å understreke at disse elastisitetene ikke fanger opp nyskapt trafikk. Her er det nemlig bare effekten på valgsannsynligheten som påvirkes, og ikke total etterspørsel. Dette er en begrensning, spesielt for effekter på lang sikt. Derfor forventer vi i utgangspunktet at våre beregnede elastisiteter ligger noe lavere enn det som finnes ellers i litteraturen.

I noen tilfeller drøftes resultatene mot elastisiteter som i litteraturen enten er på kort sikt (SR) eller lang sikt (LR). Langtidselastisiteter er generelt større enn korttidselastisiteter.

Tabellen nedenfor viser egen- og krysselastisiteter som fremkommer ved modellkjøringer. Disse drøftes deretter kort mot empiri fra ulike kilder.

Med betingede elastisiteter menes at en egenskap endrer seg like mye på alle kollektivtransportmidlene tog, buss og trikk/t-bane. Hvis en attributt bare endrer seg for én driftsart (f.eks. ventetid bare på buss), er effekten en ubetinget elastisitet. Vi forventer at den største effekten av en slik ubetinget endring er å omfordele passasjerer mellom kollektive transportmidler.

I litteraturen er det stort sett betingede elastisiteter som rapporteres, særlig med hensyn til takster. Dette er blant annet fordi større modellsystemer ikke alltid skiller mellom de kollektive transportmidlene, og fordi det ofte vil være samordning av de ulike driftsartenes takster i et byområde. Når det gjelder ventetid, reisetid og bytter, kan det være mer variasjon i litteraturen om hvorvidt det rapporteres betingede eller ubetingede elastisiteter. I modellene hvor kollektivtransport er ett valg, blir det betingede elastisiteter. For andre typer analyser kan det være noe innslag av ubetingede effekter, dersom man for eksempel kun ser på reisetid eller frekvens på ett kollektivt transportmiddel. Vår oppfatning er at betingede elastisiteter er klart mest vanlig i analyser av lokal kollektivtransport. For togreiser er det mindre opplagt hva som legges til grunn, fordi det i mindre grad er direkte konkurranse mot andre kollektive transportmidler.

Tabell 10: Beregnede egen- og krysselastisiteter i MPM23 v. 1.0.

Endringer BIL								
	Bilfører	Bil. Pass.	Gang	Sykel	Kollektivt	Tog (inkl. kombinasjon)	Buss (inkl. kombinasjon)	Trikk/T-bane (inkl. kombinasjon)
Bil reisetid	-0.05	-0.10	0.02	0.08	0.09	0.13	0.10	0.06
Bil kostnader	-0.08	-0.15	0.03	0.11	0.14	0.25	0.15	0.09

Betingede elastisiteter (samme endring skjer på alle kollektive transportmidler)								
	Bilfører	Bil. Pass.	Gang	Sykel	Kollektivt	Tog (inkl. kombinasjon)	Buss (inkl. kombinasjon)	Trikk/T-bane (inkl. kombinasjon)
Gangtid	0.08	0.18	0.05	0.19	-0.29	-0.42	-0.13	-0.41
Ventetid	0.02	0.06	0.01	0.04	-0.08	-0.22	-0.07	-0.03
Billettpris	0.08	0.14	0.04	0.13	-0.26	-0.24	-0.31	-0.21
Antall påsti.	0.05	0.11	0.03	0.12	-0.18	0.15	-0.38	-0.12
Ombordtid	0.05	0.11	0.01	0.09	-0.16	-0.07	-0.20	-0.15

Ubetingede elastisiteter: Kun endring TOG								
	Bilfører	Bil. Pass.	Gang	Sykel	Kollektivt	Tog (inkl. kombinasjon)	Buss (inkl. kombinasjon)	Trikk/T-bane (inkl. kombinasjon)
Gangtid	0.02	0.04	0.00	0.01	-0.05	-0.77	0.15	0.06
Ventetid	0.01	0.02	0.00	0.01	-0.02	-0.30	0.06	0.01
Billettpris	0.02	0.03	0.00	0.01	-0.04	-0.39	0.05	0.01
Antall påsti.	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.15	0.03	0.01
Ombordtid	0.01	0.02	0.00	0.01	-0.03	-0.35	0.07	0.01

Ubetingede elastisiteter: Kun endring BUSS								
	Bilfører	Bil. Pass.	Gang	Sykel	Kollektivt	Tog (inkl. kombinasjon)	Buss (inkl. kombinasjon)	Trikk/T-bane (inkl. kombinasjon)
Gangtid	0.03	0.09	0.02	0.08	-0.13	0.25	-0.66	0.25
Ventetid	0.01	0.03	0.00	0.02	-0.04	0.08	-0.18	0.06
Billettpris	0.04	0.07	0.02	0.07	-0.13	0.12	-0.47	0.11
Antall påsti.	0.03	0.07	0.02	0.07	-0.10	0.24	-0.58	0.23
Ombordtid	0.02	0.06	0.01	0.04	-0.07	0.22	-0.42	0.15

Ubetingede elastisiteter: Kun endring TRIKK/T-BANE								
	Bilfører	Bil. Pass.	Gang	Sykel	Kollektivt	Tog (inkl. kombinasjon)	Buss (inkl. kombinasjon)	Trikk/T-bane (inkl. kombinasjon)
Gangtid	0.03	0.05	0.03	0.10	-0.12	0.11	0.38	-0.72
Ventetid	0.01	0.01	0.00	0.01	-0.02	0.01	0.05	-0.11
Billettpris	0.02	0.03	0.02	0.06	-0.09	0.02	0.10	-0.32
Antall påsti.	0.02	0.03	0.01	0.05	-0.06	0.06	0.17	-0.36
Ombordtid	0.01	0.03	0.01	0.04	-0.05	0.06	0.15	-0.30

Reisetid bil

Egenelastisitet -0,05 er svært lavt. Litman (2014) refererer flere studier som beregner elastisitet mht reisetid, som ligger betydelig høyere: SACTRA (1994) -0,5 SR og -1,0 LR. Pratt (1999) -0,27 SR og -0,57 LR (samme som han et annet sted tilskriver Goodwin 1996). TRACE (1999) -0,76 LR for car driver og -0,6 LR for car passenger. Müller og Schiller (2015: 878) uttrykker betydningen av reisetid tydelig: "In current transportation modelling, travel time is the most important factor in decisions regarding transport modes, destinations and routes."

Litman 2013 oppsummerer flere studier. Disse ligger typisk i området 0,2-0,74. Krysselastisitet kollektiv mht biltid 0,39 LR (TRACE 1999) er høyere enn vår beregning på 0,09.

Krysselastisitet mot tog: 0,13 er litt lavt. Rich og Mabit (2011) beregner 0,3 (for reiser <600 km).

Bilkostnad (drivstoff+bom)

Egenelastisitet -0,08 er noe lavere enn forventet nivå, basert på følgende empiri:

- Goodwin (1992, table 2) -0,16 SR og -0,33 LR
- Luk & Hepburn (1993, table, 4.1) -0,30-0,45 SR og -0,28-0,39 LR (at LR er mindre enn SH kan kanskje skyldes rebound-effekt av mer bensingjerrige biler)
- Litman (2014) nevner mange studier i intervallet -0,15 SR og -0,3 LR for drivstoffpris. (Litman 2013 oppsummerer andre studier hvorav noen ligger litt lavere enn dette, i området -0,15.)
- Litman (2014) ser også på bompenger elastisitet og nevner SR elastisiteter mellom -0,13 og -1,97 SR

Krysselastisitet kollektivtransport 0,14 er i nedre sjikt av forventet nivå. Tabell 6.2 i Vibe et al (2005) beregnet korttidseffekt 0,12 og langtidselastisitet 0,27 og oppsummerte tidligere studier, som varierer mellom 0,12 og 0,29.

Krysselastisitet tog 0,25 virker greit. Rich og Mabit (2011) finner 0,2-0,4.

Billettpris kollektivtransport

Egenelastisitet for all kollektivtransport -0,26 er greit men i nedre sjikt av hva som forventes å være korttidseffekten. De fleste studier finner korttidselastisiteter i området minus 0,3-0,4 og langtidselastisiteter som er halvannen til to ganger høyere enn det igjen

- Høyere elastisitet for buss (-0,31) enn for trikk/t-bane (-0,21), er som forventet
- Tog burde hatt høyere egenelastisitet enn -0,24. Mange studier finner priselastisitet for tog mellom -0,5 og -1,1. Fearnley og Bekken (2005) oppsummerer studie av tog og t-bane med gjennomsnittsverdier -0,61 SR og -0,98 LR og det stemmer godt med Fearnley m fl (2012 s 9).
- Krysselastisitet bil 0,08 er vanskelig å vurdere

De ubetingede egenpriselastisitetene (tog -0,39, buss -0,47 og trikk/t-bane -0,32) samsvarer bra med hva vi finner i litteraturen, men som må antas å være betingede elastisiteter.

Ombordtid kollektivtransport

Egenelastisitet -0,16 er lavere enn forventet.

Tog -0,07 er altfor lavt. Reisetid er blant de viktigste etterspørselsdriverne på tog, jfr. Fearnley m fl (2012). Buss -0,2 og trikk/t-bane -0,15 (inkludert kombinasjoner med disse virker rimelig, men fremdeles lave. Krysselastisitet bil 0,05 synes lavt, men er vanskelig å vurdere på generelt grunnlag.

Litman (2013) viser at empirien generelt ligger betydelig høyere og referere til Small & Winston (1999) Tabell 2-2: Urban bus og rail IVT -0,6. Intercity bus travel time -2,11. Intercity rail travel time -1,58. Dette stemmer nokså godt med Fearnley m fl (2012) som fant at reisetid er helt sentralt for togpendlermarkedet, som utgjør mesteparten av togets totale marked.

Ventetid/frekvens kollektivtransport

Den marginale elastisiteten av ventetid tilsvarer den marginale elastisiteten av frekvens.

Egenelastisitet kollektivtransport av -0.08 er langt lavere enn forventet nivå på en frekvenselastisitet, som på kort sikt typisk er i området mellom -0,4 (jfr. Balcombe 2004) og -0,45 (jfr. Kollektivtransportboka). På lang sikt er effektene halvannen til to ganger høyere.

Tog 0,22 er også lavt. Etterspørsel etter togreiser er generelt mer følsomt for pris- og tilbudsendringer enn lokal kollektivtransport.

Buss -0,07 er langt under forventet. Tommelfingerreglene fra Balcombe 2004 og Kollektivtransportboka, over, er særlig relevant for buss. Balcombe 2004 anbefaler ventetidselastisitet -0,64 for buss. Trikk/tbane -0,03 er også for lavt, selv om forventningen her er lavere elastisitet enn for tog og buss.

Antall påstigninger

Det fins ingen etablert forventning til hva bytter har å si for etterspørsel og transportmiddelvalg.

Ubetingede elastisiteter

Foran har fokuset vært på de betingede elastisitetene og sammenligninger med litteraturen. Vi finner at vår modell gir til dels mye lavere effekter, noe som også skyldes at generert trafikk ikke er inkludert.

Generelt stemmer de ubetingede elastisitetene langt bedre med empirien fra litteraturen. De ubetingede egenpriselastisitetene (tog -0,39, buss -0,47 og trikk/tbane -0,32), for eksempel, samsvarer bra med hva vi finner i litteraturen, men som i utgangspunktet må antas å være betingede elastisiteter.

Det samme gjelder de øvrige attributtene reisetid, ventetid og bytter. Vi gjentar derfor forbeholdet fra foran, om at det varierer hvorvidt litteraturen rapporterer betingede eller ubetingede elastisiteter. Som utgangspunkt kan vi dog legge til grunn at det i all hovedsak rapporteres betingede elastisiteter.

Vi påpeker at (kryss-)elastisiteter varierer over delmarkeder, blant annet fordi konkurranseflater mellom transportmidler varierer (blant annet) med reiseformål, distanse og geografi. Vi har ikke hatt anledning til å studere mønster i (kryss-)elastisitet i delmarkedene på en systematisk måte.

9 MPM23 Versjon 1.0 - Brukerveiledning

I foreliggende kapittel gir vi en brukerveiledning som forklarer innholdet i Excel-filen («MPM23_Versjon_1_0») og funksjonalitet for MPM23 Versjon 1.0. I avsnitt 9.4. presenterer vi resultatet av fire case-studier.

9.1 Oppbygging av og innhold i Excel-filen

Excel-filen består av 12 regneark. 11 regneark er synlig mens regnearket «Prob_beregning» er skjult.

De to første regnearkene («ScenarioDef_heleMarked» og «Oppsummeringstabell») er de mest sentrale. I «ScenarioDef_heleMarked» skal brukeren definere det scenarioet man vil analysere (se nærmere omtale om tiltaksscenario i neste avsnitt). Resultater i form av kakediagrammer og søylediagrammer for hele MIS influensområde vises i samme regneark. Regnearket «Oppsummeringstabell» dokumenterer markedsandeler og endringer i markedsandeler i prosent. Første rad i tabellen, «Alle Reiser», oppsummerer kakediagrammene fra regneark «ScenarioDef_heleMarked». I tillegg oppsummeres (endringer i) markedsandeler for de fleste delmarkedene som er tilgjengelige basert på data fra MIS.

Regneark nummer 3-11 («Reiseformål, Reisedistanse, Oslo Midt ...») inneholder kake- og søylediagrammer for alle delmarkeder fordelt på ulike segmenter. Disse er utdypninger og illustrasjoner av ark nr. 2. Det skjulte regnearket «Prob_beregning» inneholder datagrunnlaget og alle interne beregninger, sannsynlighetsberegninger og aggregeringer av resultat som ligger bak diagrammene/tabeller vist i de første 11 regnearkene. Dersom bruker har behov for å se på arket «Prob_beregning» kan vedkommende «vise» arket ved å klikke på høyre mustast ved regnearkfanene, velge «vis» og så «Prob_beregning». «Prob_beregning» er låst for redigering, og det kreves passord for å oppheve låsen. Det er i utgangspunktet bare eier (Ruter AS) og utvikler (TØI) av modellen som har tilgang til passordet.

9.2 Hvordan definerer man et tiltaksscenario?

Tiltaksscenarioer defineres i første regneark: «ScenarioDef_heleMarked». Figur 5 viser et utsnitt av regnearket.

Figur 5: Utsnitt av regnearket «ScenarioDef_heleMarked» i MPM23. Her ser vi på scenario «gratis kollektivtransport».

	A	B	C	D	E	F
1	MPM23 Versjon 1.0, Transportøkonomisk Institutt		Referanse		Tiltak	
2	Level of Service (LoS)		% av opprinnelig verdi ved gårsdagens reise			
3	Bil	tid	100.00 %		100.00 %	
4		kostnader (for drivstoff og bom)	100.00 %		100.00 %	
5	Tog	gangtid (fra og til stasjon)	100.00 %		100.00 %	
6		ventetid (ved alle påstigninger)	100.00 %		100.00 %	
7		billettpris (enkelt billett)	100.00 %		0.00 %	
8		antall påstigninger per reise	100.00 %		100.00 %	
9		ombordtid	100.00 %		100.00 %	
10	Buss	gangtid (fra og til stasjon)	100.00 %		100.00 %	
11		ventetid (ved alle påstigninger)	100.00 %		100.00 %	
12		billettpris (enkelt billett)	100.00 %		0.00 %	
13		antall påstigninger per reise	100.00 %		100.00 %	
14		ombordtid	100.00 %		100.00 %	
15	Trikk/t-bane	gangtid (fra og til stasjon)	100.00 %		100.00 %	
16		ventetid (ved alle påstigninger)	100.00 %		100.00 %	
17		billettpris (enkelt billett)	100.00 %		0.00 %	
18		antall påstigninger per reise	100.00 %		100.00 %	
19		ombordtid	100.00 %		100.00 %	
20			% av reisebefolkning			
21	Rammebetingelse					In MIS
22		gratis parkering	47.70 %		47.70 %	47.70 %
23	Tilfred					
24		tilfreds med kollektivtilbud	69.43 %		69.43 %	69.43 %
25		(uavhengig av endringer i LoS-data)				
26						
27		Fordeling innenfor "kombinasjon med tog"		100 %	fordele 100%	
28		tog		50 %		
29		buss		25 %		
30		trikk/t-bane		25 %		
31						
32		Fordeling innenfor "kombinasjon med buss og trikk/t-bane"		100 %	fordele 100%	
33		buss		50 %		
34		trikk/t-bane		50 %		
35						

Brukeren av modellen må her spesifisere et tiltaksscenario. Dette gjøres ved å endre en eller flere prosenter i kolonne E (merket mørkegrønn). Merk at angitte prosenter i tiltakskolonnen gir hvilken prosentandel definerte variabelverdier er av utgangsverdiene.

Verdiene for Level-of-Service-variabler (LoS) er relatert til de opprinnelige verdiene som ligger i Ruter MIS (kostnader, reisetider, påstigninger osv. ved gårsdagens reise). Om det står 100% i cellene C3-C19 og E3-E19, så betyr det at verdien holdes fast til de opprinnelige verdier¹⁰. Når man endrer prosentene så tilsvarer det prosentvis endring (i prosentpoeng) i opprinnelige verdier. For eksempel, dersom man definerer et tiltak som en reduksjon i en LoS-variabler, og skriver til eksempel 50% i tilhørende celle i kolonne E, vil alle verdier for den aktuelle LoS-variabelen i beregningsgrunlaget halveres. Om man skriver inn 200% (300%) vil alle verdier doubles (tre-doubles). Om man skriver 0%, som vist i Figur 5, så betyr det at alle LoS-verdier for de reisende i MIS settes til null. I Figur 5 viser vi et eksempel hvor prisen på alle enkeltbilletter for tog, buss og trikk/t-bane settes lik null (kostnaden for observasjoner med periodekort er allerede satt til null; se avsnitt 6.1.1). Her vil alle

¹⁰ Dette tilsvarer altså de reisespesifikke verdiene av forklaringsvariabler som inngår i estimeringsmodellen.

reisende som har reist med enkeltbillett få «ny pris» på reisen i tiltaksalternativet. Effekten «ny pris» forventes å ha på markedsfordelingen til transportmidler i Oslo og Akershus gis av MPM23 Versjon 1.0.

Det er ikke mulig å endre LoS-data for valgalternativer «kombinasjon med tog» og «kombinasjon med buss og trikk/t-bane». I regneark «ScenarioDef_heleMarked», celle D28-30 og D33-34, gis andeler som sier hvordan transportmiddelfordelingen innad i valgalternativene «kombinasjon med tog» og «kombinasjon med buss og trikk/t-bane» endrer seg i forhold til en endring i prosentpoengene som er spesifisert i rad 5-19. Hvis LoS-data for alle de tre «hovedalternativene» (tog, buss, trikk/t-bane) endres likt (som i tilfellet i Figur 5), spiller ikke fordelingen noen rolle. Hvis den prosentvise endringen i LoS-data for nevnte alternativer er ulik, brukes andelene spesifisert i «ScenarioDef_heleMarked» til å beregne endringen i LoS-data for valgalternativer «kombinasjon med tog» og «kombinasjon med buss og trikk/t-bane». Hvilke andeler som spesifiseres spiller dermed en rolle for resultatet. Det foreligger ingen fasit for hvilken fordeling som er den riktige å bruke for hvert enkelt tiltak. For å øke konsistensen i beregningene anbefaler vi brukerne av modellen å beholde den foreslåtte inndelingen (tog: 50, buss: 25, trikk/t-bane: 25) og (buss: 50, trikk/t-bane: 50). Om man vil endre inndelingen må man passe på at andelene summeres opp til 100%. Se mer om dette i avsnitt 9.4.2.

For forklaringsvariablene «gratis parkering» og «tilfreds med kollektivtilbud» beskriver prosentene andeler i beregningsgrunnlaget. For å analysere endringer i disse variablene endrer man andelen av antall reisende som har gratis parkering eller er tilfreds med kollektivtilbudet. Endringer gjøres ved å skrive inn verdier mellom 0% og 100%. En verdi lik 0% i celle E22 (eller E24) tilsvarer en situasjon der ingen av observasjonene i MIS har gratis parkering (ingen er tilfreds med kollektivtransporten), 50% tilsvarer en situasjon hvor halvparten har gratis parkering (halvparten er tilfreds) og 100% tilsvarer en situasjon der alle har gratis parkering (alle er tilfreds). Om man ikke vil teste disse variable, settes verdiene til utgangsverdiene i MIS etter avgrensing (henholdsvis 47,70% og 69,43%).

Husk at det er «lokale innstillinger i Excel» som avgjør om du må bruke komma eller punktum som desimalskilletegn. Hvis du bruker feil desimalskille vil Excel lese «null» istedenfor desimalskille, noe som fort kan gi misvisende resultater.

Versjon 1.0. tillater ikke at man spesifiserer absolutte endringer i variablene; kun endring som en prosent av opprinnelig verdi.

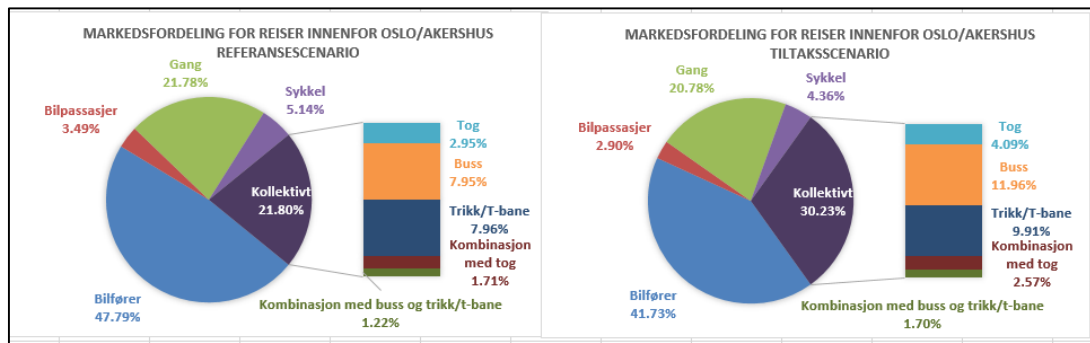
Det er også mulig å endre prosentene for referansescenario. Dette er aktuelt om man skulle ønske å sette et annet referansescenario. Husk at endringer i markedsandeler som følge av tiltak da må sees i forhold til det nye referansescenario som er definert.

9.3 Hva viser diagrammene og oppsummeringstabellen?

Resultater i MPM23 Versjon 1.0. vises i form av kakediagrammer, søylediagrammer og tabeller.

De to **kakediagrammer** i regnearket «ScenarioDef_heleMarked» gjelder for hele området inkludert i MPM23 og alle typer reiser. Figur 6 illustrerer resultater for scenario «gratis kollektiv» (som ble definert i Figur 5).

Figur 6 Kakediagrammer i MPM23; scenario «gratis kollektiv»

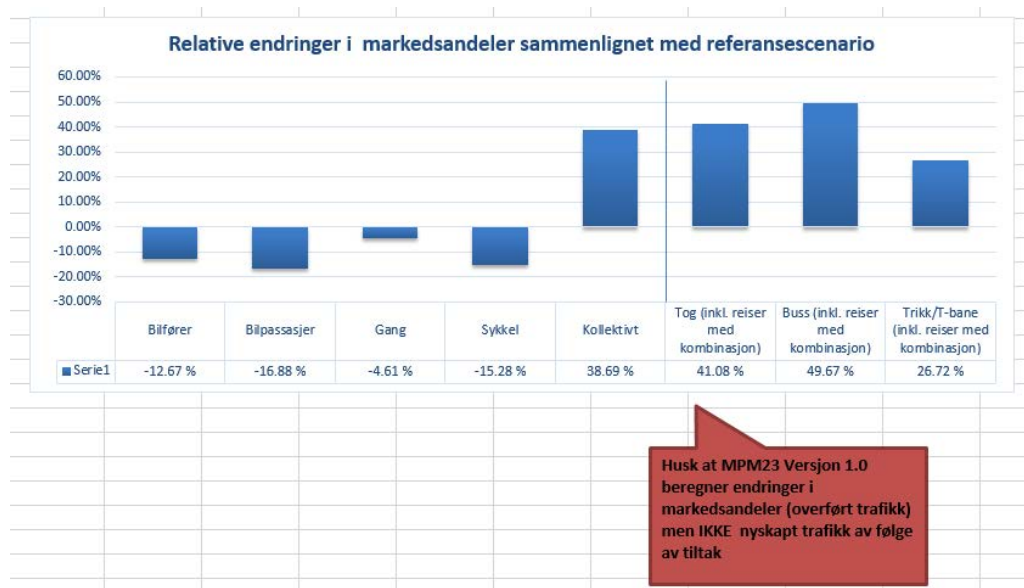


Kakediagrammer viser markedsandeler for alle valgalternativer i referansescenario (til venstre) og tiltaksscenario (til høyre). I tillegg adderes markedsandeler for alle de fem kollektive driftsformene opp i en felles kategori «kollektivt». Markedsandeler for bilførere, passasjer, gang, sykkel og kollektivtransport summeres opp til 100%. Markedsandeler for tog, buss, trikk/t-bane, kombinasjon med tog og kombinasjon med buss og trikk/t-bane summeres opp til andelen av «kollektivt».

I regnearkene «Reiseformål», «Reisedistanse», ..., «Follo» ligger tilsvarende kakediagrammer for alle delmarkeder.

Søylediagrammene som er inkludert i modellen viser ikke markedsandeler i prosentpoeng, men den prosentvise endringen i markedsandeler, dvs. relative endringer, som følger av et tilbud. Figur 7 illustrerer søylediagram basert på resultatene i Figur 6 (gratis kollektiv). Ved beregning av søylediagram tas valgalternativer «kombinasjon med tog» og «kombinasjon med buss og trikk/t-bane» andelsvis med i søylene til tog, buss og trikk/t-bane. Andelen er som spesifisert i scenario-arket (se beskrivelse i forrige avsnitt). I regnearkene Reiseformål, Reisedistanse, ..., Follo ligger tilsvarende søylediagrammer for alle delmarkeder.

Figur 7: Søylediagramm i MPM23 Versjon 1.0; scenario «gratis kellektivtransport»



Utviklerne har valgt å inkludere en liten notis i arket «ScenarioDef_heleMarked» om at relative endringer i søylediagrammer i MPM23 kun relateres til endringer i markedsandeler. I virkeligheten kan den relative effekten av et tiltak være noe større siden tiltaket også kan gi nyskapt trafikk (via en økning i reisehyppighet). Som forklart i avsnitt 2.1., kan ikke MPM23 beregne nyskapt (eller bortfalt) trafikk.

Vi gjør også oppmerksom på at skalaverdiene på aksene i diagrammene tilpasses automatisk til resultatene.

Ved å spesifisere en 99% (eller 101%) endring i LoS-data kan søylediagrammer relativt enkelt brukes for å bregne (kryss-)elastisiteter (1% Arc-elastisiteter). For særskilt framgangsmåte for å spesifisere endringer i frekvens (ikke ventetid) og antall bytter (ikke antall påstigninger) viser vi til avsnitt 9.4.2 og 9.4.3.

Oppsummeringstabell (i eget regneark med samme navn) viser markedsandeler i tiltaksscenario og (absolutte) endringer i markedsandeler (i prosentpoeng) sammenlignet med referansescenario. Tabell 11 er tilsvarende oppsummeringstabell for scenario «gratis kollektivreiser».

Tabell 11: Oppsummeringstabell for scenario «gratis kollektivreiser».

Markedsandeler i Tiltaksscenario	Bilførere		Bilpassasjerer		Gang		Sykkel		Kollektivt		Tog		Buss		Trikk/T-bane		Komb. med tog		Komb. buss og Tr./T-b.	
	%-poeng	Endring i % poeng	%-poeng	Endring i % poeng	%-poeng	Endring i % poeng	%-poeng	Endring i % poeng	%-poeng	Endring i % poeng	%-poeng	Endring i % poeng	%-poeng	Endring i % poeng	%-poeng	Endring i % poeng	%-poeng	Endring i % poeng	%-poeng	Endring i % poeng
Alle reiser	41.7%	-6.1%	2.9%	-0.6%	20.8%	-1.0%	4.4%	-0.8%	30.2%	8.4%	4.1%	1.1%	12.0%	4.0%	9.9%	2.0%	2.6%	0.9%	1.7%	0.5%
<i>Segmentert etter reiseformål</i>																				
Arbeidsreiser	34.4%	-9.5%	1.8%	-0.4%	8.3%	-1.1%	5.8%	-1.5%	49.7%	12.5%	7.8%	1.7%	18.9%	6.0%	14.8%	2.5%	5.2%	1.5%	3.1%	0.8%
Skolereiser	5.9%	-1.8%	3.9%	-0.9%	11.6%	-1.2%	6.9%	-1.4%	71.8%	5.2%	7.8%	0.8%	27.1%	2.5%	26.7%	1.5%	6.0%	0.4%	4.2%	0.0%
Tjenesterreiser	37.8%	-13.0%	4.1%	-1.3%	8.5%	-0.8%	2.5%	-0.7%	47.1%	15.8%	5.7%	2.3%	17.1%	6.6%	17.6%	4.0%	3.9%	1.7%	2.7%	1.1%
Handle dagligvarer	50.0%	-3.9%	3.1%	-0.4%	26.3%	-0.8%	3.6%	-0.4%	16.9%	5.5%	2.1%	0.7%	7.5%	2.8%	5.7%	1.4%	1.0%	0.4%	0.7%	0.2%
Hente/levere	70.3%	-3.0%	1.0%	-0.1%	18.1%	-0.3%	2.7%	-0.2%	7.9%	3.5%	0.8%	0.5%	3.7%	1.6%	2.4%	0.8%	0.6%	0.3%	0.5%	0.2%
Andre fritidsreiser	34.1%	-5.8%	4.3%	-1.0%	29.7%	-1.4%	4.2%	-0.7%	27.7%	8.8%	3.2%	1.2%	11.1%	4.0%	9.9%	2.2%	1.9%	0.9%	1.5%	0.5%
<i>Segmentert etter distanse</i>																				
0-2km	31.8%	-0.4%	2.0%	0.0%	56.3%	-0.7%	5.4%	-0.1%	4.5%	1.3%	0.0%	0.0%	2.2%	0.7%	2.3%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2-5km	42.7%	-4.4%	3.1%	-0.5%	14.9%	-2.7%	5.9%	-1.3%	33.5%	8.9%	0.7%	0.2%	15.8%	5.0%	16.2%	3.4%	0.1%	0.0%	0.7%	0.2%
5-10km	46.4%	-8.3%	3.4%	-0.8%	1.6%	-0.5%	4.7%	-1.4%	43.9%	11.0%	2.9%	0.9%	17.8%	5.6%	19.4%	3.5%	0.4%	0.1%	3.4%	0.8%
10-25km	48.0%	-11.0%	3.3%	-1.1%	0.0%	0.0%	1.9%	-0.8%	46.9%	12.9%	11.2%	2.5%	17.0%	5.9%	7.3%	1.2%	7.1%	2.0%	4.3%	1.3%
over 25 km	50.8%	-16.2%	3.4%	-1.4%	0.0%	0.0%	0.1%	-0.1%	45.7%	17.7%	17.8%	6.1%	10.7%	5.1%	0.0%	0.0%	15.9%	6.0%	1.3%	0.6%
<i>Segmentert etter storzone (reiser innenfor storsonen)</i>																				
Oslo Midt	7.3%	-1.4%	0.8%	-0.1%	53.0%	-3.0%	7.8%	-1.1%	31.1%	5.7%	0.1%	0.0%	12.0%	2.6%	18.6%	3.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.1%
Oslo Vest	38.7%	-4.2%	2.4%	-0.4%	37.1%	-1.4%	5.6%	-0.7%	16.3%	6.6%	0.0%	0.0%	8.3%	3.3%	6.9%	2.9%	0.0%	0.0%	1.0%	0.4%
Oslo Nord-Øst	34.8%	-2.9%	2.6%	-0.3%	42.6%	-1.1%	4.9%	-0.5%	15.1%	4.9%	0.0%	0.0%	7.9%	2.3%	6.7%	2.4%	0.0%	0.0%	0.5%	0.1%
Oslo Sør	45.2%	-2.1%	3.1%	-0.2%	36.4%	-0.6%	4.8%	-0.2%	10.4%	3.0%	0.0%	0.0%	7.2%	2.1%	2.8%	0.8%	0.0%	0.0%	0.5%	0.1%
Asker & Bærum	58.4%	-5.0%	3.8%	-0.5%	20.6%	-0.6%	3.8%	-0.4%	13.4%	6.6%	1.4%	0.7%	9.5%	4.8%	0.8%	0.4%	1.2%	0.5%	0.5%	0.2%
Romerike	66.2%	-3.5%	4.7%	-0.6%	15.7%	-0.2%	3.2%	-0.2%	10.3%	4.5%	1.7%	0.9%	8.0%	3.3%	0.0%	0.0%	0.6%	0.4%	0.0%	0.0%
Follo	64.9%	-3.1%	4.0%	-0.4%	19.0%	-0.2%	3.4%	-0.3%	8.6%	4.1%	2.6%	1.3%	5.4%	2.4%	0.0%	0.0%	0.7%	0.4%	0.0%	0.0%
<i>Segmentert etter storzone (reiser fra/til storsonen)</i>																				
Oslo Midt	22.5%	-10.8%	1.8%	-0.9%	4.4%	-1.1%	4.5%	-1.7%	66.8%	14.5%	11.1%	2.1%	20.8%	5.6%	25.1%	4.4%	5.4%	1.4%	4.3%	1.0%
Oslo Nord-Øst	44.3%	-8.7%	3.3%	-0.7%	2.8%	-0.6%	3.6%	-0.9%	46.0%	11.0%	4.8%	1.0%	17.6%	5.7%	17.5%	2.7%	2.5%	0.7%	3.7%	0.9%
Oslo Vest	31.6%	-10.7%	2.2%	-0.8%	6.6%	-1.6%	5.0%	-1.5%	54.5%	14.6%	5.0%	1.4%	15.1%	5.1%	24.9%	5.2%	4.5%	1.5%	5.0%	1.5%
Oslo Sør	38.7%	-7.4%	2.9%	-0.6%	2.8%	-0.5%	3.9%	-1.1%	51.6%	9.6%	5.4%	0.7%	12.9%	2.9%	23.2%	3.8%	5.0%	1.1%	4.9%	1.1%
Asker & Bærum	36.4%	-15.0%	2.1%	-1.1%	1.0%	-0.3%	2.9%	-1.3%	57.6%	17.7%	12.0%	3.5%	20.8%	6.8%	10.7%	2.6%	8.8%	2.9%	5.3%	1.8%
Romerike	48.1%	-15.4%	2.9%	-1.4%	0.5%	-0.1%	1.1%	-0.5%	47.4%	17.5%	15.1%	4.3%	18.2%	8.2%	0.5%	0.2%	11.5%	4.1%	2.1%	0.8%
Follo	41.6%	-15.4%	3.4%	-1.8%	0.4%	0.0%	0.7%	-0.5%	53.8%	17.6%	20.6%	5.7%	14.5%	5.2%	0.0%	0.0%	15.4%	5.5%	3.3%	1.3%

Oppsummeringstabellen presenterer samme informasjon som kakediagrammene, og viser i motsetning til søylediagrammene den absolutte endringen i markedsandeler. Summen av endringer i markedsandeler for bilfører, bilpassasjer gang, sykkel og kollektivtransport summeres altså opp til 0 (ettersom modell MPM23 ikke inkluderer nyskapt trafikk), mens endringer i markedsandeler for de 5 alternativer innenfor kollektiv summeres opp til endringer i «kollektiv».

Merk at oppsummeringstabellen ikke viser informasjon for den enkelte storsonerelasjon (for eksempel for reiser mellom Follo og Romerike). Denne informasjonen må hentes ut fra de aktuelle diagrammene for hvert enkelt segment.

9.4 Utvalgte case studier

I dette avsnittet beskriver vi kort noen utvalgte case studier. Bortsett fra scenario «gratis kollektiv» som er relativt enkelt å spesifisere og tolke, har vi valgt de andre tre scenarioene bevisst for å vise mulige «feller» ved spesifisering av scenario og/eller tolkning av resultater.

9.4.1 Gratis kollektivtransport

Scenariospesifisering og resultater ble vist i avsnitt 9.2. og 9.3. Vi påpeker at vi i dette scenarioet ikke endret andel reisende som er tilfreds med kollektivtransport (celle E24), selv om det kan tenkes at denne andelen øker dersom kollektivtransport blir gratis. Grunnen til at vi ikke endrer tilfredshet med kollektivtransport ved en endring i kostnadsvariabelen for kollektivtransport (LoS-variabel) er at vi i MPM23 har lagt til grunn en antakelse om at tilfredshet er uavhengig av LoS-variabler, og derfor kun relatert til myke faktorer (se også avsnitt 9.4.4.).

Som vist i Figur 6, gir modellen en økning i markedsandelen for kollektivtransport i hele Oslo/Akershus og for alle typer reiser. Ny markedsandel for kollektivtransport er 30,2%, noe som tilsvarer en økning på 8,4% prosentpoeng sammenlignet med markedsandelen i referansescenarioet (21,8%). Husk at MPM23 alltid antar at det er nok kapasitet ved alle transportformer og en mulig økning i trengsel tas ikke med i beregningen.

Som søylediagrammet (Figur 7) viser, tilsvarer dette en relativ vekst i markedsandelen for kollektivtransport på 38,69% ($30,2\%/21,8\%-1$). Søylediagrammet viser også at den relative endringen er størst for buss (inkl. kombinasjoner med buss) og minst for trikk/t-bane (inkl. kombinasjoner med trikk/t-bane). Igjen minner vi om at disse relative endringer ikke tar med mulig nyskapt trafikk som følge av tiltaket.

Oppsummeringstabellen viser at kollektivtransport øker mest i markedsandel for lange reiser. For tolkning av resultater er det viktig å huske på at takster som endres i dette scenarioet (i MPM23 versjon 1.0), kun gjelder enkeltbilletter. Dette skyldes en antakelse i modellen om at reisende med periodekort reiser «gratis» (den marginale kostnaden av å reise er satt til null). Scenario «gratis kollektivtransport» kan derfor sies å tilsvare en kortsiktig situasjon der alle reisende har tilgang til periodekort. Merk at kortsiktige effekter ikke nødvendigvis er lik den langsiktige effekten, som kan forventes dersom kollektivtransport blir gratis på permanent basis.

9.4.2 Økning av frekvens ved redusert ventetid for buss

I MPM23 kan man ikke endre frekvensen (F) for kollektivtransport (antall avganger per time) direkte. Dette må gjøres via ventetiden. Ventetiden (i minutter) beregnes

som $60/(2 \cdot F)$ (halvparten av tiden mellom avgangene). Når det er 10 avganger i timen blir ventetiden 3 minutter.

Brukeren av modellen kan enkelt spesifisere et tiltak som innebærer en %-vis endring i ventetid ved å endre prosenten i cellene E6, E11 og/eller E16 (for henholdsvis tog, buss og/eller trikk/t-bane). Hvis man vil spesifisere et tiltak i form av %-vise endringer i frekvens må man oversette denne endringen til endringen i ventetid, og legge inn endringen som nevnt over. Tabell 12 viser hvilken endring som skal legges inn i MPM23 ved gitte endringer for frekvens.

Tabell 12 Oversettelse fra %-endring i frekvens til %-endring i ventetid

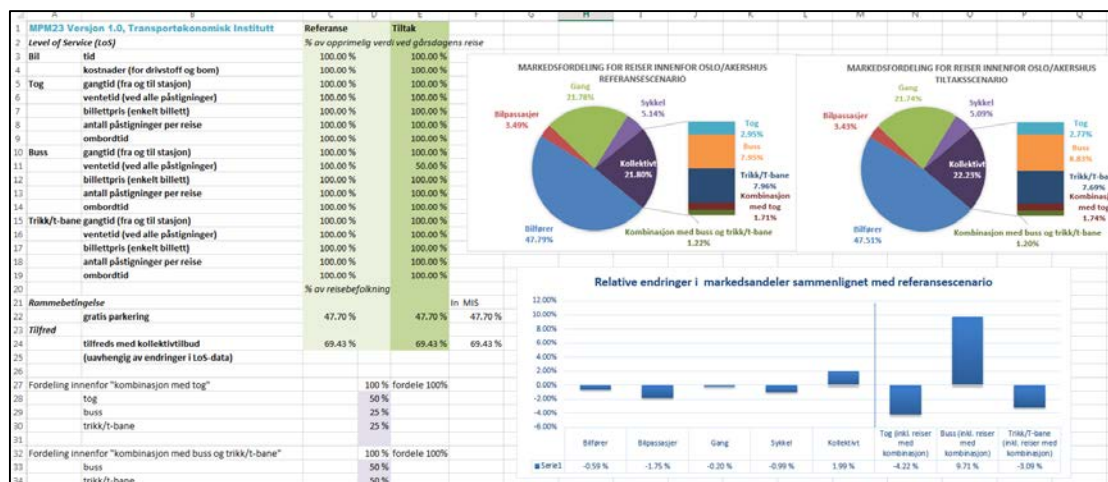
Scenario man vil teste for frekvens	Prosent av ventetid man skal spesifisere i MPM23
50 % "halvering av frekvens"	200,00 %
75 % "25% reduksjon i frekvens"	133,33 %
90 % "10% reduksjon i frekvens"	111,11 %
99 % "1% reduksjon i frekvens"	101,01 %
101 % "1% økning i frekvens"	99,01 %
110 % "10% økning i frekvens"	90,91 %
125 % "25% økning i frekvens"	80,00 %
150 % "50% økning i frekvens"	66,67 %
200 % "Dobling av frekvens"	50,00 %
300 % "Tredobling av frekvens"	33,33 %
500 % "Femdobling av frekvens"	20,00 %

Videre i dette avsnitt skal vi undersøke endringer i markedsandeler for et scenario der frekvensen for buss dobles. Som Tabell 12 viser tilsvarende dette et tiltak der man halverer ventetiden for buss. Vi erstatter derfor referanseverdien for ventetid for buss i celle E11, som er lik 100%, til 50% i arket ScenarioDef_heleMarked.

Vi holder - inntil videre - fordelingen innenfor kombinasjoner av driftsformer med buss (D29 og D33) uendret dvs. henholdsvis 25% og 50%. Teknisk betyr dette at valgalternativer «kombinasjon med tog» (tog + trikk/t-bane eller tog + buss) får ventetiden redusert med 12,5% ($50\% \cdot 25\%$) og valgalternativet «kombinasjon med buss og trikk/t-bane» får ventetiden redusert med 25% ($50\% \cdot 50\%$).

Figur 8 viser skjermbildet som oppstår etter endring i ventetid for buss.

Figur 8: Skjermbildet i MPM23 Versjon 1.0 for scenario dobling av frekvens (halvering av ventetid) for busser.



Kakediagrammene i figur 8 viser at kollektivandelen øker fra 21,80% til 22,23% (en øking på 0,44 %-poeng). Dette tilsvarer en relativt liten øking for kollektivtransporten, med 1,99% flere reisende enn før endringen (kan avleses fra søylediagram). Det kan se ut som en frekvensendring for buss har en relativt liten effekt på transportmiddelvalget, men her må man huske på at små endringer i markedsandeler har mye å si for endring i antall årlige reiser. Med 319 millioner kollektive enkeltreiser i 2014¹¹ tilsvarer en økning i antall kollektivreiser på 1,99 % 6.3 millioner flere reiser.

Når man ser på overført trafikk, ser vi at økningen på 0,44 prosentpoeng for kollektivtransport kommer fra bilfører (0,26), bilpassasjer (0,06), gang (0,04) og sykkel (0,06). Når man ser på relative endringer (søylediagrammer) ser man at den største relative endring er for bilpassasjer.

Videre kan man se på en evt endring i reisemiddelfordelingen innenfor kollektivtransport. Markedsandelen for buss går opp fra 7,95 til 8,83 prosentpoeng, altså en øking på 0,88 prosentpoeng. Markedsandeler for tog og trikk/t-bane (uten kombinasjon) går ned med henholdsvis 0.18 og 0.27 prosentpoeng. Disse driftsformer blir relativt mindre attraktive etter at frekvensen for buss har doblet seg. Markedsandelen til «kombinasjon med tog» (tog + trikk/t-bane eller tog + buss) går litt opp, mens «kombinasjon med buss og trikk/t-bane» går litt ned. At sistnevnte går ned kan forklares med at en del reisende vil - ifølge modellen - skifte fra «kombinasjon med buss og trikk/t-bane» til buss (uten trikk/t-bane) når frekvensen for buss øker. Fra søylediagrammet ser vi at den relative reduksjonen er større for tog og trikk/t-bane enn for bil/gang/sykkel. Det viser til en nokså sterk «kannibalisierungsgrad» innenfor kollektivtransport. Dette kan føre til at totalendringen i kollektivtransport (0.44 prosentpoeng) kan virke liten.¹²

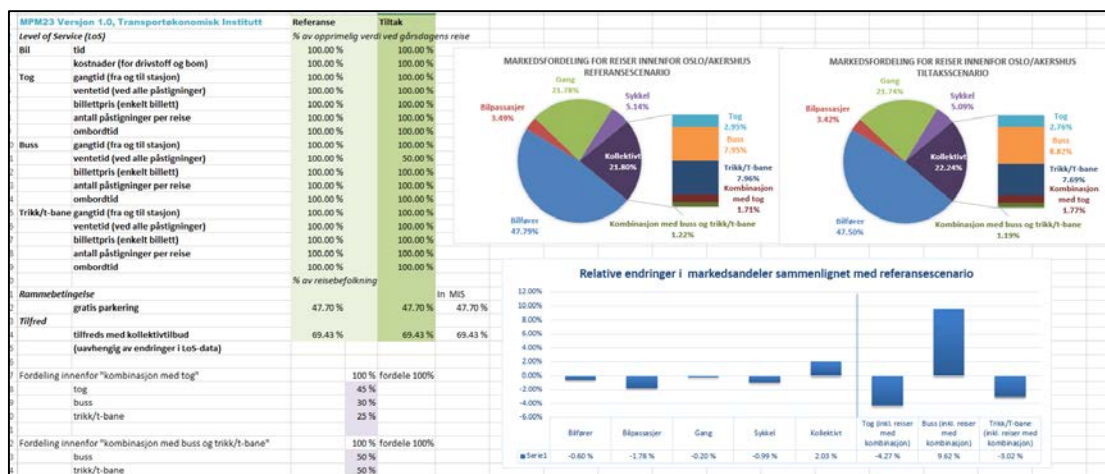
Som nevnt i delkapittel 9.1. er det ikke noen fasit for hvilken «fordeling» av «kombinasjon med tog» (tog + trikk/t-bane eller tog + buss) og «kombinasjon med

¹¹ <https://ruter.no/om-ruter/presse/pressemeldinger/10-millioner-flere-kollektivreiser-i-2014/>

¹² Dersom konkurranseflaten mellom driftsformer kan sies å være høyere enn mellom kollektiv og bil/gang/sykkel er dette et logisk resultat. Det kan dog hende at modellen med sin nested logit modellstruktur (og høye estimerte nest-parametere) overdriver den virkelige «kannibalisierungsgrad» noe.

buss og trikk/t-bane» brukere bør legge til grunn i analysene. Om man mener at en halvering av ventetid for buss fører til en større reduksjon (enn 12.5%) i ventetiden for «kombinasjon med tog», kan brukeren justere fordelingen mellom transportmidler. For eksempel kan fordelingen endres fra (tog: 50, buss: 25, trikk/t-bane: 25) til (tog: 45, buss: 30, trikk/t-bane: 25). Resultater etter denne justering vises i Figur 9

Figur 9: Skjermbildet i MPM23 Versjon 1.0 for scenario *dobling av frekvens (halvering av ventetid) for busser; ved endring av «fordeling innenfor kombinasjon med tog»*



Valgalternativet «kombinasjon med tog» får med denne spesifisering en reduksjon i ventetiden lik 15% (tidligere 12.5%) når frekvensen for buss doubles. «Kombinasjon med tog» (og kollektivt som samlet) blir litt mer attraktivt, og får derfor en liten økning i markedsandel sammenlignet med forrige spesifisering.

9.4.3 Dobling av antall bytter

Antall bytter er heller ikke en direkte variabel i modellen. Som forklaringsvariabel i estimeringsmodellen og som tiltaksvariabel i MPM23 inngår derimot antall påstigninger per reise. Antall bytte kan beregnes som antall påstigninger minus 1.

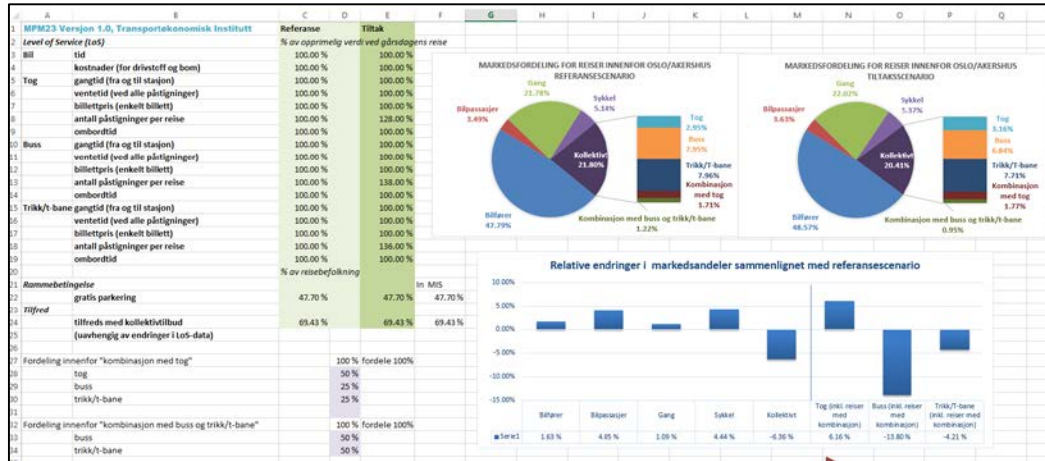
Ettersom MPM23 i nærende versjon kun tillater endringer i prosent er det viktig å merke seg at en %-endring i antall påstigninger ikke tilsvarer samme %-endring i antall bytter. Hvilken %-endring som kan brukes for antall påstigninger for å reflektere en endring i antall bytter avhenger av absolutte verdier for påstigninger i datagrunnlaget. Disse vil derfor variere med driftsform. Ut fra verdier og datagrunnlag kan vi anbefale følgende (Tabell 13):

Tabell 13: *Anbefalt endring i prosentpoeng for antall påstigninger for å simulere prosentvise endringer i antall bytter*

Anbefalt spesifisering for antall påstigninger for å simulere ...	Tog	Buss	Trikk/t-bane
Halvering av antall nødvendige bytter	86%	80%	82%
Dobling av antall nødvendige bytter	128%	138%	136%

Figur 10 viser et utsnitt av modell MPM23 under tiltaksscenario «dobling av antall bytter». I kolonne E har vi erstattet referanseverdiene med nye tiltaksverdier, som i henhold til Tabell 13 er 128 % for tog, 138 % for buss og 136 % for trikk/t-bane.

Figur 10: Skjermbildet av MPM23 Versjon 1.0. Scenario: doubling av antall bytter for kollektivtransport

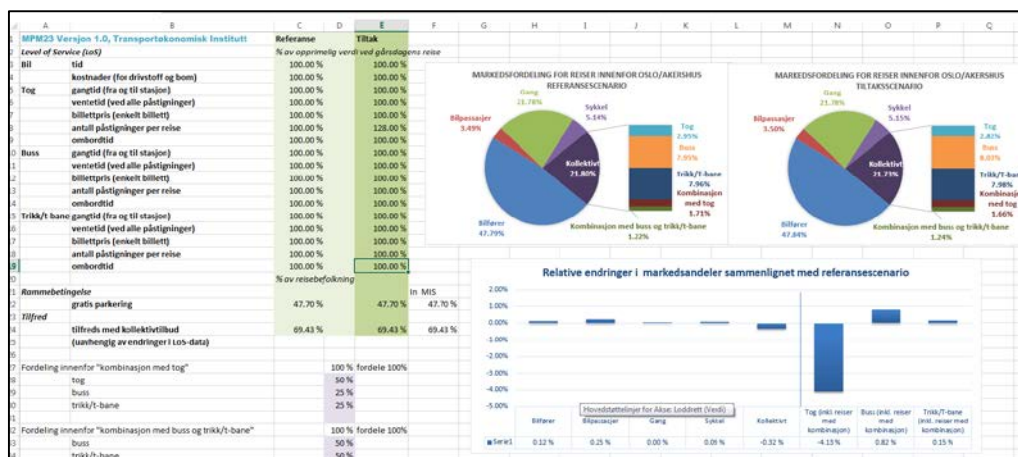


Fra modell MPM23 kan vi lese at markedsandelen for kollektivtransport faller fra 21.80 prosentpoeng til 20.41 prosentpoeng. For tolkning av resultatet er det viktig å huske at endringen måler den isolerte effekten av flere bytter. I virkeligheten vil flere bytter ofte påvirke ventetiden (og/eller ombordtid) noe. Om man tar med denne effekten - og vet noenlunde hvordan ventetiden (ombordtiden) øker ved flere bytter - så kan man sette opp tilsvarende endring i ventetiden for å få beregnet den samlede effekt (det er ikke gjort i dette eksempelet).

Modellen predikerer en viss omfordeling innenfor driftsformer. Andelen som reiser med tog går opp, mens det er en sterk (moderat) nedgang for buss (trikk/t-bane). Modellteknisk kan det forklares med at koeffisienten (som fanger opp marginal unytte) av antall påstigninger er klart lavest for tog (-0,162 som dokumentert i tabell 7) og høyest for buss (-0.448) (trikk/t-bane: -0.372). Innenfor kategorien «kollektiv» blir tog relativt mer attraktivt (mindre ikke-attraktivt) ved flere bytter. Dette fører til endringene som vises i diagrammene i Figur 10. I hvilken grad dette er et realistisk bilde av hvordan markedsandeler ville forandres i virkeligheten kan selvfølgelig diskuteres. Man kan tenke seg å «tvinge» parameterne for marginal unytte av antall påstigninger å være lik mellom ulike driftsarter for kollektivtransport i fremtidige versjoner av MPM23.

Som en liten sjekk spesifiserer vi et nytt scenario der kun antall bytter for tog øker (Figur 11).

Figur 11: Skjermbildet i MPM23 Versjon 1.0 for scenario doubling av antall bytter for tog

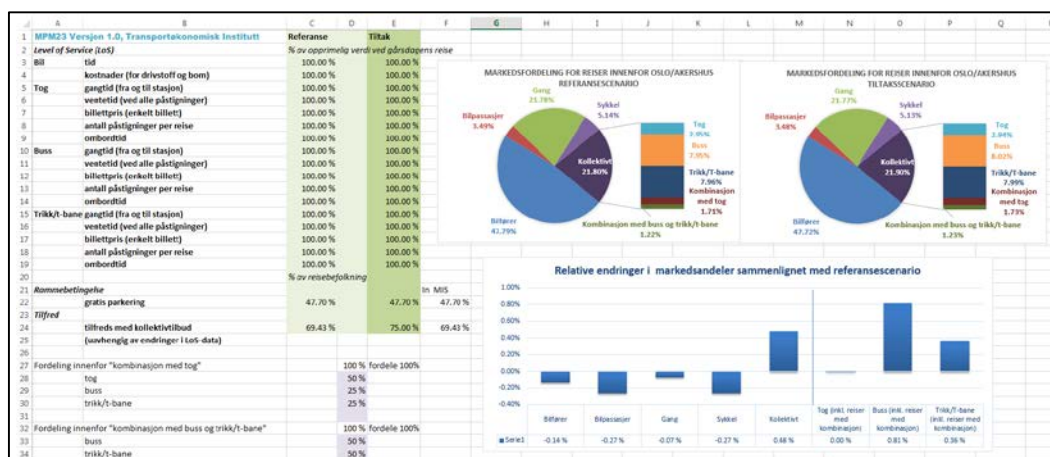


Her ser vi den intuitive effekten, det vil si at markedsandelen for tog faller, mens andelene for buss og trikk/t-bane øker noe.

9.4.4 Økning i andel reisende som er tilfreds med kollektiv

Som siste omtalte scenario skal vi vise en effektberegning av en økning i antall reisende som er tilfreds med kollektivtilbudet der de bor og ferdes. Som nevnt i avsnitt 7.3 måler koeffisienten for «tilfredshet» i modell MPM23 den effekten tilfredshet med kollektivtilbudet har på transportmiddelvalget som ikke kan tilbakeføres til LoS-data og andre variabler som inngår i modellen. Motivasjonen for å øke andel tilfredse reisende bør derfor relateres til mange faktorer (renhold på stasjoner, informasjonssystemer, forbedring i Ruter-appen osv.). Det ville for eksempel være misvisende å endre andelen «tilfredse reisende» i scenario «gratis parkering» (avsnitt 9.4.1). Figur 12 viser resultatet av en økning av andelen tilfredse reisende fra 69,43% til 75%.

Figur 12: Skjermbildet av MPM23 Versjon 1.0. Scenario: økning av andel tilfredse reisende.



Vi ser at kollektivandelen øker fra 21,8 til 21,9 prosentpoeng. Markedsandelen for tog er nesten uforandret (henger sammen med at koeffisienten til tog er liten og insignifkant i estimeringsmodellen, se tabell 7 i avsnitt 7.3). Det er en liten økning i markedsandeler for buss og trikk/-t-bane.

Igjen påpeker vi at tilfredshet i virkeligheten har en sammenheng med nivået på LoS-data, og at modellen gjør en sterk forenkling med å anta at tilfredshet er en eksogen variabel i modellen (i avsnitt 10.3 nevner vi muligheten å inkludere tilfredshet som en endogen variabel i modellen).

10 Forbedringsmuligheter

Foreliggende rapport dokumenterer estimering og implementering av første modellversjon, MPM23 Versjon 1.0. Arbeidet ble utført på oppdrag fra Ruter, innenfor rammeavtalen «Fysisk planlegging og konsekvensanalyse for kollektivtransport og Analysetjenester».

Modellen er utviklet og testet i henhold til rammene for prosjektet. Det gjenstår fortsatt områder hvor modellen med hell kan testes og evalueres. En vurdering av modellens egnethet og prediksjonskraft i ulike situasjoner blir en naturlig del av analyser hvor modellen er i bruk. Vi vil likevel peke på noen begrensninger og kjente svakheter ved modellen som det er ønskelig å jobbe videre med. Noen av disse elementer lar seg gjennomføre på kort sikt, mens andre er langsiktige prosjekter, som blant annet stiller krav til datainnsamling i MIS.

10.1 Forbedringsmuligheter i Excel-opplegget, gitt eksisterende estimeringsmodell og data

I det videre vil vi beskrive endringer i Excel-opplegget som er ønskelig å implementere på kort sikt, men som ikke lot seg gjennomføre innenfor prosjektets ramme.

I Versjon 1.0. kan brukeren endre LoS-variable (ventetid, ombordtid, bompenger osv.) for hele Oslo og Akershus, men det mangler et opplegg for å gjøre endringer for avgrensede områder innenfor Oslo og Akershus. Utvikler mener det er mulig å endre Excel-modellen slik at bruker kan spesifisere om endringer i tiltaksscenario skal gjelde hele eller deler av Oslo og Akershus.

Det kan også tenkes å lage et opplegg som tillater å aggregere resultatene over flere dimensjoner. Alternativt kan man lage en filtreringsfunksjon hvor brukerne selv kan velge hvilke variable resultatene skal beregnes over.

For prisscenarioene (takster for enkeltbilletter) kan det med fordel tenkes at scenarioene også kan spesifiseres ved absolutte prisendringer.

10.2 Forbedringsmuligheter i estimeringsmodellen ved eksisterende data

Som nevnt tidligere har vi testet over 100 forskjellige modellspesifiseringer, og er ganske trygg på at valgt modell er egnet for bruksområdet. Dog er det alltid mulig å forbedre modellen videre ved ytterligere estimering, også til gitt MIS-datasett (september 2014-august 2015). For videre arbeid vil vi til eksisterende MIS-datasett foreslå følgende:

- Teste videre på effekten av forskjellige kostnadsspesifiseringer (vi finner relativt lave tidsverdier).

- Finne andre spesifiseringer som kan gi økte tidsverdier og elastisiteter (spesielt elastisitet for ombordtid i bil og kollektiv samlet)
- Kjøre flere tester på spørsmål rundt tilfredshet med kollektivtransport (generelt og for spesifikke komponenter) i Ruter MIS
- Teste videre på interaksjonseffekter for bedre å isolere den marginale effekten av korrelerte forklaringsvariabler
- Teste bruk av ikke-lineære transformasjoner av forklaringsvariabler. For eksempel kan man benytte kvadratrot-transformasjon på ventetiden.
- Teste videre på effekten av bruk av forskjellige tilgjengelighetskriterier.

10.3 Videreutvikling av modell med eksisterende data

Versjon 1.0 av MPM23 er en ren transportmiddelvalgmodell. Den kan altså besvare sannsynligheten for at forskjellige transportmidler blir valgt, men ikke nyskapt trafikk, endringer i destinasjonsvalg eller tilbudsendringer. Det er dog mulig å utvikle metodikken slik at modellen produserer mer informasjon. I det videre foreslås videreutvikling ved bruk av eksisterende data:

- Ved bruk av oppblåsingsfaktorer er det mulig å få **beregnet totalt antall reisende** (i tillegg til markedsandeler)
- Basert på dagens metodikk er det mulig å beregne samlet trafikantnytte (via såkalte «dogsummer») av referanse og tiltaksscenario, og dermed **endring i trafikantnyttens som følge av tiltaket**. Dette kan være nyttig informasjon for samfunnsøkonomiske analyser av tiltaket.
- Det er mulig å beregne **endringen i reisefrekvens** (og dermed nyskapt trafikk) som funksjon av endring i trafikantnytte. Det kan gjøres ved en enkelt funksjon som inneholder en parameter som sier hvor mye reisehyppigheten øker når transporttilbudet (uttrykt i «dogsummer») endrer seg (Flügel og Halse, 2012). Parameteren bør estimeres på eget datasett, men kan hentes ut fra andre kilder (reisefrekvensmodellen i RTM23+ inneholder for eksempel en slik parameter).
- Utvidere modellen slik at tilfredshet med kollektivtransport og kjøp av periodekort blir beregnet endogent i modellen. Dette vil komplisere modellsystemet en del, og krever en del ressurser.
- Kvalitetssikring og bedre spesifisering av LoS-data fra EMME-modellen kan også tilføre eksisterende modell mer presisjon. Se også betraktninger i Angell 2015.

10.4 Økt representativitet i modellen

Versjon 1.0 av MPM23 støtter seg på antakelsen om at transportmiddelvalget som er rapportert i Ruter-MIS er representativt for befolkningen i Oslo og Akershus. For mindre geografiske områder er representativiteten noe usikker på grunn av få observasjoner. For å øke representativiteten kan man gjøre følgende:

- Lage vektorer (for eksempel mot RVU-data). Excel-modellen tillater at enkeltreiser vektet, men i MPM23 Versjon 1.0 er vektene satt lik 1.

- Re-estimering med nye data i MIS. Datainnsamling til MIS skjer fortløpende, og vi anbefaler at man etter en tid re-estimerer modellen på oppdatert MIS-datasett. En re-estimering hver høst kan være et eksempel. Re-estimering forventes å øke presisjonsnivået til parameterestimaterne, samt å øke antall observasjoner i predikeringsmodellen (og videre representativitet i forhold til befolkningen i hele og deler av Oslo og Akershus).
- Man kan også supplere MIS med RVU-data (2014/2015) ved estimering og predikering.
- En mer krevende og omfattende tilnærming er å lage en syntetisk befolkning for Oslo/Akershus. TØI har erfaring med å lage syntetisk befolkning fra «MATSim prosjektet» (Flügel og Kern, 2014). En slik tilnærming ville likevel kreve et omfattende forskningsarbeid.

10.5 Videreutvikling av modell gitt nye variabler i MIS

På grunn av manglende informasjon i MIS har vi vært nødt til å gjøre en del forenklinger ved utvikling av MPM23 Versjon 1.0. Dette gjelder spesielt for tidsaspektet ved reisemiddelvalg, ettersom MIS mangler informasjon om avreisetidspunkt. Dersom man i fremtiden inkluderer informasjon om avreisetidspunkt i undersøkelsen kan man skille mellom reiser i rush og ikke-rush og tilordne LoS-data mer pålitelig. I tillegg vil modellen kunne segmentere på klokkeslett, dette ville åpne opp for del nye analysemuligheter for transportmiddelvalg.

Videre mangler MIS informasjon om inntekt. Denne variabelen kan være interessant å belyse i en transportmiddelvalgsammenheng.

Til slutt vil vi nevne behovet for å inkludere holdningsspørsmål i estimeringsmodellen. Vi har testet effekten av spørsmålet relatert til hvor miljøbevisste de reisende er rundt transportmiddelvalg. Resultatene virket lovende, og var stort sett intuitive. Dessverre var variablene kun inkludert i MIS for to måneder, noe som hindrer inkludering i predikeringsopplegget. Et fast spørsmål om miljøbevissthet i MIS kan gi spennende analyser i transportmiddelvalgsammenheng, og muligens utvide analyseområdet for fremtidige versjoner av MPM23.

Referanser

- Angell T. 2015. Markedspotensialmodell for Ruter – leveranse av LOS-data Vedlegg til TØIs dokumentasjon av utviklingen av Markedspotensialmodell for Oslo og Akershus (MPM23), Notat
- Balcombe, R, Mackett, R, Pually, N, Preston, J, Shires, J, Titheridge, M, Wardman, H og White, P. 2004. The demand for public transport: a practical guide. TRL report TRL593, www.DemandForPublicTransport.co.uk.
- Ben-Akiva, M. & S. R. Lerman. 1985. Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Bierlaire, M. 2003. BIOGEME: A free package for the estimation of discrete choice models. In Proceedings of the 3rd Swiss Transportation Research Conference, Ascona, Switzerland.
- Bierlaire, M. 2008. An introduction to BIOGEME Version 1.8. (2008) <http://biogeme.epfl.ch/v18/tutorialv18.pdf>.
- Fearnley og Bekken (2005) Etterspørselseffekter på kort og lang sikt: en litteraturstudie i etterspørselsdynamikk. TØI-rapport 802/2005
- Flügel, S. & Halse, A.H.(2012). High-speed rail ridership forecasts for the corridors Oslo-Bergen and Oslo-Trondheim - Preliminary analysis. Oslo: Institute of Transport Economics. Unpublished manuscript.
- Flügel, S. and Kern, J. (2014): Workshop on activity-based traffic simulations. Power-Point-Presentation, Institute of Transport Economics (tilgjengelig ved etterspørsel; send e-post til sfl@toi.no)
- Goodwin, P.B., 1992. A review of new demand elasticities with special reference to short and long run effects of price changes. Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 26:2, pp.155-186. Referert i Elasticities Database Online
- Litman (2014) Transportation Elasticities: How Prices and Other Factors Affect Travel Behavior. TDM Encyclopedia. <http://www.vtpi.org/tdm/tdm11.htm> besøkt november 2015
- Luk, J., Hepburn, S., 1993. New Review of Australian Travel Demand Elasticities. ARRB Report ARR 249, Australian Road Research Board, Vermont South. Referert i Elasticities Database Online
- Müller, S., Schiller, C., 2015. Improvement of the volume-delay function by incorporating the impact of trucks on traffic flow. Transportation Planning and Technology, Volume 38, Issue 8, 2015 pages 878-888 DOI:10.1080/03081060.2015.1079388
- Pratt (1999) Richard H. Pratt (1999-2007), Traveler Response to Transportation System Changes, TCRP Report 95, TRB (www.trb.org); at www.trb.org/TRBNet/ProjectDisplay.asp?ProjectID=1034. Referert i Litman (2014)

- Rich, J., Mabit, S.L., 2011. A Long-Distance Travel Demand Model for Europe. *European Journal of Transport and Infrastructure Research* 12(1), 2011, pp. 1-20. Referert i Fearnley m fl 2012
- SACTRA (1994), Trunk Roads and the Generation of Traffic, Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment, UKDoT, HMSO
- 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 verdsetningsstudien - Sammendragsrapport. TØI rapport 1053/2010. Oslo
- Small & Winston (1999) "The Demand for Transportation: Models and Applications," in *Essays in Transportation Economics and Policy*, Brookings Institute. Referert i Litman (2014)
- TRACE (1999) Elasticity Handbook: Elasticities for Prototypical Contexts, TRACE; Costs Of Private Road Travel And Their Effects On Demand, Including Short And Long Term Elasticities; Prepared for the European Commission, Directorate-General for Transport, Contract No: RO-97-SC.2035, (www.cordis.lu/transport/src/tracerep.htm). Referert i Litman (2014)
- Vibe, N., Engebretsen, Ø., Fearnley, N. (2005) Persontransport i norske byområder. Utviklingstrekk, drivkrefter og rammebetingelser. TØI-rapport 761/2005

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