

# Prognosemodell for flyreiser mellom Norge og utlandet





# Prognosemodell for flyreiser mellom Norge og utlandet

Vegard Østli  
Harald Thune-Larsen

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

**Tittel:** Prognosemodell for flyreiser mellom Norge og utlandet

**Forfattere:** Vegard Østli  
Harald Thune-Larsen

**Dato:** 10.2015

**TØI rapport:** 1442/2015

**Sider** 84

**ISBN Elektronisk:** 978-82-480-1669-4

**ISSN** 0808-1190

**Finansieringskilde:** Avinor  
Jernbaneverket  
Kystverket  
Statens vegvesen Vegdirektoratet

**Prosjekt:** 4086 - Avrop 1 - Internasjonal persontransportmodell - NTP 2018-2027

**Prosjektleder:** Harald Thune-Larsen

**Kvalitetsansvarlig:** Lasse Fridstrøm

**Emneord:** Flytrafikk  
Modeller  
Prognoser

#### **Sammendrag:**

TØI har utarbeidet en ny prognosemodell for flyreiser mellom Norge og utlandet. Prognosemodellen er basert på økonometriske beregninger med utgangspunkt i reisevaneundersøkelsene (RVU) gjennomført på norske lufthavner mellom 2003 til 2013, i tillegg til andre datakilder.

Modellen er regnearkbasert og består av 4 delmodeller for trafikk som starter eller ender på Oslo lufthavn og 4 delmodeller for trafikk som starter og ender på lufthavnene til Ålesund, Bergen, Bodø, Harstad-Narvik, Haugesund, Kristiansand, Molde, Stavanger, Tromsø og Trondheim.

Delmodellene håndterer 4 segmenter av trafikken

- A. Fritidsreiser fra Norge
- B. Fritidsreiser fra utlandet
- C. Arbeidsbetingede reiser fra Norge
- D. Arbeidsbetingede reiser fra utlandet

Forklaringsvariablene er billettpriser, valutakurser, økonomisk vekst, befolkningsvekst, vekst i internasjonal turisme, norsk handel med utlandet og et mål for reisetid som tar hensyn til om flyreisene går direkte eller indirekte (minst 1 mellomlanding) til destinasjonen.

*Rapporten utgis kun i elektronisk utgave.*

Transportøkonomisk Institutt  
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo  
Telefon 22 57 38 00 - [www.toi.no](http://www.toi.no)

**Title:** Forecasting Model for Norwegian International Air Passenger Transport

**Author(s):** Vegard Østli  
Harald Thune-Larsen

**Date:** 10.2015

**TØI report:** 1442/2015

**Pages** 84

**ISBN Electronic:** 978-82-480-1669-4

**ISSN** 0808-1190

**Financed by:** Avinor  
The Norwegian Coastal Administration  
The Norwegian National Rail Administration  
The Norwegian Public Roads Administration

**Project:** 4086 - Avrop 1 - Internasjonal persontransportmodell - NTP 2018-2027

**Project manager:** Harald Thune-larsen

**Quality manager:** Lasse Fridstrøm

**Key words:** Air traffic  
Forecasting  
Model

#### **Summary:**

TØI has developed a new forecasting model for Norwegian international air traffic based on econometric analysis of travel patterns found in Norwegian air travel surveys in the period of 2003-2013 in addition to a number of other data sources.

The model is programmed in excel and divided into 4 sub models for traffic originating or ending at Oslo airport and 4 sub models for traffic originating or ending at the airports of Ålesund, Bergen, Bodø, Harstad-Narvik, Haugesund, Kristiansand, Molde, Stavanger, Tromsø og Trondheim.

The sub models handles 4 segments of the traffic

- A. Leisure trips from Norway
- B. Leisure trips to Norway
- C. Business trips from Norway
- D. Business trips to Norway

The explanatory variables are air fares, exchange rates, economic growth, population growth, growth in international tourism, Norwegian international trade and average travel time to the destination taken into consideration the mix between direct traffic and indirect (at least 1 transit) traffic.

Language of report: Norwegian

*This report is available only in electronic version.*

Institute of Transport Economics  
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, Norway  
Telefon 22 57 38 00 - [www.toi.no](http://www.toi.no)

# Forord

Sekretariatet for Nasjonal transportplan har gitt Transportøkonomisk institutt (TØI) i oppdrag å utvikle en ny prognosemodell for flytrafikk til og fra Norge. Flytrafikken til og fra Norge har økt sterkt i mange år, og et av formålene med prosjektet har vært å avdekke hvilken betydning rutetilbudet har for trafikken.

Prognosemodellen er basert på økonometriske beregninger basert på data fra reisevaneundersøkelser (RVU) gjennomført på norske lufthavner mellom 2003 til 2013, i tillegg til andre datakilder. Fra de økonometriske beregningene er det utledet et sett med tilbuds- og etterspørselselastisiteter som er benyttet til å utvikle en regnearkbasert prognosemodell.

TØIs medarbeidere har vært Vegard Østli og Harald Thune-Larsen, med sistnevnte som prosjektleder. Lasse Fridstrøm har kvalitetssikret rapporten.

Oppdragsgivers kontaktpersoner har vært Oskar Kleven, Jon Inge Lian og Øystein Ulstein Tvetene. I tillegg har Lars Draagen og Torolf Holte bidratt med nyttige innspill.

Oslo, November 2015

Transportøkonomisk institutt

*Gunnar Lindberg*  
direktør

*Kjell Werner Johansen*  
avdelingsleder



# Innhold

## Sammendrag

### Summary

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Litteraturstudie</b> .....	<b>2</b>
2.1	Metastudier.....	2
2.2	Paneldatastudier.....	3
<b>3</b>	<b>Metode</b> .....	<b>5</b>
3.1	Modellstruktur .....	7
3.2	Data .....	9
3.3	Forklaringsvariablene.....	10
3.4	Soneinndeling og modellspesifikasjoner .....	13
3.4.1	OSL-modell.....	14
3.4.2	Regional Modell.....	15
3.4.3	De økonometriske modellspesifikasjonene .....	17
<b>4</b>	<b>Økonometriske analyser</b> .....	<b>22</b>
4.1	Reisetidsvariabelen – hvordan kan den tolkes?.....	25
4.2	Modellenes forklaringskraft .....	27
4.3	Trafikkstrømmer summert over reisehensikt.....	30
4.3.1	Modell for OSL .....	30
4.3.2	Regional Modell.....	33
4.4	Trafikkstrømmer for hver enkelt lufthavn i de regionale modellene.....	35
4.4.1	Summert for hele analyseperioden.....	35
4.4.2	Utvikling over tid.....	37
4.5	«Backcasting» i analyseperioden .....	39
<b>5</b>	<b>Regnearkmodell for prognoser</b> .....	<b>43</b>
5.1	Utarbeiding av prognoser.....	45
5.1.1	Dashbordet.....	46
5.2	Output.....	51
<b>6</b>	<b>Oppsummering</b> .....	<b>55</b>
	<b>Referanser</b> .....	<b>57</b>
	<b>Vedlegg: Økonometriske beregninger</b> .....	<b>59</b>





**Sammendrag:**

# Prognosemodell for flyreiser mellom Norge og utlandet

TØI rapport 1442/2015

Forfattere: Vegard Østli, Harald Thune-Larsen

Oslo 2015 84 sider

Med bakgrunn i datamateriale fra reisevaneundersøkelser for fly fra 2003 til 2013 er det i denne studien gjennomført økonomiske analyser av etterspørselen etter utenlands flyreiser til og fra Oslo lufthavn og ti større regionale lufthavner. Elastisitetene utledet i de økonomiske beregningene er benyttet i en Excel-basert prognosemodell som fremskriver etterspørselen etter flyreiser til utlandet for hvert enkelt år mellom 2015 og 2045 med utgangspunkt i utviklingen i et sett med forklaringsvariabler.

På oppdrag fra Sekretariatet for Nasjonal transportplan har Transportøkonomisk institutt utarbeidet en prognosemodell for internasjonal persontransport for fly. Behovet for en prognosemodell er knyttet til et ønske om å utarbeide velbegrunnede passasjerprognoser for internasjonal flytrafikk 20-30 år fremover i tid. Passasjerprognosene vil blant annet kunne inngå som grunnlag for investeringsbeslutninger og for beregninger av fremtidige klimautslipp.

Prognosemodellen er basert på økonomiske beregninger basert på data fra reisevaneundersøkelser (RVU) gjennomført på norske lufthavner mellom 2003 til 2013, i tillegg til andre datakilder. Fra de økonomiske beregningene er det utledet et sett med tilbuds- og etterspørsel elastisiteter som benyttes som inndata i en regnearkbasert prognosemodell.

## Økonomiske beregninger

I de økonomiske beregningene er det benyttet paneldatametoder. Vi estimerer etterspørselen etter flyreiser for en rekke OD-par, der OD-parene er definert som relasjonen mellom en norsk lufthavn og en utenlandsk destinasjonssone. En utenlandsk destinasjonssone kan være et enkelt land, eller en sammensetning av flere land. Hvert enkelt OD-par betraktes som en tverrsnittsenhet i den økonomiske modellen. Tidsserien består av 7 perioder, som er antallet reisevaneundersøkelser for fly som er gjennomført mellom 2003 og 2013.

Det er beregnet økonomiske modeller etter to reisehensikter, og gjort et skille mellom reiser som starter i Norge og reiser som starter i utlandet. Det er dermed et sett av fire forskjellige reisehensikter som er tilknyttet hver enkelt modell:

- A. Fritidsreiser fra Norge
- B. Fritidsreiser fra utlandet
- C. Arbeidsbetingede reiser fra Norge
- D. Arbeidsbetingede reiser fra utlandet

De økonometriske beregningene er gjennomført separat for OSL og de ti største regionale lufthavnene som driftes av Avinor:

1. Oslo-modeller (OSL)
2. Regionale modeller som dekker følgende flyplasser:
  - Ålesund (AES)
  - Bergen (BGO)
  - Bodø (BOO)
  - Evenes (EVE)
  - Haugesund (HAU)
  - Kristiansand (KRS)
  - Molde (MOL)
  - Stavanger (SVG)
  - Tromsø (TOS)
  - Trondheim (TRD)

Totalt i prosjektet er det dermed estimert åtte økonometriske modeller, der modell 1A, 1B, 1C og 1D modellerer reisestrømmene til og fra OSL for de fire ulike reisehensiktene gitt ovenfor, mens tilsvarende modell 2A, 2B, 2C og 2D modellerer reisestrømmene til og fra de regionale lufthavnene.

OSL-modellene (1A-1D) og de regionale modellene (2A-2D) har en vesentlig strukturell forskjell. I de regionale modellene beregnes de totale reisestrømmene fra 10 forskjellige lufthavner til et sett av utenlandske destinasjonssoner. For OSL-modellene beregnes i stedet den totale reisestrømmen fra en enkelt lufthavn til et sett av utenlandske destinasjonssoner. For OSL-modellene er det dermed én tverrsnittsenhet per utenlandske destinasjonssone, mens det for de regionale modellene er 10 tverrsnittsenheter per utenlandsk destinasjonssone, lik antall lufthavner som inngår i analysene.

Det er en skjønnsmessig vurdering av datagrunnlaget fra RVU 2003-2013 som ligger til grunn for hvor mange utenlandske destinasjonssoner det er benyttet i de økonometriske modellene. Antallet utenlandske destinasjonssoner er flest i OSL-modellene (mellom 18 og 21), og færrest for de regionale modellene (mellom 3 og 6).

## Forklaringsvariabler i modellene

I hver av modellene benyttes antall gjennomførte reiser (PAX) som avhengig variabel og et sett av forklaringsvariabler, som er forskjellig for de ulike modellene. Noen av forklaringsvariablene inngår i flere av de økonometriske modellene, mens andre er spesifikke for en enkelt modell. Vi har lagt vekt på at de forklaringsvariablene vi har spesifisert gir intuitiv mening, samtidig som vi har prøvd å benytte forklaringsvariabler som har blitt benyttet i lignende studier tidligere. I tillegg har vi naturligvis også tatt hensyn til at modellene skal ha så høy forklaringskraft ( $R^2$ ) som mulig. Tabell S.1 viser de ulike forklaringsvariablene som er benyttet i estimeringen:

Tabell S.1. Forklaringsvariabler benyttet i de økonometriske modellene

Variabel	Forklaring
Billettpris	Gjennomsnittlig billettpris tur/retur for et OD-par (tverrsnittsenhet) et gitt år i tidsserien. Avhenger av reisehensikt. Faste 2013-priser.
Valutakurs	EURO-kurs mot NOK et gitt år i tidsserien (€/NOK)
Konsum	Aggregert konsum for norske husholdninger et gitt år i tidsserien. Måles i NOK 2013.
Inntekt	Gjennomsnittlig personlig inntekt per capita på kommunenivå (flyplassens hjemkommune <sup>1</sup> ). Måles i NOK 2013.
Turisme	Antall turistbesøk totalt fra hele verden i et gitt år til en gitt utenlandsk sone.
Befolkning kommune	Befolkning i antall personer på kommunenivå (flyplassens hjemkommune) et gitt år.
Befolkning utland	Befolkning i antall personer for en utenlandsk sone et gitt år.
BNP per capita	BNP per capita for en gitt utenlandsk sone målt i US dollar 2013.
BNP totalt	BNP totalt for en gitt utenlandsk sone målt i US dollar 2013.
BNP fastlands-Norge	BNP totalt for fastlands-Norge. Måles i NOK 2013.
Handel	Målt som summen av import og eksport mellom Norge og en gitt utenlandsk sone. Måles i NOK 2013.

I tillegg til variablene gitt i tabellen over er det også utarbeidet et mål på reisetid som en forklaringsvariabel i modellene. Den intuitive tolkningen bak denne variabelen er at de reisende foretrekker at flyreisen gjennomføres så hurtig, eller effektivt, som mulig. Forklaringsvariabelen er inkludert i modellene for å kunne gi et anslag på hva som skjer med reisestrømmene når rutetilbudet endres.

Den gjennomsnittlige reisetiden for hvert enkelt OD-par for hvert år beregnes som en funksjon av andelen direkte reiser for OD-paret i hvert enkelt år. Dersom andelen direkte reiser endres i tidsperioden, vil også den gjennomsnittlige reisetiden for de reisende på OD-paret endres. I de økonometriske modellberegningene forventer vi at en lavere gjennomsnittlig reisetid, som følge av at en større andel reiser direkte, medfører økt reiseetterspørsel for dette OD-paret. I modellene for fritidsreiser benytter vi gjennomsnittlig reisetid som forklaringsvariabel. I modellene for arbeidsreiser benytter vi variabelen gjennomsnittlig reisehastighet, definert som gjennomsnittlig reisetid dividert med distanse.

## Resultater fra økonometriske beregninger

Tabell S.2 gir resultatene fra de økonometriske modellberegningene. I tabellen angir antall grupper summen av OD-relasjoner som inngår i hver modell. Eksempelvis er det 21 utenlandske soner i modell 1A, mens det er én norsk flyplass (OSL). For modell 2A er det 6 utenlandske soner og 10 regionale flyplasser, som gir 60 OD-relasjoner. Antall observasjoner som inngår i datagrunnlaget for analysene er deretter gitt som antall OD-relasjoner multiplisert med antallet tidsperioder. Benevnelsen *Fra* og *Til* i tabellen refererer til om modellen gjelder reiser fra Norge eller til Norge.

<sup>1</sup> Flyplassens hjemkommune samsvarer i stor grad med navnet på flyplassen. Eksempelvis er Bergen (BGO) tilknyttet Bergen kommune, etc.

I tabellen viser vi de beregnede elastisitetene med hensyn til PAX for de ulike modellene, det vil si alle kontinuerlige forklaringsvariabler som er spesifisert som logaritmer i modellene. Verdiene uten parentes er signifikante på 5 % nivå, mens verdiene med parentes ikke er signifikant forskjellige fra null.

Tabell S.2. Sammenligning av forklaringsvariabler og elastisiteter på tvers av de økonometriske modellene.

	Modell 1: OSL				Modell 2:Regional			
	Fritid		Arbeid		Fritid		Arbeid	
	Fra	Til	Fra	Til	Fra	Til	Fra	Til
	A	B	C	D	A	B	C	D
Observasjoner	147	126	119	126	420	210	210	210
Antall grupper (OD-par)	21	19	18	19	60	30	30	30
R <sup>2</sup>	0,90	0,89	0,93	0,87	0,89	0,85	0,93	0,89
Billettpris	-0,30	-1,00	-0,19	(-0,11)	-0,43	-0,91		
Reisehastighet	2,02	1,59			1,32	0,98		
Reisetid			-0,43	-0,36			-0,32	-0,95
EURO	-0,95				(-0,41)			
Turisme utlandssone	0,35				0,35			
Konsum norske hush.	1,27							
Inntekt per capita kommune					1,30			
Befolkning kommune					0,55			
Befolkning utlandssone		0,30				0,44		
BNP capita utlandssone		0,46				1,34		
BNP totalt utlandssone			0,30					
BNP Fastlands-Norge				1,67				1,11
Handel			(0,11)	0,51			0,83	0,54

De beregnede elastisitetene stemmer generelt godt overens med våre a priori forventninger. I tilfeller der samme forklaringsvariabel er benyttet i flere modeller, finner vi likevel nokså ulike elastisiteter. Dette understreker viktigheten av å spesifisere separate modeller for ulike reisehensikter. Tabellen viser videre at de forskjellige modellenes forklaringskraft er relativt god. Det betyr at vi med våre modeller makter å forklare etterspørselen etter flyreiser mellom ulike OD-par på et relativt presist nivå, for hvert enkelt år i analyseperioden.

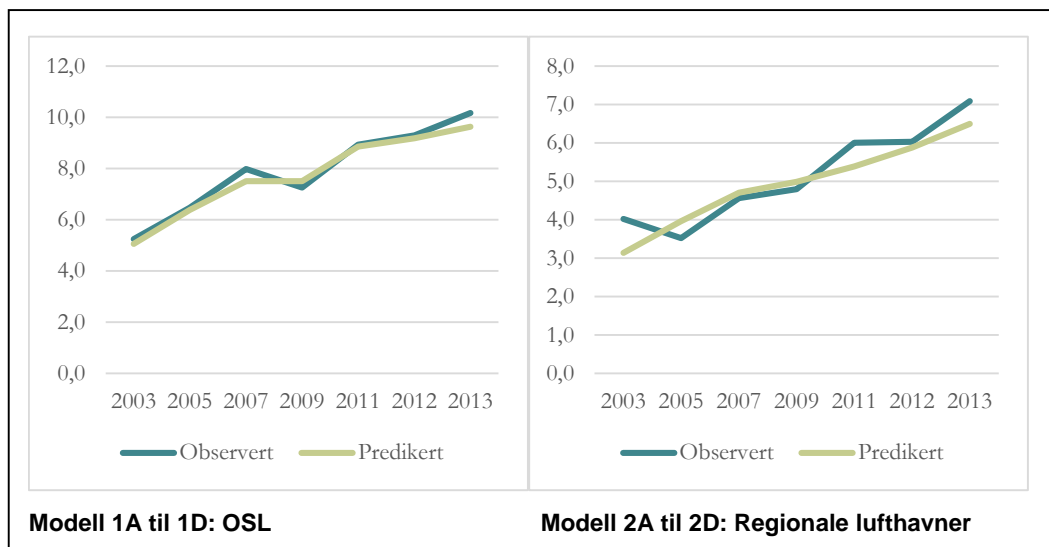
Dersom en celle i tabellen er tom for en gitt modell, betyr dette at forklaringsvariabelen ikke er benyttet i denne modellen. I visse tilfeller er forklaringsvariabler utelatt fra modellen grunnet feil fortegn. Dette gjelder blant annet modellene for regionale arbeidsreiser hvor vi beregner en svakt positiv priselastisitet (ikke signifikant).

Fra tabellen ser vi at en økning i billettprisen for et OD-par, isolert sett, fører til en reduksjon i antall reisende (PAX). En økning i direkteandelen for et OD-par medfører en bedring i reisehastighet/reisetid, og en økning i antall reisende. Dersom den norske krona svekker seg mot EURO får vi en reduksjon i fritidsreiser fra OSL og de regionale lufthavnene, til samtlige utenlandske soner. En økning i total turisme fra hele verden til en destinasjonssone, fører til økt fritidstrafikk fra OSL og de regionale lufthavnene til denne sonen. Elastisiteten med hensyn til konsum og inntekt er positiv, og slår ut likt for reiser til alle destinasjonssoner. En økning i BNP per capita/totalt fører til økt reiseaktivitet, i samtlige modeller hvor en slik

forklaringsvariabel er inkludert. Til slutt beregner vi en positiv elastisitet for handel mellom Norge og utenlandske soner. Dersom handelen mellom Norge og en utenlandsk sone øker, fører dette til en økning i antallet arbeidsbetingede reiser fra OSL og de regionale lufthavnene.

### Samsvar med observerte trafikkstrømmer i analyseperioden

Ved å summere den modellberegnete trafikken for alle OD-par over alle fire reisehensikter, kan vi sammenligne hvordan de beregnede totale trafikkstrømmene stemmer overens med observert trafikk. Figur S.1 viser dette for modell 1A til 1D for OSL og modell 2A til 2D for de regionale lufthavnene.



Figur S.1. Modellberegnet og observerte totale trafikkstrømmer fra OSL og regionale lufthavner. Målt i millioner PAX langs y-aksen, og år på x-aksen.

I sum ser vi at den totale modellberegnete trafikken fra OSL, og samlet for de regionale lufthavnene, samsvarer godt med den faktiske trafikken i analyseperioden. Vi har dermed estimert et sett med økonometriske modeller som er i stand til å beregne de totale trafikkstrømmene i analyseperioden med god presisjon.

Ved å undersøke nærmere de totale trafikkstrømmene for hver enkelt reisehensikt, finner vi at modellene for fritidsreiser ut av Norge (1A og 2A) har best overenstemmelse mellom observert og beregnet trafikk, mens modellene for arbeidsreiser har et noe større relativt avvik mellom observert og modellberegnet trafikk. For disse modellene (1C, 2C, 1D, 2D) er den observerte trafikken noe mer volatil enn det modellen beregner.

Hvis vi bryter trafikkstrømmene ned på hver enkelt lufthavn i de regionale modellene, finner vi at overenstemmelsen mellom modellberegnete trafikkstrømmer og observerte trafikkstrømmer er bedre for de store lufthavnene enn for de små. Det er dermed noe større usikkerhet rundt de beregnede trafikkstrømmene for de mindre regionale lufthavnene.

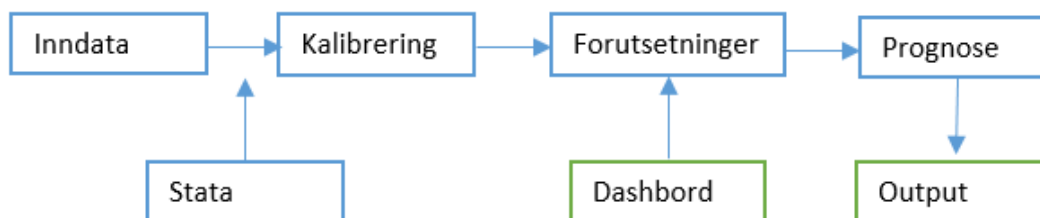
## Prognosemodellen

Vi har benyttet elastisitetene utledet i de økonometriske beregningene til å konstruere en Excel-basert prognosemodell som fremskriver etterspørselen etter flyreiser til utlandet frem til 2045, med bakgrunn i hvilken utvikling man legger til grunn for forklaringsvariablene.

I prognosemodellen er det benyttet en grovere inndeling i utenlandske soner enn det som er benyttet i mange av de økonometriske beregningene. Vi predikerer etterspørselen etter flyreiser til utlandet fra OSL og hver enkelt av de regionale flyplassene til tre forskjellige utenlandske soner:

- Norden
- Europa<sup>2</sup>
- Interkontinental

Figur S.2 viser en skisse av dataflyten i regnearkmodellen:



Figur S.2. Skisse av dataflyt i Prognosemodell

For de som skal lage prognoser med regnearkmodellen, er det de to boksene med grønt omriss som vil være sentrale. I Excel-arket er alle arkfaner som ikke er inkludert i de to grønne boksene skjult for brukeren.

I arkfanen *Dashbord* kan brukeren legge inn forutsetninger for forklaringsvariablene for hvert år i prognoseperioden. Forklaringsvariablene er oppdatert frem til 2014, og den totale trafikken fra hver lufthavn er kalibrert slik at den stemmer overens med observerte trafikk tall fra RVU for dette året. Brukeren av prognosemodellen har mulighet til å legge inn egne forutsetninger for hvert år mellom 2015 og 2045.

Resultatene fra prognosene kommer ut i bearbeidet form i fire Output-faner som viser de prognostiserte trafikkstrømmene fra hver lufthavn. I fanen *Output-1* beregner vi total utlandstrafikk fra lufthavnene med bakgrunn i første avreiselufthavn i Norge. I *Output-2* beregner vi utlandstrafikken fra hver lufthavn når vi tar hensyn til andelen utenlandsreiser fra regionale lufthavner som har mellomlanding i OSL. I *Output-Total* bygger vi videre på *Output-2*, men inkluderer også utenlandsreiser fra mindre regionale lufthavner og utlandet som har transfer i OSL eller en av de ti regionale lufthavnene som er inkludert i modellen. Til slutt viser *Output-Grafisk* resultatene fra prognoseberegningene i figurform.

<sup>2</sup> Ikke inkludert Norden

---

**Summary:**

# Forecasting Model for Norwegian International Air Travel Demand

TØI Report 1442/2015

Authors: Vegard Østli, Harald Thune-Larsen

Oslo 2015, 84 pages Norwegian language

---

*In this study we use data from national air travel surveys to estimate a set of econometric models to predict the demand for international air passenger transport to and from Oslo Airport (OSL) and ten regional airports in Norway. The elasticities estimated in the econometric models are used as input in an Excel-based forecasting model predicting annual air travel demand between 2015 and 2045. The model can be used as a tool to predict greenhouse gas emissions from aviation and to evaluate airport investment decisions.*

## Econometric models

The econometric models are based on data collected during 2003 through 2013. Random effects panel data methods have been used for estimation. The demand for air passenger transport is estimated for a set of different origin-destination (OD) pairs, defined as the relation between a Norwegian airport and a foreign destination zone. The destination zone can either be a country, or a set of countries. Every single OD pair constitutes a cross-sectional unit in the econometric model. The time series consists of seven time periods, equal to the number of national air travel surveys that are utilized in the estimation.

Econometric models are constructed separately for work trips and leisure trips, and separately for trips starting in Norway or abroad. There are four different passenger segments:

- A. Leisure trips from Norway
- B. Leisure trips to Norway
- C. Work trips from Norway
- D. Work trips to Norway

Further, we differentiate between Oslo Airport (OSL) and the ten regional airports in the estimation:

- 1. Models for OSL
- 2. Regional models covering the following airports:
  - Ålesund (AES)
  - Bergen (BGO)
  - Bodø (BOO)
  - Evenes (EVE)
  - Haugesund (HAU)
  - Kristiansand (KRS)
  - Molde (MOL)
  - Stavanger (SVG)
  - Tromsø (TOS)
  - Trondheim (TRD)

Thus, we have estimated eight econometric models, where models 1A, 1B, 1C and 1D estimate the travel demand to and from OSL for the four travel purposes stated above. Similarly, models 2A to 2D estimate travel demand to and from the regional airports. There is a structural difference between the set of models 1 and 2. Model 1 estimates travel demand from one single airport, while model 2 estimates travel demand from 10 individual airports. This implies that we have one cross-sectional unit per destination zone for model 1, but ten cross-sectional units per destination zone for model 2. Based on the data quality and number of observations from the travel surveys, a larger set of destination zones are specified for model 1 (18 to 21 zones) than for model 2 (3 to 6 zones).

## Explanatory variables

The dependent variable in each of the econometric models is the number of journeys (PAX). The explanatory variables vary somewhat between the models, with emphasis on variables that make intuitive sense and have been used in similar studies before. Table S.1 sets out the explanatory variables used for estimation<sup>1</sup>:

Table S.1. Explanatory variables used in econometric models

Variable	Explanation
Airfare	Average airfare for roundtrip ticket
Exchange rate	EURO exchange rate (€/NOK)
Consumption	Total consumption for Norwegian households.
Income	Average personal income per capita per municipality <sup>2</sup>
Tourism	Number of world tourist visits to a destination zone.
City population	Population in Norwegian city
Population abroad	Population in destination zone
GDP per capita (\$)	GDP per capita in destination zone
GDP total (\$)	Total GDP in destination zone
GDP Norway	Total GDP for mainland Norway
Trade	The sum of imports and exports between Norway and destination zone

In addition to the explanatory variables described in table S.1, a measure for travel time is also included as one of the explanatory variables. The intuition behind this variable is that people prefer trips that are as fast, or efficient, as possible. The variable is meant to capture the demand effect of more frequent direct flights to a destination.

By using the observed share between direct<sup>3</sup> and indirect<sup>4</sup> trips for a certain OD pair, the average travel time can be calculated. In the econometric models we expect a lower average travel time for an OD pair, due to a higher share of direct trips, to lead to increased travel demand on this OD pair. In the models for leisure trips we use the variable average travel speed, defined as average travel time divided by distance.

<sup>1</sup> Fixed 2013-prices is used for airfare, consumption, income, GDP measures and trade.

<sup>2</sup> Every regional airport is assigned a home municipality. For instance Bergen airport (BGO) is assigned Bergen municipality.

<sup>3</sup> Nonstop trips without transfer

<sup>4</sup> A trip with one (or more) transfers



## Model estimation

The results from the econometric model estimation are given in table S.2. The number of observations is given as the sum of cross-sectional units multiplied by the number of periods in the time series. The labels from/to indicate whether the journey starts in Norway or abroad. The table shows the estimated elasticities with respect to PAX, for the explanatory variables included in each model. Values without brackets are statistically significant on a 5 % level, while values in brackets are not significant.

Table S.2. Results from econometric model estimation.

	Model 1: OSL				Model 2:Regional			
	Leisure		Work		Leisure		Work	
	From	To	From	To	From	To	From	To
	A	B	C	D	A	B	C	D
Observations	147	126	119	126	420	210	210	210
Number of groups (OD-pairs)	21	19	18	19	60	30	30	30
R <sup>2</sup>	0,90	0,89	0,93	0,87	0,89	0,85	0,93	0,89
Airfare	-0,30	-1,00	-0,19	(-0,11)	-0,43	-0,91		
Travel speed	2,02	1,59			1,32	0,98		
Travel time			-0,43	-0,36			-0,32	-0,95
EURO exchange rate	-0,95				(-0,41)			
World tourism dest. Zone	0,35				0,35			
Aggregate consumption	1,27							
Income per capita in city					1,30			
Population in city					0,55			
Population destination zone		0,30				0,44		
GDP per capita dest. zone		0,46				1,34		
Total GDP destination zone			0,30					
Total GDP mainland Norway				1,67				1,11
Trade			(0,11)	0,51			0,83	0,54

The signs of the estimated coefficients concur with a priori expectations. In some cases where the same variable is used in several models, the estimated elasticities are significantly different from each other. This underlines the importance of specifying separate econometric models for different travel purposes. The explanatory power is acceptable for all models, with R<sup>2</sup> ranging from 0,85 to 0,93. This implies that our set of models are able to predict the demand for international air travel for different OD pairs with a fairly good precision, for each period included in the time series.

Empty cells in the list of variables in table S.2 indicate that this variable has not been included in this model. In some instances variables have been excluded in models due to their estimates not being in accordance with a priori assumptions. An example occurs in the regional models for work trips, where we estimate positive (but insignificant) elasticities with regard to airfare.

Our estimates show that an increase in airfare for an OD pair leads to a reduction in air travel demand (PAX). An increase in the share of direct trips for an OD pair leads to an improvement in travel speed/travel time, and an increase in air travel demand. The exchange rate also matters. A weakening of the NOK to EURO ratio causes a decrease in travel demand to all destination zones. An increase in world tourism to a destination increases demand for leisure trips to this destination, both from OSL and

from the regional airports. Furthermore, the elasticities with respect to consumption and income are positive, implying increased travel demand to all destination zones. An increase in total GDP, and GDP per capita, increases travel demand in all models where these variables are included. Finally, we estimate a positive elasticity with respect to trade, causing an increase in work related trips when trade between Norway and a destination zone increases.

### Comparison between estimated and observed travel demand

By summing up the predicted travel demand for all OD-pairs and all travel purposes, we can compare predicted and observed total travel demand. Figure S.1 shows this comparison for model 1A to 1D (OSL) and model 2A to 2D (regional airports).

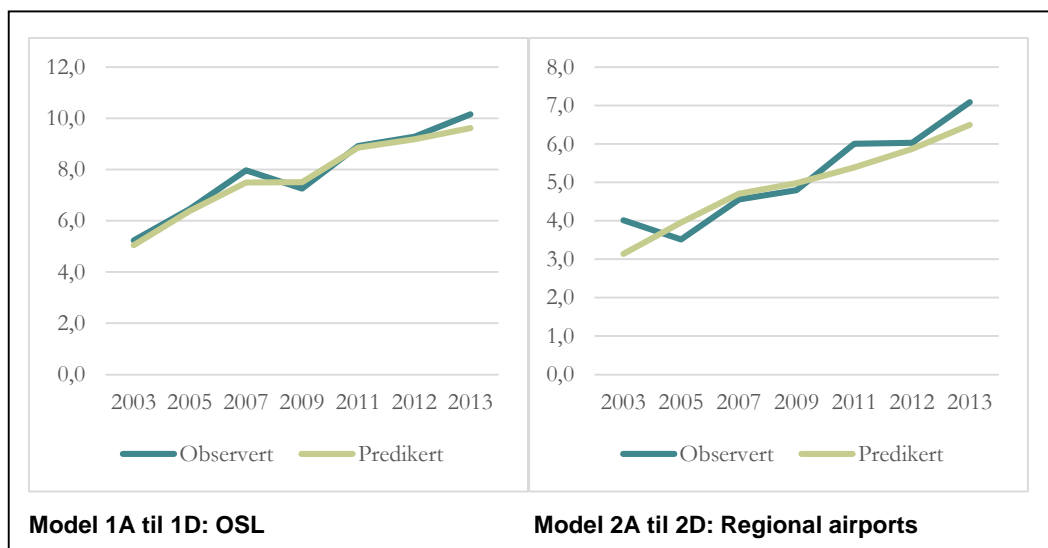


Figure S.1. Total estimated travel demand and observed travel demand from OSL and regional airports. All travel purposes combined. PAX measured in millions on vertical axis.

In total, the model estimated travel demand from OSL and the regional airports corresponds well with the observed traffic volumes in the time period. Thus, the econometric models are capable of estimating traffic volumes accurately at an aggregate level.

By further examination, we find that the models for leisure trips originating in Norway (Model 1A and 2A) are most accurate, while the models for work trips (Model 1C, 1D, 2C, 2D) are somewhat more inaccurate in terms of predicting total air travel demand. In particular, the model tends to smooth out the demand for work trips between time periods, while actual demand is more volatile.

Investigating air traffic demand for individual regional airports, we find that the larger regional airports have a better accordance between model estimated and actual travel demand than the smaller regional airports.

### The forecasting model

The elasticities derived from the econometric models are used as input to the forecasting model for international air passenger transport. The model is Excel-based

and predicts annual air travel demand from 2015 to 2045 for OSL and for each of the regional airports. The forecasts are based on the assumed development of the explanatory variables used in the econometric models. The forecasting model predicts air traffic demand to the following aggregate destination zones:

- Nordic countries
- Europe<sup>5</sup>
- Intercontinental

The model is calibrated so that the estimated travel demand in 2014 coincides with the observed traffic. The user of the forecasting model makes assumptions about the future development of explanatory variables included in the model, in the spreadsheet called *Dashboard*. After being processed by several computational sheets, the forecast is presented in three different sheets denoted *Output*.

In *Output-1* we forecast the air passenger demand to and from the originating airport, where the trip abroad started or ended. In *Output-2* we account for the fact that many of the trips originating in regional airports have transfer in OSL. Thus, in this sheet we forecast the air passenger demand for the last Norwegian airport before exiting the country. In *Output-grafisk* we present the results from the forecast in graphical form.

---

<sup>5</sup> Except nordic countries



# 1 Innledning

Sekretariatet for Nasjonal transportplan har gitt Transportøkonomisk institutt i oppdrag å utarbeide en prognosemodell for internasjonal persontransport. Siden fly er fullstendig dominerende med hensyn til internasjonal reiseaktivitet er det i første omgang utviklet en modell for internasjonale flyreiser.

Behovet for en prognosemodell er knyttet til et ønske om å utarbeide velbegrunnede passasjerprognoser for internasjonal flytrafikk 20-30 år fremover i tid. Passasjerprognosene vil blant annet kunne inngå som grunnlag for investeringsbeslutninger og for beregninger av fremtidige klimautslipp.

Med utgangspunkt i historiske reisevanedata fra 2003-2013 for utlandstrafikk med fly er det i dette prosjektet gjennomført økonometriske modellberegninger for å analysere utviklingen i utlandstrafikk fra norske lufthavner de senere årene. Det er gjennomført separate beregninger for fritidsreiser og arbeidsbetingede reiser, for bosatte i inn- og utland, og for Oslo lufthavn (OSL) og ti regionale lufthavner.

Fra de økonometriske beregningene er det utledet et sett med tilbuds- og etterspørselselastisiteter som benyttes som inndata i en regnearkbasert prognosemodell for utlandstrafikk med fly. I prognosemodellen predikeres fremtidig utlandstrafikk for fly fra Oslo lufthavn (OSL), samt de ti regionale lufthavnene som inngår i de økonometriske analysene.

Trafikkstrømmene for hver enkelt lufthavn beregnes basert på antatt utvikling i de forklaringsvariablene som er inkludert i de økonometriske modellene.

Prognosemodellen gir predikerte trafikkstrømmer for hver enkelt lufthavn, med fordeling til tre geografiske soner: Norden, Europa (uten Norden) og resten av verden. De predikerte trafikkstrømmene beregnes hvert år mellom 2015 og 2045. Brukeren av den regnearkbaserte prognosemodellen kan endre trafikkprognosene ved å endre på forutsetningene for fremtidig utvikling i forklaringsvariablene.

I denne rapporten oppsummeres arbeidet som er gjort i prosjektet. Kapittel 2 er en litteraturstudie med oversikt over relevante analyser av luftfartsmarkedet. Kapittel 3 gir en innføring i metoden som er benyttet, med hovedfokus på de økonometriske modellspesifikasjonene. Videre viser kapittel 4 resultatene fra de økonometriske beregningene som er gjennomført i prosjektet. Til slutt viser vi i kapittel 5 hvordan resultatene fra de økonometriske beregningene er benyttet til å konstruere en prognosemodell for utlandstrafikk med fly. I dette kapitlet forklarer vi også hvordan denne prognosemodellen fungerer.

## 2 Litteraturstudie

Det er tidligere gjennomført en rekke økonometriske studier som kartlegger etterspørselen etter flyreiser mellom ulike OD<sup>1</sup>-par. Mange av disse studiene har historisk sett vært basert på rene tverrsnittsdata eller rene tidsseriedata. I avsnitt 2.1 viser vi til metastudier som har analysert resultatene fra analyser som har benyttet enten tverrsnittsdata eller tidsseriedata.

I den senere tid har mange studier benyttet paneldata for å analysere trafikkstrømmer mellom ulike destinasjoner. Paneldata innebærer å benytte en kombinasjon av tverrsnittsdata og tidsseriedata i de økonometriske analysene, ved at man følger de samme tverrsnittsenhetene over flere tidsperioder. I avsnitt 2.2 viser vi til eksempler på noen studier som er gjennomført med denne metodikken.

Det er verdt å merke seg at listen over studier det refereres til i dette kapittelet ikke er uttømmende. Hovedhensikten er å vise det brede spekteret av økonometriske analyser som er gjennomført innenfor luftfartsprognoser.

### 2.1 Metastudier

En metastudie referert i Witt og Witt (1995) gjennomgår hvilken metodikk og hvilke forklaringsvariabler som typisk har blitt benyttet for å analysere etterspørselen etter fritidsreiser. Forfatterne påpeker at det er benyttet både tidsseriedata og tverrsnittsdata i analysene. Ofte er den avhengige variabelen antall fritidsreiser for et enkelt OD-par fordelt på flere tidsperioder, eller flere sett av OD-par i en enkelt tidsperiode. Andre avhengige variabler som har blitt brukt er eksempelvis totale reisekostnader eller hvor lenge oppholdet har vart i antall netter. Blant de uavhengige forklaringsvariablene som er blitt benyttet i mange studier, nevner Witt (1995) befolkning, befolkningstetthet, inntekt, pris på reisen og oppholdet, prisnivået til destinasjonen, samt priser til andre destinasjoner enn den valgte. Forskerne peker på at et av fortrinnene ved å bruke økonometriske metoder for å analysere etterspørselen etter reiser, er at man kan benytte resultatene fra disse analysene til å fremskrive reiseetterspørselen med bakgrunn i hvordan forklaringsvariablene kan tenkes å endre seg over tid.

I en annen studie sammenligner Brons et al. (2002) beregnede priselastisiteter for etterspørselen etter flyreiser basert på eksisterende forskning. Forfatterne påpeker at priselastisiteten vil avhenge av substitusjonsmulighetene forbrukeren har, altså hvor enkelt det er å benytte andre transportmidler enn fly på reisen. Denne vil typisk være større på korte reiser. I tillegg vil det for mange relasjoner også være substitusjonsmuligheter i den forstand at flyselskaper tilbyr produkter som varierer i pris og kvalitet. Til slutt er det for fritidsreisende substitusjonsmuligheter mellom endelige destinasjoner med lignende attributter. Dersom prisen for flybilletter til en bestemt destinasjon øker, vil forbrukerne ofte vurdere å velge en annen destinasjon

---

<sup>1</sup> Opprinnelse-Destinasjon

som ligner, men der billettprisen ikke har økt. For arbeidsbetingede reiser vil ikke denne substitusjonen skje i samme grad, ettersom reisemålet i større grad er gitt. I studien hevdes det også at priselastisiteten vil kunne variere med inntekt. Forbrukere med høy inntekt vil typisk kunne være mindre prissensitive enn forbrukere med lav inntekt, gitt at man antar avtakende marginalnytte av inntekt. Priselastisiteten kan også variere geografisk mellom ulike land og kontinenter. Her kan kulturelle forskjeller og graden av tilgang til land- og sjøtransport spille en rolle.

Videre hevder Brons et al. (2002) at fritidsreiser og arbeidsbetingede reiser påvirkes ulikt av sosioøkonomiske faktorer. Det er derfor behov for at man modellerer etterspørselen etter fritidsreiser og arbeidsbetingede reiser separat. Det er flere grunner som sannsynliggjør at arbeidsbetingede reisende er mindre prissensitive enn fritidsreisende. Eksempelvis har personer som foretar arbeidsbetingede reiser, ofte en høyere tidsverdi enn personer som foretar en fritidsreise. En økning i prisen på flybilletten vil dermed ha en relativ mindre betydning for de generaliserte reisekostnadene for arbeidsreiser enn for fritidsreiser. Forfatterne påpeker også at den langsiktige priselastisiteten typisk vil være høyere enn den kortsiktige priselastisiteten, fordi man på lang sikt i større grad har mulighet til å tilpasse reisevanene sine.

I sammenligningen finner Brons et al. (2002) at den gjennomsnittlige priselastisiteten for de gjennomførte studiene er  $-1,1$ . Med andre ord at en økning i prisen på en flybillett på 10 % medfører en nedgang i trafikken på 11 %. Den laveste elastisiteten som blir funnet er  $-3,2$ , mens den høyeste er  $0,21$ .

## 2.2 Paneldatastudier

Tsekeris (2009) gjennomfører en økonometrisk analyse av etterspørselen etter innenlands flyreiser i Hellas mellom 18 regioner på fastlandet til 7 forskjellige øyer. Studien benytter de aggregerte reisestrømmene mellom ulike OD-par som avhengig forklaringsvariabel. De uavhengige forklaringsvariablene er blant annet etterspørselen etter flyreiser for OD-paret fra i perioden før, i tillegg til det relative forholdet mellom fly og ferge med tanke på billettpris, frekvens, setekapasitet og reisetid. Modellen tar dermed høyde for konkurranseforholdet mellom ulike transportmidler. I tillegg inngår forklaringsvariabler som inntekt i form av BNP, hotellkapasitet for de ulike øyene og befolkningsvekst. Det benyttes et datasett som strekker seg fra 1968 til 2000 fordelt på henholdsvis februar og august, der de to ulike månedene beskriver henholdsvis lavsesong og høysesong. Dette innebærer et paneldatasett med over 120 tverrsnittsenheter og 30 tidsperioder for henholdsvis lavsesong og høysesong.

Både den avhengige variabelen og forklaringsvariablene er definert som logaritmer som gjør at de respektive elastisitetene med hensyn til etterspørselen etter flyreiser for ulike OD-par kan utledes direkte fra koeffisientene. Studien finner at priselastisiteten er negativ, og større i august enn februar. For begge perioder beregnes den til å være mindre enn 1 i tallverdi, slik at relativ endring i etterspørselen er mindre enn relativ prisendring. Elastisiteten for den relative frekvensen og setekapasiteten mellom fly og ferge er positiv og elastisiteten for den relative reisetiden er negativ. Dette er i tråd med a priori forventninger. Videre finner Tsekeris (2009) at inntektselastisiteten er positiv og lavere enn 1, noe som tilsier at etterspørselen etter flyreiser øker med inntekten, men mindre enn proporsjonalt med den.

I en studie av Clewlow et al. (2014) undersøkes konkurranseforholdet mellom flytransport og høyhastighetstog mellom forskjellige storbyer i Europa. Det spesifiseres en økonometrisk modell der etterspørselen etter flyreiser mellom de ulike OD-parene er definert som den avhengige variabelen. Som forklaringsvariabler inngår reisetiden med høyhastighetstog, befolkning og befolkningstetthet, BNP, samt pris for flybillett beregnet med utgangspunkt i drivstoffpriser. I alt er det definert 90 OD-par i datasettet mellom byer i Frankrike, Tyskland, Spania, Italia og Storbritannia. Datasettet strekker seg over 15 år.

I likhet med Tsekeris (2009) er også denne modellen spesifisert i logaritmer slik at koeffisientene for den estimerte modellen kan tolkes direkte som elastisiteter for de relevante forklaringsvariablene. Clewlow et al. (2014) finner i den beregnede modellen at elastisiteten med hensyn til billettpris er høyere enn 1 i tallverdi, noe som tilsier elastisk etterspørsel. Forfatterne finner også at inntektselastisiteten er høyere enn 1. Videre tyder estimatene på at etterspørselen etter flyreiser mellom OD-par avhenger positivt av befolkningstetthet, men negativt av befolkningstetthet. Forskerne beregner at kortere reisetid for høyhastighetstog for et OD-par medfører en signifikant etterspørselsreduksjon etter flyreiser. I studien beregnes det også en modell for å beregne fremtidig dimensjoneringsbehov for individuelle lufthavner. I denne modellen inngår også variabler som definerer flyplassene som knutepunkt for større flyselskap, samt tilstedeværelse av lavprisflyselskap på flyplassen. Forskerne finner at begge disse to faktorene spiller positivt inn på den totale etterspørselen etter reiser fra en gitt flyplass.

Andre eksempler på tilsvarende paneldatastudier er Garin-Munoz (2004) som bruker tverrsnittsdatabe fra 1992-2002 for å undersøke hvordan fritidstrafikk til Kanariøyene fra 15 forskjellige utenlandske destinasjoner bestemmes av prisen på olje (proxy for billettpris), BNP i avreiseland og valutakurser. I en annen studie av samme forfatter blir fritidstrafikk til Balearene modellert med tilsvarende metodikk ved hjelp av tverrsnittsdatabe fra 1991-2003 (Garin-Munoz og Montero-Martin, 2007).

Proenca og Soukiazis (2005) benytter et paneldatasett som strekker seg over 25 år for å analysere fritidsreiser til Portugal fra Spania, Tyskland, Frankrike og Storbritannia. Her benyttes blant annet inntekt per capita, relativt prisnivå og hotellkapasitet for å forklare de totale reisestrømmene. Mange av de samme variablene benyttes også av Naudee og Saayman (2005) i en analyse av fritidsreiser til Afrika fra 43 utenlandske destinasjoner mellom 1996 og 2000. I denne studien benyttes det også mål for politisk stabilitet og dødelighetsrater for å forklare de totale reisestrømmene.

Ved hjelp av tverrsnittsdatabe som strekker seg mellom 2000 og 2009 benytter Rey, Myro og Galera (2011) en paneldatamodel for å forklare effekten av lavpris flyselskaper på den totale fritidstrafikken til Spania fra andre medlemsland i EU.



## 3 Metode

I de økonometriske analysene i dette prosjektet har vi valgt å benytte paneldataestimering for å beregne elastisiteter som kan benyttes i prognosemodellen. Et paneldatasett består av tverrsnittsenheter som følges over flere tidsperioder.

### Tverrsnittsenhetene

I de økonometriske paneldatamodellene som er utledet i dette prosjektet, er tverrsnittsenhetene definert som en rekke OD-par. Det vi ønsker å estimere, er etterspørselen etter flyreiser mellom ulike OD-par med bakgrunn i et sett med forklaringsvariabler, som eksempelvis billettpris og reisetid. Inndelingen i OD-par (tverrsnittsenheter) forklares nærmere i kapittel 3.4.

### Tidsserien

Tidsserien begrenser seg til antallet gjennomførte reisevaneundersøkelser for fly, der vi finner data for gjennomsnittlige billettpriser og reisestrømmer for ulike OD-par i ulike tidsperioder. Vi baserer oss på reisevaneundersøkelsene mellom 2003 og 2013, ettersom disse inneholder samme type data. Fra 2003 til 2013 er undersøkelsen gjennomført cirka annet hvert år. Tidsserien består av 7 perioder. Isolert sett er dette en kort tidsserie, men ved å kombinere variasjon både i tverrsnittsdata og tidsseriedata er det mulig å gjennomføre paneldataestimering.

Det er en rekke fordeler ved å gjennomføre analyser med paneldata sammenlignet med analyser av tverrsnittsdata eller tidsseriedata separat<sup>2</sup>:

- Paneldataestimering kan benyttes for å forklare heterogenitet i tverrsnittsenheter ved bruk av individspesifikke konstantledd.
- Gjennom å følge tverrsnittsenheter over flere tidsperioder oppnår man dessuten større variabilitet i datamaterialet. Dette muliggjør mer effisient estimering av parametere.
- Paneldataestimering gjør det mulig å gjennomføre analyser som ikke kan gjøres på tverrsnittsdata eller tidsseriedata alene
- Metoden muliggjør estimering av dynamiske sammenhenger med et lavt antall tidsserier ved å utnytte de dynamiske tilpasningene mellom tidsperioder for alle tverrsnittsenhetene

<sup>2</sup> For en innføring i paneldataanalyse henviser vi til kapittel 18 i «A Guide to Econometrics» (Kennedy, 2008), kapittel 15 i «Principles of Econometrics» (Carter Hill et al., 2008) eller lignende økonometriske lærebøker

En av de store fortrinnene ved paneldataestimering, sammenlignet med standard regresjonsanalyse (OLS), er at hver tverrsnittsenhet i datasettet blir tilordnet sitt spesifikke konstantledd. Disse konstantleddene følger hver enkelt tverrsnittsenhet gjennom hele tidsserien.

I standard regresjonsanalyse vil man ofte ha problemet med utelatte forklaringsvariabler i regresjonen. Konsekvensen av dette er at man har heterogenitet i tverrsnittsenhetene som ikke tas hensyn til i beregningene, og dette fører til at de estimerte koeffisientene i modellen ikke er forventingsrette. Ved å tilordne hver tverrsnittsenhet et konstantledd løser man disse problemene (Kennedy, 2008). Alle forskjellene mellom tverrsnittsenhetene som ikke plukkes opp av forklaringsvariablene i modellen fanges opp av de individspesifikke konstantleddene. Denne muligheten har man ikke i standard regresjonsanalyse, hvor man kun har et generisk konstantledd som gjelder for alle tverrsnittsenheter.

## Ulike typer paneldatametoder

Det er to forskjellige måter å tilordne hver tverrsnittsenhet et individspesifikt konstantledd i paneldataestimering. Med *fixed effect* metoden tilordnes hver tverrsnittsenhet en dummyvariabel slik at man i praksis gjennomfører en standard regresjonsanalyse (OLS) med  $n-1$  antall dummyvariabler, der  $n$  er antall tverrsnittsenheter. Ulempen med *fixed effect* paneldataestimering er at man ved å benytte  $n-1$  antall dummyvariabler, mister tilsvarende mange frihetsgrader. I tillegg medfører bruken av dummyvariabler at man ikke har mulighet til å benytte forklaringsvariabler som ikke endrer seg over tid innen hver tverrsnittsenhet. Dette kan eksempelvis være variabler som kjønn eller religion (Kennedy, 2008).

En måte å overkomme ulempene ved *fixed effects* modellen er å benytte en *random effects* modell. Også ved *random effects* paneldataestimering tilordnes hver tverrsnittsenhet et individspesifikt konstantledd. Forskjellen er at vi nå betrakter de individspesifikke konstantleddene som tilfeldige (random), som trukket fra en urne med forskjellige konstantledd. Modellen som benyttes består nå av et generisk konstantledd for alle tverrsnittsenheter, et sett med forklaringsvariabler, samt et sammensatt restledd bestående av det tilfeldige konstantleddet (random intercept), i tillegg til restleddet vi vanligvis bruker i regresjonsanalyser (Kennedy, 2008). For en spesifikk tverrsnittsenhet er det tilfeldige konstantleddet likt i alle tidsperioder, mens den «vanlige» delen av restleddet vil variere mellom tidsperioder.

I utgangspunktet er *random effects* paneldataestimering foretrukket over estimering med *fixed effects*. Et vanlig problem er derimot at bruken av *random effects* estimering kan medføre korrelasjon mellom forklaringsvariablene og det sammensatte restleddet, som gjør at de beregnede koeffisientene i modellen ikke blir forventingsrette. Det er mulig å teste om slike problemer eksisterer ved bruk av en Hausmann-test (Kennedy, 2008).

## Valg av økonometrisk modell

For å finne ut av hvilken økonometrisk modell som bør benyttes, i et tilfelle hvor man har et datasett bestående av flere tverrsnittsenheter og tidsperioder, skisserer Kennedy (2008) en fremgangsmåte i to trinn:

- 1) Test nullhypotesen om at konstantleddene for hvert tverrsnitt er likt. Dersom nullhypotesen holder kan standard regresjonsmodellen (OLS) benyttes.
- 2) Dersom nullhypotesen i (1) forkastes estimeres modellen både med *fixed effects* og *random effects*. Gjennomfør deretter en Hausmann-test for å beslutte hvilken paneldatamodel som er best egnet.

Denne fremgangsmåten er benyttet i forbindelse med samtlige delmodeller som er beregnet i dette prosjektet. I alle tilfeller finner vi at vi kan forkaste hypotesen om at konstantleddene er identiske for hvert tverrsnitt. Paneldataestimering er dermed foretrukket foran estimering med OLS. Ved å bruke Hausmann-testen finner vi at random effects metoden kan benyttes.

I de økonometriske beregningene i prosjektet bruker vi derfor random effects paneldataestimering på samtlige modeller. Vi kontrollerer i tillegg for heteroskedastisitet ved å benytte robuste standardfeil i estimeringen.

I resten av dette kapittelet forklarer vi nærmere hvordan de ulike økonometriske modellene er spesifisert, før vi i kapittel 4 gjengir resultatene fra de økonometriske analysene.

### 3.1 Modellstruktur

I de økonometriske beregningene har vi valgt å modellere utlandstrafikken med start/endepunkt på de største lufthavnene i Norge som kontrolleres av Avinor. Dette gjør bearbeidingen av inndata til modellene relativt enkel sett i forhold til om vi skulle modellert trafikkstrømmer fra og til ulike regioner i Norge. Dette skyldes blant annet at store deler av befolkningen ikke er tilknyttet en bestemt lufthavn som står for alle flyreiser. I mange tilfeller er avstanden mellom flyplassene såpass små at flere flyplasser kan være aktuelle for den reisende<sup>3</sup> avhengig av billettpris, rutetilbud og lignende. Den geografiske overlappingen gjør det også problematisk å definere mange av de sosioøkonomiske forklaringsvariablene i den økonometriske modellen.

#### Reisehensikt

Vi har beregnet økonometriske modeller etter to reisehensikter, og gjort skille mellom reiser som starter i Norge og i utlandet. Det er dermed et sett av fire forskjellige reisehensikter som er tilknyttet hver enkelt modell:

- A. Fritidsreiser fra Norge
- B. Fritidsreiser fra utlandet
- C. Arbeidsbetingede reiser (heretter kalt arbeidsreiser) fra Norge
- D. Arbeidsbetingede reiser (heretter kalt arbeidsreiser) fra utlandet

Fritidsreiser omfatter alle formål av privat karakter inkludert medisinske reiser, reiser til studiested osv. Arbeidsreiser (arbeidsbetingede reiser) omfatter både tjenestereiser og reiser til/fra arbeid (pendling). En av hovedbegrunnelsene for inndelingen mellom fritidsreiser og arbeidsreiser er at etterspørselen etter flyreiser for fritidsreiser og

<sup>3</sup> Dette bekreftes av undersøkelser av RVU-data

arbeidsbetingede reiser påvirkes av forskjellige faktorer. For eksempel vil handel være en viktig driver for arbeidsreiser, men ikke nødvendigvis i samme grad for fritidsreiser. I tillegg vil samme forklaringsvariabel ha ulik betydning for forskjellige reisehensikter. Et eksempel på dette er Brons et al (2002) som viser at arbeidsreiser er mindre prissensitive enn fritidsreiser. Ved å ta hensyn til om reisen starter i Norge eller utlandet, kan vi ta høyde for forskjell i atferd mellom nordmenn som skal til utlandet og utlendinger som skal til Norge.

## Lufthavn

Videre har vi valgt å gjøre en geografisk inndeling av modellene, basert på hvilken norsk lufthavn utenlandsreisene starter/ender:

1. Oslo-modeller (OSL)
2. Regionale modeller som dekker følgende flyplasser:
  - Ålesund (AES)
  - Bergen (BGO)
  - Bodø (BOO)
  - Evenes (EVE)
  - Haugesund (HAU)
  - Kristiansand (KRS)
  - Molde (MOL)
  - Stavanger (SVG)
  - Tromsø (TOS)
  - Trondheim (TRD)

Årsaken til at vi har valgt en slik inndeling, er at reiseomfanget fra OSL (Oslo Lufthavn Gardermoen) er betraktelig større enn for de regionale lufthavnene. Dette gjenspeiler seg også i omfanget av data i reisevaneundersøkelsene, og gjør at vi kan modellere trafikkstrømmene til og fra OSL med en høyere detaljeringsgrad enn for de andre flyplassene. En annen vesentlig faktor er at mange av reisene som starter ved de regionale flyplassene, benytter OSL som transferflyplass før videre reise til endelig destinasjon, mens en reiselenke som starter i OSL, sjelden medfører mellomlanding på en regional flyplass i Norge før man når endelig destinasjon i utlandet. Dette har betydning når man formulerer prognosemodellen, noe som vi kommer tilbake til i kapittel 5.

Årsaken til at vi i den regionale modellen kun har valgt ut de 10 største Avinor-lufthavnene<sup>4</sup> er at datagrunnlaget i reisevaneundersøkelsene for utenlandsreiser er tynt for de mindre lufthavnene. Med den valgte modellstrukturen får vi dermed ikke med alle utenlandsreiser som er foretatt i Norge i analyseperioden, men samtidig er det relativt få reiser som er utelatt. I alt er ca. 98 % av alle utenlandsreiser med fly til og fra Avinors lufthavner inkludert i modellen, mens de resterende 2 % er fordelt på de mindre lufthavnene som er utelatt i våre analyser.

Totalt i prosjektet har vi estimert åtte modeller, der modell 1A, 1B, 1C og 1D modellerer reisestrømmene til og fra OSL for de fire ulike reisehensiktene gitt ovenfor, mens tilsvarende modell 2A, 2B, 2C og 2D modellerer reisestrømmene til og fra de regionale flyplassene.

<sup>4</sup> Rygge og Torp er ikke inkludert pga. mangelfulle RVU-data.

Mens vi har valgt lufthavn som start-/endepunkt i Norge, har vi valgt en mer grovkornet tilnærming for utenlandske destinasjoner. I stedet for å fokusere på enkeltflyplasser velger vi å se på etterspørselen etter flyreiser til og fra større geografiske soner, definert som enkeltland eller en samling av flere land. Dersom man skulle brukt en inndeling etter flyplasser også for utenlandske soner, ville datamaterialet fra RVU bli relativt tynt for en nokså stor andel av OD-parene. Aggregeringen opp til større geografiske utenlandske soner bidrar dermed til å sikre at datagrunnlaget vi estimerer på, er tilfredsstillende. Det er benyttet ulik detaljeringsgrad i de utenlandske sonene for OSL-modellene 1A-1D og de regionale modellene 2A-2D. Vi kommer nærmere inn på dette i kapittel 3.4.

## 3.2 Data

I prosjektet har vi benyttet oss av flere datasett som inndata til de økonometriske analysene. Vi har prioritert å bruke data som er lett tilgjengelig og som trenger lite bearbeiding for å kunne gjennomføre de økonometriske analysene.

### RVU-data

Den viktigste kilden til data i dette prosjektet er reisevaneundersøkelsene som er gjennomført mellom 2003 og 2013<sup>5</sup> for norske lufthavner. Basert på svarene fra disse undersøkelsene er det mulig å utlede de totale trafikkstrømmene for ulike OD-par (tverrsnittsenheter), definert som ulike lufthavner i Norge og destinasjonssoner i utlandet, for hvert enkelt år undersøkelsen er gjennomført (tidsserien). For reiser som starter i Norge tar vi utgangspunkt i lufthavnen der reisen starter. For reiser som starter i en utenlandsk sone tar vi utgangspunkt i hvilken lufthavn i Norge den reisende har som endelig destinasjon. I mange tilfeller mangler RVU observasjoner for chartertrafikk. I disse tilfellene er RVU komplettert med detaljert statistikk fra Avinor.

Fra RVU er det beregnet gjennomsnittlige billettpriser for ulike OD-par og reisehensikter, samt fordelinger på direkte og indirekte reiser. For en nærmere beskrivelse av datamaterialet som foreligger fra RVU henviser vi til den siste gjennomførte undersøkelsen analysert av Denstadli, Thune-Larsen og Dybedal (2014).

### Statistisk sentralbyrå (SSB)

Fra SSB har vi hentet data for aggregert konsum for norske husholdninger, inntekt per capita på kommunenivå, befolkning på kommunenivå, samt handelsstatistikk gitt som summen av import og eksport mellom Norge og de utenlandske sonene.

### Verdensbanken

Her har vi blant annet hentet internasjonale data for befolkning, BNP per capita, BNP totalt og turisme.

---

<sup>5</sup> Undersøkelsen er gjennomført i årene 2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2012 og 2013. For alle de andre datakildene enn RVU har vi hentet data for den samme tidsserien som dette.

## Norges Bank

Fra Norges Bank har vi hentet den historiske valutakursen for EURO/NOK mellom 2003 og 2013.

### 3.3 Forklaringsvariablene

Basert på datakildene beskrevet i det forrige avsnittet har vi spesifisert forklaringsvariabler som inngår i de økonometriske modellene. Forklaringsvariablene er forklart i tabell 3.1. Noen av variablene inngår i flere av de økonometriske modellene, mens andre er spesifikke for en enkelt modell. Vi har lagt vekt på at de forklaringsvariablene vi har spesifisert gir intuitiv mening, samtidig som vi har prøvd å benytte forklaringsvariabler som har blitt benyttet i lignende studier tidligere. I tillegg har vi naturligvis også tatt hensyn til at modellene skal ha så høy forklaringskraft ( $R^2$ ) som mulig.

Tabell 3.1. Beskrivelse av forklaringsvariabler som er benyttet i de økonometriske modellene.

Variabel	Forklaring
Billettpris	Gjennomsnittlig billettpris tur/retur for et OD-par (tverrsnittsenhet) et gitt år i tidsserien. Avhenger av reisehensikt. Faste 2013-priser.
Valutakurs	EURO-kurs mot NOK et gitt år i tidsserien (€/NOK)
Konsum	Aggregert konsum for norske husholdninger et gitt år i tidsserien. Måles i NOK. Faste 2013-priser.
Inntekt	Gjennomsnittlig personlig inntekt per capita på kommunenivå (flyplassens hjemkommune <sup>6</sup> ). Måles i NOK. Faste 2013-priser.
Turisme	Antall turistbesøk totalt fra hele verden i et gitt år til en gitt utenlandsk sone.
Befolkning kommune	Befolkning i antall personer på kommunenivå (flyplassens hjemkommune) et gitt år. Benyttes i modell 2A.
Befolkning utland	Befolkning i antall personer for en utenlandsk sone et gitt år. Benyttes i modell 1B og 2B.
BNP per capita	BNP per capita for en gitt utenlandsk sone målt i US dollar. Faste 2013-priser.
BNP totalt	BNP totalt for en gitt utenlandsk sone målt i US dollar. Faste 2013-priser.
BNP fastlands-Norge	BNP totalt for fastlands-Norge. Måles i NOK. Faste 2013-priser.
Handel	Målt som summen av import og eksport mellom Norge og en gitt utenlandsk sone. Måles i NOK. Faste 2013-priser.

<sup>6</sup> Flyplassens hjemkommune samsvarer i stor grad med navnet på flyplassen. Eksempelvis er Bergen (BGO) tilknyttet Bergen kommune, etc.

A priori har vi en forventning om hvordan de forskjellige variablene i tabellen over påvirker den totale etterspørselen etter reiser for et OD-par.

Dersom eksempelvis prisen for en flybillett øker for et OD-par, tilsier intuisjonen at etterspørselen etter reiser for dette OD-paret går ned.

Tilsvarende bør en sterkere EURO-kurs (eller svakere kronekurs) også gi en nedgang i etterspørselen etter reiser ut av Norge, men denne effekten slår ut for flere OD-par samtidig.

Turisme er inkludert som en variabel i modellen som en proxy på hvor attraktivt landet er å besøke for fritidsreisende. Tanken her er at desto flere i verden som besøker et land, desto flere nordmenn vil besøke det samme landet.

Man kan anta at de totale trafikkstrømmene er økende med aggregert konsum og gjennomsnittlig inntekt per person på kommunenivå. Tilsvarende har trolig BNP per capita og/eller BNP totalt i en utenlandsk sone en positiv innvirkning på etterspørselen etter reiser fra utlandet til Norge.

Dersom befolkningen øker, enten i Norge eller i utlandet, bør trolig også etterspørselen etter flyreiser øke.

Vi antar også at det er en positiv sammenheng mellom handelen, gitt som summen av import og eksport, og etterspørselen etter utenlandsreiser til og fra Norge.

## Reisehastighet/Reisetid

I tillegg til variablene gitt i tabellen over er det også utarbeidet et mål på reisetid som en forklaringsvariabel i modellene. Den intuitive tolkningen bak denne variabelen er at de reisende foretrekker at flyreisen gjennomføres så hurtig, eller effektivt, som mulig. Forklaringsvariabelen er inkludert i modellen for å kunne gi et anslag på hva som skjer med trafikkstrømmene når rutetilbudet bedres.

I utgangspunktet ville vi foretrukket å benytte en variabel som forklarte effekten av utvikling i rutetilbudet mer direkte, eksempelvis gjennom antall direkteavganger til ulike utlandssoner. En slik tilnærming viste seg derimot å være problematisk, ettersom kausaliteten her går begge veier. Denne type modellering med antall direkteavganger som en forklaringsvariabel medfører endogenitetsproblemer i den økonometriske modellen.

I tilnærmingen vi har valgt, har vi definert to variabler som beskriver tidsbruk for hvert enkelt OD-par et gitt år i tidsserien:

- Reisetid (i modeller for arbeidsreiser)
- Reisehastighet (i modeller for fritidsreiser)

Variabelen Reisetid er definert som den *gjennomsnittlige beregnede reisetiden* for et OD-par beregnet som et vektet snitt av beregnet reisetid for de som reiser direkte og reisetiden for de som reiser indirekte (via lufthavn i Norge og/eller utlandet). I prosjektet har vi utviklet en enkel formel for å beregne den direkte og indirekte reisetiden for OD-par:

Tabell 3.2. Formel benyttet for beregning av direkte og indirekte reisetid for et gitt OD-par.

	Formel
Direkte reise	$Oppstart + 60 \text{ min} * \left( \frac{Distanse}{Flyets marsjhastighet} \right)$
Indirekte reise	$2 * Oppstart + Transfer + 60 \text{ min} * \left( \frac{Distanse * tilleggsfaktor}{Flyets marsjhastighet} \right)$

For direkte reiser antar vi at det er en viss oppstartstid for flyet på rullebanen før og etter landing i tillegg til akselerasjon og retardasjon, i tillegg til den optimale flytiden angitt som distansen mellom de to reisemålene dividert på flyets marsjhastighet.

For indirekte reiser antar vi at reisen foretas med en mellomlanding. Dette medfører ekstra oppstartstid på to flyvninger i tillegg til at man må forvente at det er et visst tidsopphold mellom de to flyvningene. Her antar vi også at den optimale flytiden påvirkes av at den faktiske distansen i luftlinje som tilbakelegges fra opprinnelse til destinasjon, forlenges ved mellomlandingen, gitt som tilleggsfaktoren.

Tabell 3.3 angir verdiene som er benyttet for beregning av direkte og indirekte reisetid for de ulike OD-parene:

Tabell 3.3. Forutsetninger som er benyttet i formel for beregning av reisetid.

	Verdi
Oppstart	30 min
Distanse	Distanse i luftlinje fra opprinnelse til destinasjon <sup>7</sup>
Flyets marsjhastighet	800 km/t
Transfer	60 min dersom endelig destinasjon er Europa. 120 min dersom endelig destinasjon er Interkontinental.
Tilleggsfaktor	20 % tillegg i tillegg til distanse dersom indirekte reise.

Det er gjort en sammenligning av reisetider for direkte reiser for ulike OD-par beregnet med formelen og de faktiske reisetidene oppgitt av flyselskapene. Det viser seg jevnt over at formelen treffer godt med de oppsatte rutetidene. For den indirekte reisetiden vil det derimot være et større usikkerhetsspenn for den faktiske reisetiden, ettersom transfertid vil variere fra reise til reise.

Ved å bruke andelen direkte reiser og indirekte reiser for et OD-par et gitt år kan den gjennomsnittlige reisetiden enkelt regnes ut ved hjelp av formelen skissert over. Dersom andelene direkte og indirekte endres fra år til år, vil også den gjennomsnittlige reisetiden for de reisende på OD-paret endres. I de økonometriske modellberegningene forventer vi at en lavere gjennomsnittlig reisetid, som følge av at en større andel reiser direkte, medfører økt reiseetterspørsel for dette OD-paret.

I modellene som tar for seg arbeidsreiser, benytter vi variabelen *Reisetid*, som vi akkurat beskrev. I modellene som omhandler fritidsreiser, benytter vi derimot variabelen *Reisehastighet* definert som *Reisetid* dividert med distanse. *Reisehastighet* fungerer dermed som et mål for hvor effektivt du kan komme deg til en destinasjon,

<sup>7</sup> Benyttet <http://www.distancefromto.net/> for å beregne avstander for OD-par i luftlinje



målt opp mot hvor effektivt du kan komme deg til andre destinasjoner. Valget mellom hvorvidt man skal bruke *Reisetid* eller *Reisehastighet* for de ulike reisehensiktene er tatt med bakgrunn i hvilken av disse to forklaringsvariablene som ga modellene best forklaringskraft.

I analysekapittelet kommer vi tilbake til et eksempel på hvordan variablene reisetid og reisehastighet kan tolkes, og hvilke implikasjoner fordelingen mellom direkte og indirekte reiser har.

### 3.4 Soneinndeling og modellspesifikasjoner

De økonometriske modellene er satt opp med bakgrunn i de uavhengige forklaringsvariablene forklart i forrige avsnitt. I samtlige av modellene er den totale etterspørselen etter flyreiser (PAX) for ulike OD-par den avhengige variabelen som vi ønsker å forklare med bakgrunn i forklaringsvariablene. Modellene er tilpasset hver enkelt reisehensikt med forskjellige sett av forklaringsvariabler.

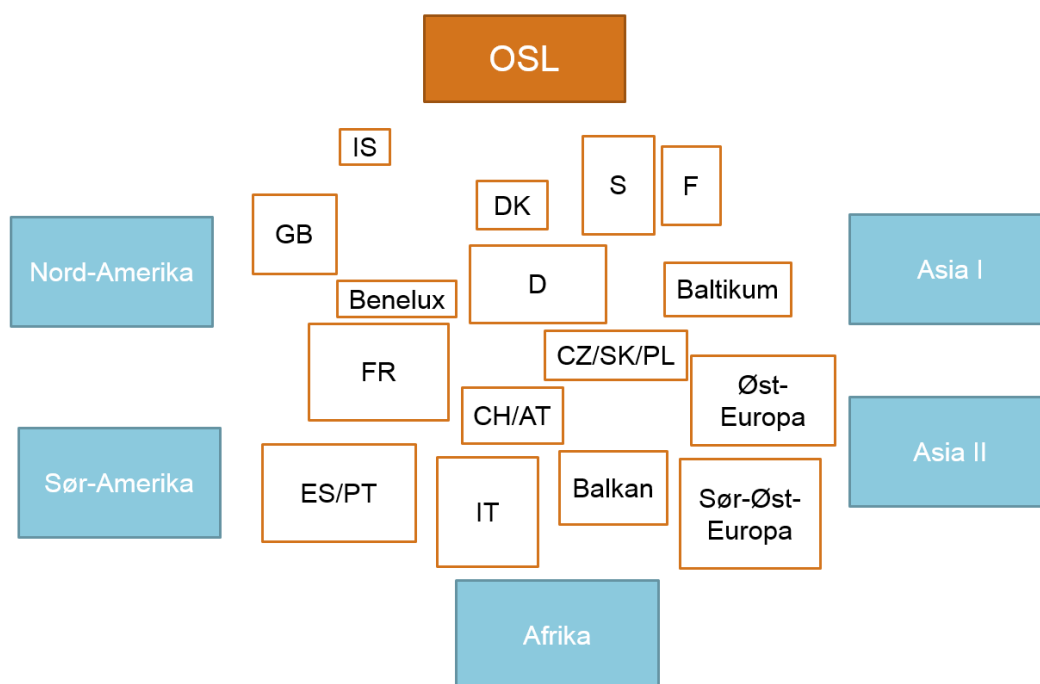
OSL-modellene (1A-1D) og de regionale modellene (2A-2D) har en vesentlig strukturell forskjell. I de regionale modellene ønsker vi å forklare de totale reisestrømmene fra hver enkelt av 10 lufthavner til et sett av utenlandske destinasjonssoner. For OSL-modellen ønsker vi å forklare den totale reisestrømmen fra en enkelt lufthavn til et sett av utenlandske destinasjonssoner. For OSL-modellene vil det dermed være én tverrsnittsenhet per utenlandske destinasjonssone, mens det for de regionale modellene vil være 10 tverrsnittsenheter per utenlandsk destinasjonssone, lik antall lufthavner som inngår i analysene. En grafisk illustrasjon av dette følger nedenfor.

Det er skjønnsmessig vurdering av datagrunnlaget fra RVU 2003-2013 som ligger til grunn for hvor mange utenlandske destinasjonssoner det anses hensiktsmessig å benytte i de økonometriske modellene. I utgangspunktet er datamaterialet fra RVU svært disaggregert. Respondentene oppgir blant annet reisens pris og detaljert informasjon om reisens start- og endepunkt. I datasettet som er brukt til den økonometriske modelleringen, aggregeres respondentenes svar opp til summen av alle reisende som har reist til eller fra en destinasjonssone, med skille på reisehensikt. Fra dette kan det blant annet utledes gjennomsnittlige priser for et OD-par hvert år i tidsserien.

Et problem kan oppstå dersom det er få respondenter som har reist til en destinasjonssone ett eller flere år i tidsserien. Eksempelvis er det lettere å ha tillit til en gjennomsnittlig billettpris som er basert på svarene fra 100 respondenter enn fra 3 respondenter. Dersom det er for få respondenter i datagrunnlaget fra RVU, kan dette medføre usikkerhet om datamaterialet som brukes i den økonometriske modelleringen. Siden datagrunnlaget i RVU er langt rikere for OSL enn for noen av de andre flyplassene har vi valgt å benytte langt flere utenlandske destinasjonssoner for OSL-modellene enn de regionale modellene. Det er også gjort individuelle vurderinger for hver reisehensikt, ettersom reiseetterspørselen, og dermed også datagrunnlaget fra RVU, varierer for hver reisehensikt. Til slutt er det vektlagt at de definerte destinasjonssonene, dersom de består av flere land, har geografisk nærhet til hverandre og er sammenlignbare destinasjoner.

### 3.4.1 OSL-modell

For fritidsreiser fra OSL til utlandet (modell 1A) har vi valgt å benytte 21 destinasjonssoner. For denne reisehensikten er det et rikt datagrunnlag fra RVU som muliggjør en relativt detaljert soneinndeling. Denne reisehensikten er dominerende i forhold til antall gjennomførte utenlandsreiser til og fra OSL. For de andre reisehensiktene har vi tilpasset modellen noe, med sammenslåing av visse soner der datagrunnlaget fra RVU er tynt. Modellene for fritidsreiser fra utlandet til OSL (1B), samt modellene for arbeidsreiser til/fra OSL (1C og 1D), benytter av den grunn 17-18 utenlandske destinasjonssoner. En grundigere beskrivelse av soneinndelingen for disse modellene finnes i rapportens vedlegg. Figuren under viser soneinndelingen for modell 1A<sup>8</sup>:



Figur 3.1. Skisse av oppsett for OD-par for OSL-modellen 1A. Samme struktur gjelder i stor grad Modell 1B til 1D, men med sammenslåing av noen utenlandske soner.

En tverrsnittsenhet, eller OD-par, i den økonometriske modellen for OSL er dermed definert som relasjonen mellom OSL og en gitt utenlandsk destinasjonssone. For Modell 1A tilsvarer dette 21 tverrsnittsenheter. For samtlige av modellene 1A til 1D er det etterspørselen etter flyreiser mellom ulike OD-par mellom 2003 og 2013 (7 tidsperioder) vi ønsker å modellere ved hjelp av forklaringsvariablene. For modell 1A og 1C beregner vi reisestrømmer fra OSL til en utenlandsk destinasjonssone. For modell 1B og 1D beregner vi reisestrømmer fra utenlandske soner til OSL.

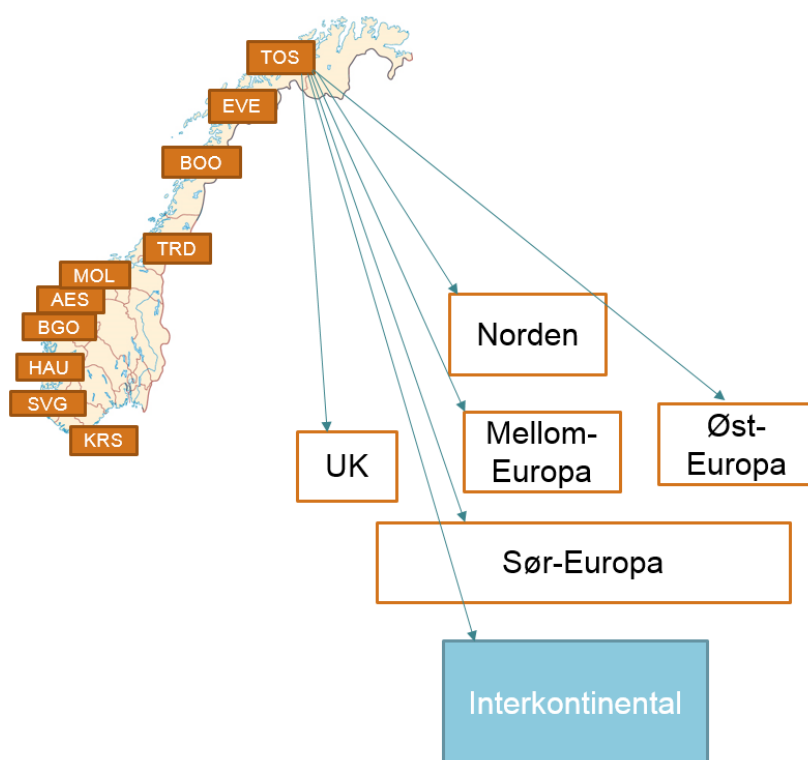
<sup>8</sup> Merk at boksenes størrelse ikke nødvendigvis er representativ for landets/destinasjonssonens reelle størrelse eller plassering på kartet. Dette gjelder samtlige figurer i dette dokumentet.

### 3.4.2 Regional Modell

Ettersom datamaterialet fra RVU er tynnere for de regionale lufthavnene, har vi valgt å benytte 6 destinasjonssoner for modellen for utenlands fritidsreiser fra regionale lufthavner (2A), mens vi har benyttet 3 destinasjonssoner for Modell 2B til 2D. Grunnen til at vi benytter flere soner for modellen for fritidsreiser fra Norge, er at denne reisehensikten er dominerende for de regionale lufthavnene. Dette medfører at det foreligger et rikere datagrunnlag i RVU, som muliggjør en noe mer detaljert destinasjonsinndeling.

#### Modell 2A: Fritidsreiser fra regionale lufthavner til utlandet

Figur 3.2 illustrerer inndelingen i OD-par, eller tverrsnittsenheter, for Modell 2A.

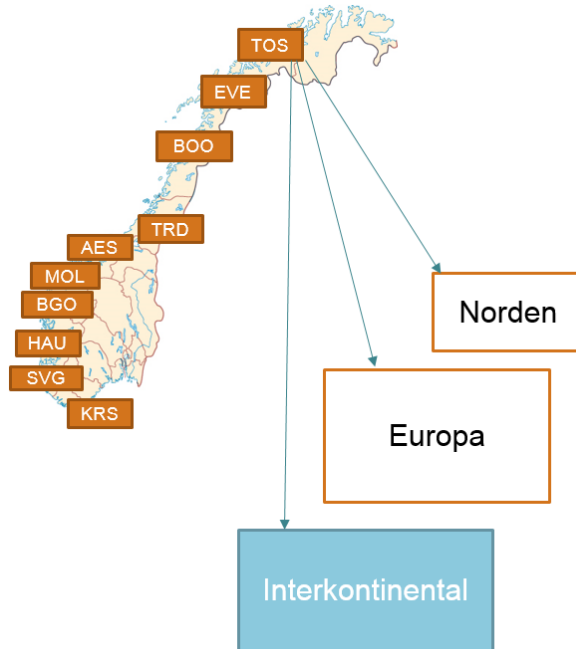


Figur 3.2. Skisse av oppsett av OD-par for den regionale modellen 2A. Fritidsreiser fra 10 regionale lufthavner til 6 destinasjonssoner.

I modell 2A analyserer vi reisestrømmene fra hver enkelt lufthavn som er inkludert i den regionale modellen, til de definerte utenlandske destinasjonssonene. For hver lufthavn vil det være seks destinasjonssoner i denne modellen. I figuren skisserer vi reisestrømmene fra Tromsø (TOS) til hver av destinasjonssonene. Dette tilsvarer tverrsnittsenhetene vi følger over tidsserien for Tromsø. Tilsvarende følger vi også 6 tverrsnittsenheter fra hver av de andre lufthavnene, slik at summen av tverrsnittsenheter (OD-par) vi følger i denne modellen, er 60. Også her ønsker vi å modellere reisestrømmer for samtlige OD-par mellom 2003 og 2013 (7 tidsperioder).

### Modell 2C: Arbeidsreiser fra regionale lufthavner til utlandet

Som nevnt ovenfor er det for modell 2B til 2D benyttet 3 utenlandske destinasjonssoner. Figur 3.3 viser strukturen i tverrsnittsenhetene for Modell 2C:

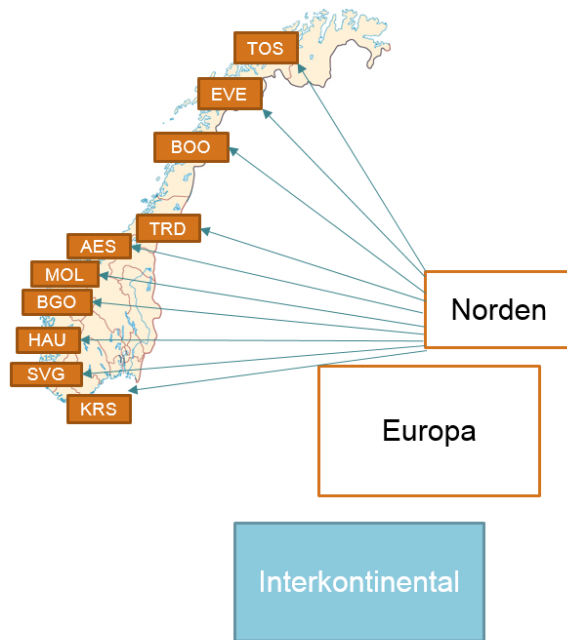


Figur 3.3. Skisse av oppsett av OD-par for den regionale modellen 2C. Arbeidsreiser fra 10 regionale lufthavner til 3 destinasjonssoner.

For Modell 2C følger vi dermed 3 tverrsnittsenheter (OD-par) for hver lufthavn ettersom vi i denne modellen har definert tre utenlandske destinasjonssoner. Til sammen har vi dermed 30 tverrsnittsenheter som følges over 7 tidsperioder.

## Modell 2B og 2D: Fritids- og arbeidsreiser fra utlandet til regionale lufthavner

For Modell 2B og 2D beregner vi reisestrømmene fra utenlandske soner til de forskjellige regionale flyplassene i Norge. Dette er illustrert i figuren under:



Figur 3.4. Skisse av oppsett av OD-par for de regionale modellene 2B og 2D. Fritidsreiser (2B) og arbeidsreiser (2D) fra 3 destinasjonssoner til 10 regionale lufthavner.

For hver utenlandske sone følger vi dermed 10 tverrsnittsenheter, og ettersom det er 3 utenlandske soner i modell 2B og 2D har vi i sum 30 tverrsnittsenheter, som følges over 7 tidsperioder.

### 3.4.3 De økonometriske modellspesifikasjonene

I arbeidet med å spesifisere de økonometriske modellene, er det prøvd ut en rekke ulike modellspesifikasjoner, der forskjellige forklaringsvariabler er benyttet. Som nevnt tidligere har fokuset vært på å formulere modeller som benytter forklaringsvariabler som gir intuitiv mening, samtidig som modellens forklaringskraft blir så høy som mulig. De endelige modellspesifikasjonene er dermed et resultat av en prosess med prøving og feiling, før vi har landet på de modellene som har fungert best. Det benyttes dermed forskjellige forklaringsvariabler for ulike reisehensikter (A til D), og det er også ulikheter mellom OSL-modellene (1) og de regionale modellene (2).

De endelige økonometriske modellspesifikasjonene vises under.

### Modell 1A: Fritidsreiser fra Norge (OSL)

$$\log(PAX)_{OD,t} = \beta_1 * \log(\text{billettpris}_{OD,t}) + \beta_2 * \log(\text{reisehastighet}_{OD,t}) + \beta_3 * \log(\text{turisme}_{OD,t}) + \beta_4 * \log(\text{valutakurs}_t) + \beta_5 * \log(\text{konsum}_t) + \sum \beta_p * \text{Dummy}_p$$

### Modell 1B: Fritidsreiser fra utlandet (OSL)

$$\log(PAX)_{OD,t} = \beta_1 * \log(\text{billettpris}_{OD,t}) + \beta_2 * \log(\text{reisehastighet}_{OD,t}) + \beta_3 * \log(\text{befolkning}_{OD,t}) + \beta_4 * \log(\text{BNPcapita}_{OD,t}) + \sum \beta_p * \text{Dummy}_p$$

### Modell 1C: Arbeidsreiser fra Norge (OSL)

$$\log(PAX)_{OD,t} = \beta_1 * \log(\text{billettpris}_{OD,t}) + \beta_2 * \log(\text{reisetid}_{OD,t}) + \beta_3 * \log(\text{handel}_{OD,t}) + \beta_4 * \log(\text{BNPtotal}_{OD,t}) + \sum \beta_p * \text{Dummy}_p$$

### Modell 1D: Arbeidsreiser fra utlandet (OSL)

$$\log(PAX)_{OD,t} = \beta_1 * \log(\text{billettpris}_{OD,t}) + \beta_2 * \log(\text{reisetid}_{OD,t}) + \beta_3 * \log(\text{handel}_{OD,t}) + \beta_4 * \log(\text{BNPtotalNorge}_t) + \sum \beta_p * \text{Dummy}_p$$

### Modell 2A: Fritidsreiser fra Norge (Regional)

$$\log(PAX)_{OD,t} = \beta_1 * \log(\text{billettpris}_{OD,t}) + \beta_2 * \log(\text{reisehastighet}_{OD,t}) + \beta_3 * \log(\text{turisme}_{OD,t}) + \beta_4 * \log(\text{valutakurs}_t) + \beta_5 * \log(\text{befolkning}_{k,t}) + \beta_6 * \log(\text{inntekt}_{k,t}) + \sum \beta_i * \text{Dummy}_i + \sum \beta_m * \text{Dummy}_m$$

### Modell 2B: Fritidsreiser fra utlandet (Regional)

$$\log(PAX)_{OD,t} = \beta_1 * \log(\text{billettpris}_{OD,t}) + \beta_2 * \log(\text{reisehastighet}_{OD,t}) + \beta_3 * \log(\text{befolkning}_{OD,t}) + \beta_4 * \log(\text{BNPcapita}_{OD,t}) + \sum \beta_k * \text{Dummy}_k + \sum \beta_j * \text{Dummy}_j$$

**Modell 2C: Arbeidsreiser fra Norge (Regional)**

$$\log(PAX)_{OD,t} = \beta_1 * \log(reisetid_{OD,t}) + \beta_2 * \log(handel_{OD,t}) + \sum \beta_i * Dummy_i$$

**Modell 2D: Arbeidsreiser fra utlandet (Regional)**

$$\log(PAX)_{OD,t} = \beta_1 * \log(reisetid_{OD,t}) + \beta_2 * \log(handel_{OD,t}) + \beta_3 * \log(BNPtotal_{OD,t}) + \sum \beta_k * Dummy_k$$

Forklaringsvariablenes notasjon forklares i tabellen under:

Tabell 3.4. Forklaringsvariablenes notasjon

Notasjon	Betydning
OD	Gjelder for hver enkelt tverrsnittsenhet (OD-par)
i	Gjelder for alle OD-par til en gitt utenlandsk sone. Eksempelvis reiser fra alle regionale flyplasser til Norden.
j	Gjelder for reiser fra Europa til de tre største regionale flyplassene (Benyttes kun i modell 2B).
k	Gjelder for alle OD-par til en gitt norsk lufthavn. Eksempelvis reiser fra alle utenlandske soner til Evenes.
m	Gjelder for alle OD-par til norske regionale lufthavner sortert etter størrelse på lufthavnen. Tre kategorier lufthavner (Benyttes kun i modell 2A).
p	Gjelder for OD-par fra/til OSL for grupperinger av utenlandske soner. Grupperingene varierer mellom modellene (Benyttes i modell 1A til 1D).
t	Angir tidsperiode (t=1 til 7).

Variabler med notasjon OD er spesifikke for hvert enkelt OD-par. Variabler med notasjon *i* gjelder for alle OD-par til en gitt utenlandsk sone, mens tilsvarende notasjonen *k* gjelder for alle OD-par til en gitt norsk lufthavn. Notasjonen *j* gjelder for OD-par fra Europa til en av de tre største regionale flyplassene i modell 2B, mens notasjonen *m* er en dummyvariabel for størrelsen på lufthavnen<sup>9</sup>. For OSL-modellene er det for de ulike delmodellene konstruert dummyvariabler som gjelder for forskjellige grupperinger av utenlandske soner. Her er notasjonen *p* benyttet.

Til slutt angir notasjonen *t* hvilken tidsperiode i analyseperioden variabelen gjelder for. Dermed viser notasjonen *OD,t* at vi ser på en variabel for et gitt OD-par i tidsperiode *t*. De av variablene som ikke har *t* inkludert i notasjonen er antatt å være konstante gjennom hele analyseperioden.

<sup>9</sup> Følger Avinors lufthavnkategorier. Internasjonale flyplasser: BGO, SVG, TRD. Nasjonale lufthavner: AES, BOO, KRS, TOS. Regionale lufthavner: EVE, HAU, MOL.

Den avhengige variabelen PAX (etterspørsel etter flyreiser) er angitt i logaritmisk form. Så langt det har latt seg gjøre er også forklaringsvariablene gitt i logaritmisk form. Dette betyr at de beregnede koeffisientene fra hver modell kan tolkes som elastisiteter med hensyn til PAX. I modellene utleder vi dermed elastisiteter for billettpris, reisehastighet/reisetid, valutakurs, befolkning, inntekt, aggregert konsum, BNP per capita/BNP totalt, handel og verdensturisme. Tabell 3.5 gir en oppsummering over hvilke kontinuerlige forklaringsvariabler som er inkludert i de ulike modellene:

Tabell 3.5. Oversikt over hvilke kontinuerlige forklaringsvariabler som er inkludert i de ulike økonomiske modellene.

	Modell 1: OSL				Modell 2:Regional			
	Fritid		Arbeid		Fritid		Arbeid	
	Fra	Til	Fra	Til	Fra	Til	Fra	Til
	A	B	C	D	A	B	C	D
<b>Billettpris</b>	x	x	x	x	x	x		
<b>Reisehastighet</b>	x	x			x	x		
<b>Reisetid</b>			x	x			x	x
<b>EURO</b>	x				x			
<b>Konsum norske hush.</b>	x							
<b>Turisme utlandssone</b>	x				x			
<b>Inntekt per capita kommune</b>					x			
<b>Befolkning kommune</b>					x			
<b>Befolkning utlandssone</b>		x				x		
<b>BNP capita utlandssone</b>		x				x		
<b>BNP totalt utlandssone</b>			x					
<b>BNP Fastlands-Norge</b>				x				x
<b>Handel</b>			x	x			x	x

I mange av modellene er det inkludert dummyvariabler for å korrigere for nivåforskjeller mellom observerte reisestrømmer og beregnede reisestrømmer for enkelte OD-par. Dette er beskrevet nærmere i vedlegget til denne rapporten.

Den gjennomsnittlige billettprisen for et OD-par er inkludert i samtlige modeller, med unntak av begge regionale modeller for arbeidsreiser (2C og 2D). Grunnen til at de er utelatt her er at elastisitetene ble beregnet til å være positive, som indikerer at antall reiser øker når billettprisen øker, noe som isolert sett virker ulogisk. Estimatenes var ikke signifikante.



Samtlige modeller for fritidsreiser har inkludert gjennomsnittlig reisehastighet som forklaringsvariabel, mens alle modeller for arbeidsreiser har inkludert gjennomsnittlig reisetid som forklaringsvariabel.

Begge modeller for fritidsreiser ut av landet (1A og 2A) inkluderer valutakursen for EURO og total verdensturisme til en gitt utenlandsk sone som forklaringsvariabler.

For fritidsreiser fra regionale lufthavner til utlandet (2A) er befolkning på kommunenivå og gjennomsnittlig inntekt på kommunenivå benyttet som forklaringsvariabler. Det er ikke like enkelt å spesifisere lignende variabler for tilsvarende modell for OSL (1A), ettersom nedslagsfeltet til OSL strekker seg langt utover en enkelt kommune. I modell 1A er derfor aggregert konsum for norske husholdninger benyttet som forklaringsvariabel.

For fritidsreiser fra utlandet til OSL (1B) eller en av de regionale lufthavnene (2B), benyttes både befolkning og BNP per capita i den utenlandske sonen som forklaringsvariabler. Disse variablene er dermed noe lignende variablene vi finner i modell 2B for befolkning og gjennomsnittlig inntekt på kommunenivå.

BNP totalt i en utenlandsk sone benyttes i modell 1C for arbeidsreiser fra OSL til utlandet, men benyttes ikke i den tilsvarende modellen for regionale lufthavner (2C). Årsaken til dette er at elastisiteten blir beregnet til å være negativ, men ikke signifikant. En negativ elastisitet tilsier at reiseomfanget er negativt korrelert med BNP i den utenlandske sonen. Dette strider imot intuisjonen, og variabelen droppes derfor fra modell 2C.

For modellene for arbeidsreiser fra utlandet til OSL (1D) og de regionale lufthavnene (2D) benyttes fastlands-BNP i Norge som forklaringsvariabel. Total handel, definert som summen av import og eksport mellom Norge og utenlandske soner, benyttes som forklaringsvariabel i samtlige modeller for arbeidsreiser (1C, 1D, 2C, 2D).

## 4 Økonometriske analyser

I dette kapittelet gjennomgår vi resultatene fra modellberegningene som er gjennomført for Modell 1A til 1D og Modell 2A til 2D. I vedlegget til rapporten finnes det en grundigere dokumentasjon av de økonometriske analysene, inkludert output-filer og figurer fra programvaren STATA.

Som beskrevet i kapittel 3, benytter vi i de ulike modellene forskjellige sett av forklaringsvariabler, alt etter hva som gir modellene størst forklaringskraft og intuitiv mening. I tabell 4.1 gjengir vi resultatene fra modellberegninger som er gjennomført i dette prosjektet:

Tabell 4.1. Sammenligning av forklaringsvariabler og elastisiteter på tvers av de økonometriske modellene fordelt på reiser fra og til Norge.

	Modell 1: OSL				Modell 2:Regional			
	Fritid		Arbeid		Fritid		Arbeid	
	Fra	Til	Fra	Til	Fra	Til	Fra	Til
	A	B	C	D	A	B	C	D
<b>Observasjoner</b>	147	126	119	126	420	210	210	210
<b>Antall grupper (OD-par)</b>	21	19	18	19	60	30	30	30
<b>R<sup>2</sup></b>	0,90	0,89	0,93	0,87	0,89	0,85	0,93	0,89
<b>Billettpris</b>	-0,30	-1,00	-0,19	(-0,11)	-0,43	-0,91		
<b>Reisehastighet</b>	2,02	1,59			1,32	0,98		
<b>Reisetid</b>			-0,43	-0,36			-0,32	-0,95
<b>EURO</b>	-0,95				(-0,41)			
<b>Konsum norske hush.</b>	1,27							
<b>Turisme utlandssone</b>	0,35				0,35			
<b>Inntekt per capita kommune</b>					1,30			
<b>Befolkning kommune</b>					0,55			
<b>Befolkning utlandssone</b>		0,30				0,44		
<b>BNP capita utlandssone</b>		0,46				1,34		
<b>BNP totalt utlandssone</b>			0,30					
<b>BNP Fastlands-Norge</b>				1,67				1,11
<b>Handel</b>			(0,11)	0,51			0,83	0,54

## Beregningsgrunnlag

I tabellen angir antall grupper antallet OD-relasjoner som inngår i hver modell. Eksempelvis er det 21 utenlandske soner i modell 1A, mens det er én norsk flyplass (OSL). For modell 2A er det 6 utenlandske soner og 10 regionale flyplasser, som gir 60 OD-relasjoner. Antall observasjoner som inngår i datagrunnlaget for analysene er deretter gitt som antall OD-relasjoner multiplisert med antallet tidsperioder.

Sammensetningen av OD-relasjoner er beskrevet tidligere i kapittel 3. For modell 1B til 1D har det vært hensiktsmessig å slå sammen noen av de utenlandske sonene, slik at antallet grupper her er noe lavere enn for modell 1A. Dette er omtalt nærmere i vedlegget til rapporten. Benevnningen *Fra* og *Til* i tabellen refererer til om modellen gjelder reiser fra Norge eller til Norge.

## Elastisiteter

I tabellen viser vi de beregnede elastisitetene for de ulike modellene, det vil si alle kontinuerlige forklaringsvariabler som er spesifisert som logaritmer i modellene. Verdiene uten parentes er signifikante på 5 % nivå, mens verdiene med parentes ikke er signifikant forskjellig fra null.

Fra tabellen ser vi at elastisiteten med hensyn til billettpris er negativ i samtlige modeller der denne variabelen er inkludert. En økning i billettprisen til en utenlandsk sone gir dermed, isolert sett, en reduksjon i etterspørselen etter flyreiser til denne sonen. Effekten er derimot ulik for de forskjellige reisehensiktene. Elastisiteten er betraktelig høyere i tallverdi for modell 1B og 2B (fritidsreiser til Norge), enn for modell 1A og 2A (fritidsreiser fra Norge). Dette tyder på at utlendinger på fritidsreise til Norge har en høyere prissensitivitet enn nordmenn som skal på fritidsreise til utlandet. Våre beregninger viser at antallet fritidsreiser fra OSL til en utenlandsk sone reduseres med 3 % dersom billettprisen øker med 10 % til denne sonen. For fritidsreiser fra utenlandske soner til Oslo blir nedgangen i antall reiser på 10 % med samme økning i billettpriser.

For arbeidsreiser finner vi at billettprisen har liten betydning for trafikkstrømmene. Dette samsvarer godt med resultatene til Brons (2002), som finner en høyere priselastisitet for fritidsreiser enn arbeidsreiser. I modellene for arbeidsreiser for regionale lufthavner (2C og 2D) er ikke billettpris inkludert som forklaringsvariabel. Grunnen til dette er at priselastisiteten for disse modellene ble beregnet til å være svakt positiv, men ikke signifikant.

I samtlige modeller finner vi at gjennomsnittlig reisehastighet/reisetid har en betydning for etterspørselen etter flyreiser til en utenlandsk sone. Elastisiteten med hensyn til gjennomsnittlig reisehastighet/reisetid beregnes til å være større for fritidsreiser enn for arbeidsreiser. Dette henger trolig sammen med at reisevalget i mindre grad er fleksibelt for arbeidsreiser, mens fritidsreisende i større grad har mulighet til å velge reisemål basert på hvor tidseffektiv transporten til reisemålet er. Reisens hastighet virker å være aller viktigst for nordmenns fritidsreiser fra OSL til utlandet, mens dette er av noe mindre viktighet for nordmenn som reiser til utlandet fra regionale flyplasser. For fritidsreiser fra utlandet til Norge er hastigheten viktigere for de som skal til OSL, enn for de som skal til de regionale flyplassene.

Hvor sterk den norske krona er har større betydning for etterspørselen etter fritidsreiser fra OSL, enn fra de regionale flyplassene. For OSL beregner vi en

elastisitet med hensyn på EURO-kurs på -0,95. Dersom krona styrker seg med 10 %, øker antallet fritidsreiser fra Oslo til alle utenlandske soner med 9,5 %. For regionale flyplasser beregner vi effekten til å være lavere, og estimatet er ikke signifikant.

De totale turiststrømmene i verden synes også å påvirke hvor nordmenn reiser. Elastisitetene med hensyn til samlet verdensturisme til en sone er tilnærmet like for fritidsreiser fra Norge i OSL-modellen 1A og den regionale modellen 2A. En økning på 10 % i totalt antall turistbesøk fra hele verden til en utenlandsk sone, medfører en økning i antall fritidsreiser fra OSL og de regionale flyplassene, til denne sonen, på 3,5 %.

Elastisiteten med hensyn på aggregert konsum i norske husholdninger er 1,27 for fritidsreiser i OSL-modellen (1A), noe som tilsier at antallet fritidsreiser fra OSL til alle utenlandske soner øker med 12,7 %, dersom aggregert konsum øker med 10 %. Den lignende inntektselastisiteten per capita for fritidsreiser i den regionale modellen (2A) er 1,30. For den regionale modellen er befolkningselastisiteten beregnet til 0,55.

Elastisiteten med hensyn til befolkningen i utenlandsk sone er beregnet å være noe mindre for fritidsreiser fra utlandet i OSL-modellen 1B enn i den regionale modellen 2B. En befolkningsøkning på 10 % i en utenlandsk sone, fører til en økning i antall fritidsreiser fra denne sonen på henholdsvis 3 % til OSL, og 4,4 % til alle regionale flyplasser.

Elastisiteten med hensyn på BNP per capita ser ut å være større for fritidsreiser fra utlandet i den regionale modellen (2B) enn i OSL-modellen (1B). En økning i BNP per capita for en utenlandsk sone på 10 %, medfører en økning i antallet fritidsreiser fra denne sonen på 4,6 % til OSL, og 13,4 % til de regionale lufthavnene. En tolkning av dette kan være at fritidsreiser til de regionale lufthavnene er mer konjunkturavhengige enn fritidsreiser til Oslo.

Vi finner en elastisitet med hensyn til fastlands-BNP i Norge på godt over 1 for arbeidsreiser som starter i utlandet, både for modell 1D og 2D. En økning i fastlands-BNP på 10 %, medfører en økning i antall arbeidsreiser til samtlige utenlandske soner. Økningen beregnes til å være henholdsvis 16,7 % for OSL og 11,1 % for samtlige regionale lufthavner.

Effekten av BNP i utenlandske soner ser derimot til å ha relativt liten betydning for arbeidsreiser som starter i Norge. For arbeidsreiser fra OSL finner vi at en økning i BNP i en utenlandsk sone på 10 %, medfører en økning i antallet arbeidsreiser til denne sonen på 3 %. For arbeidsreiser fra de regionale lufthavnene er ikke variabelen inkludert, ettersom den ble beregnet til å være negativ, men ikke signifikant.

Til slutt finner vi for samtlige modeller for arbeidsreiser, en positiv elastisitet for handel, med sterkest effekt for arbeidsreiser fra regionale lufthavner til utlandet i modell 2C. Dersom handelen mellom Norge og en utenlandsk sone øker med 10 %, øker antallet arbeidsreiser fra alle de regionale lufthavnene med 8,3 % til denne sonen. Tilsvarende øker trafikken til alle regionale lufthavner med 5,4 %. For OSL er elastisitetene noe lavere, og for reiser fra OSL er estimatet ikke signifikant.

## Bemerkninger

For de regionale modellene er det verdt å merke seg at det er en svakhet i vårt datamaterialet med hensyn til RVU. I 2012 ble undersøkelsen kun gjennomført på de tre største regionale lufthavnene (BGO, SVG, TRD), i tillegg til OSL. Dermed

mangler alle direkte reiser for de resterende regionale lufthavnene i modellen i akkurat 2012. Som en kontroll har vi gjennomført analyser der RVU-data fra 2012 er utelatt fra beregningene. Resultatene fra disse beregningene samsvarer meget godt med de opprinnelige analysene som inkluderer RVU-data fra 2012. I de endelige økonometriske beregningene har vi derfor valgt å inkludere RVU-data fra 2012 i de regionale modellene selv om de er ufullstendige.

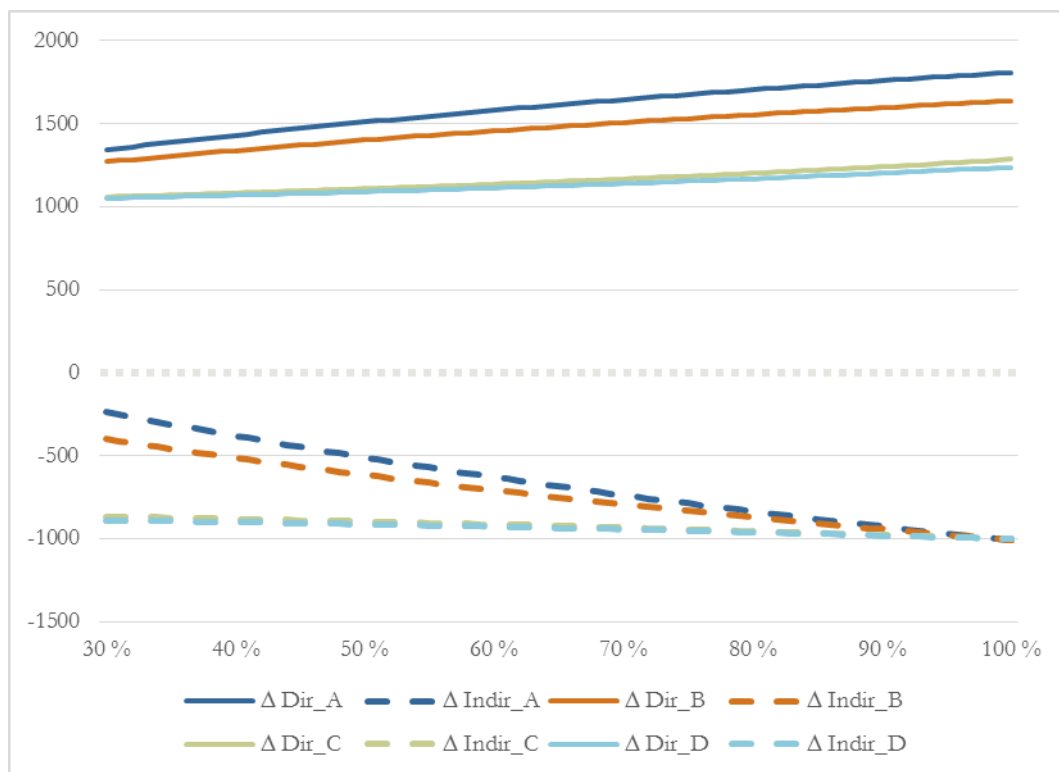
Det bør også bemerkes at de regionale modellene for arbeidsreiser (2C og 2D) er fundamentert på et langt svakere datagrunnlag enn de andre modellene. Det har vært vanskelig å finne data som gjør oss i stand til å forklare trafikkstrømmene for arbeidsreiser på OD-par nivå i de regionale modellene. Eksempelvis benytter vi en variabel for handelen mellom Norge og en gitt destinasjonszone, når vi egentlig er mer interessert i handelen mellom den geografiske sonen rundt hver flyplass og destinasjonssonen. Vi er derfor ikke i stand til å detaljert modellere hvordan handelsomfanget for hver enkelt flyplass og OD-relasjon virker inn på trafikkstrømmene, men er nødt til å benytte langt mer grovkornede data. Usikkerheten rundt prediksjonsevnen til modell 2C og 2D er dermed antatt å være større enn for de andre modellene.

#### 4.1 Reisetidsvariabelen – hvordan kan den tolkes?

Ved å inkludere reisetid og reisehastighet i de økonometriske modellene har vi muligheten til å undersøke hvordan et endret rutetilbud, ved at observert direkteandel endres, påvirker etterspørselen etter flyreiser for ulike OD-par. Reisetid og reisehastighet, slik vi har formulert det i de økonometriske modellene, endres kun over tid dersom andelen som reiser direkte endres for de ulike reisehensiktene.

Dersom direkteandelen øker for et OD-par, vil den gjennomsnittlige reisehastigheten øke i modellene for fritidsreiser, mens den gjennomsnittlige reisetiden vil gå ned i modellene for arbeidsreiser. Resultatene fra de økonometriske beregningene viser en klar positiv sammenheng mellom bedret reisehastighet/reisetid og den totale trafikkstrømmen for et OD-par. Et bedret rutetilbud til en utlandssone, som muliggjør større direkteandel, vil dermed i vår modell føre til økt trafikk til denne sonen.

Figur 4.1 under viser hvordan denne forklaringsvariabelen virker i praksis. Her har vi tatt utgangspunkt i de ulike delmodellene for OSL (Modell 1) for reisestrømmer til og fra Italia, som er definert som en egen utlandssone i modellene. For tolkningens skyld antar vi at det er 100 000 passasjerer for hver av reisehensiktene A til D. Figuren viser hvilken endring ( $\Delta$ ) man får i antallet direkte PAX og indirekte PAX for dette OD-paret dersom andelen som reiser direkte økes med 1 %-poeng.



Figur 4.1. Illustrasjon av virkningen på direkte og indirekte PAX som følge av en økning i direkteandelen på 1 %-poeng. PAX måles langs y-aksen. Opprinnelig direkteandel måles langs x-aksen.

De heltrukne linjene angir for hver av de fire modellene økningen i direkte PAX dersom direkteandelen øker med et prosentpoeng, mens de stiplede linjene med samme farge angir reduksjonen i indirekte PAX som følge av økningen i direkteandelen. Vi ser at økningen i direkte PAX er større enn reduksjonen i indirekte PAX for samtlige modeller uavhengig av andelen direkte reiser i utgangspunktet.

Det er likevel et markant skille mellom fritidsreiser og arbeidsreiser i hvordan økningen i direkteandelen spiller inn på de totale reisestrømmene for OD-paret. Dette uttrykkes gjennom forskjellen i elastisitetene som er beregnet for de ulike modellene. Mens Modell 1A og 1B for fritidsreiser har en beregnet elastisitet med hensyn på reisehastighet på henholdsvis 2,02 og 1,59, er de tilsvarende elastisitetene med hensyn på reisetid for modell 1C og 1D -0,43 og -0,36 (merk at en økning i reisehastigheten er ekvivalent med en reduksjon i reisetiden).

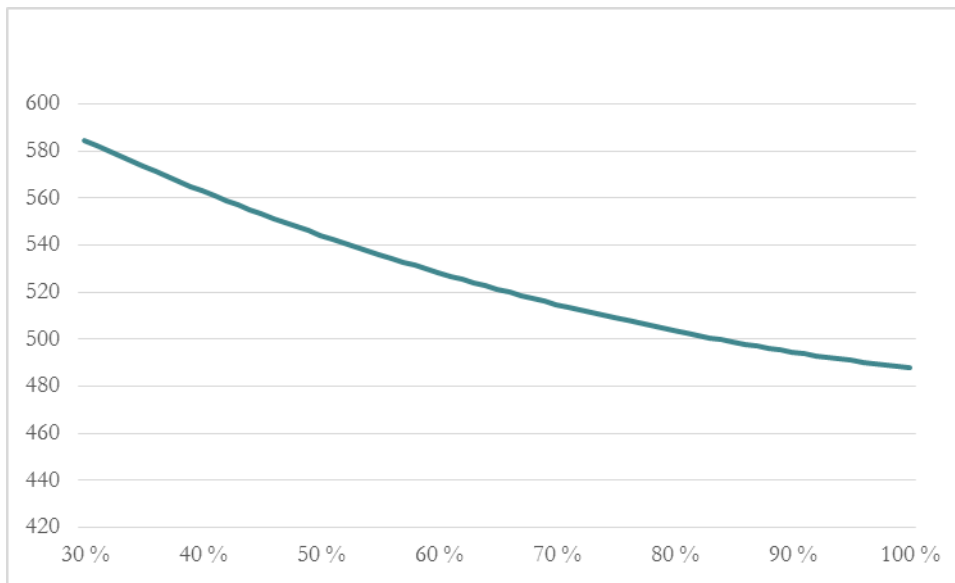
Dette betyr dermed at direkteandelen har langt mindre betydning for arbeidsreiser enn for fritidsreiser. En konsekvens av dette er at en økning i direkte PAX for modellene 1C og 1D for arbeidsreiser, som følge av en økt direkteandel, i stor grad motsvares av en reduksjon i antallet gjennomførte indirekte PAX. Dette gjelder uansett om direkteandelen er lav eller høy.

For fritidsreiser i modell 1A og 1B ser vi derimot at nedgangen i indirekte PAX, som følge av en økning på 1 prosentpoeng i andelen direkte reiser, er større dersom direkteandelen er høy i utgangspunktet, enn dersom den er lav. Samtidig får vi også en markant oppgang i antall direkte reiser, som er større enn for modellene for arbeidsreiser. I sum får vi en betydelig netto økning i total PAX som følge av at økningen i direkte PAX er langt større enn reduksjonen i indirekte PAX.

Modellberegningene viser dermed at reisetiden har liten betydning for arbeidsreiser. Direkteandelen spiller liten rolle for de totale trafikkstrømmene for denne reisehensikten (1C og 1D).

For fritidsreiser (1A og 1B) spiller reisehastighet en langt større rolle. Modellberegningene våre viser at et bedre rutetilbud, som fører til at flere reiser direkte, medfører en betraktelig netto økning i de totale trafikkstrømmene på OD-paret. Effekten er størst dersom direkteandelen i utgangspunktet er lav.

Hva så hvis vi slår sammen de fire reisehensiktene og ser på nettoeffekten på PAX som følge av en økning i andelen direkte reiser på 1 %-poeng? Det vil si: total økning i direkte PAX minus total reduksjon i indirekte PAX. Figur 4.2 viser dette:

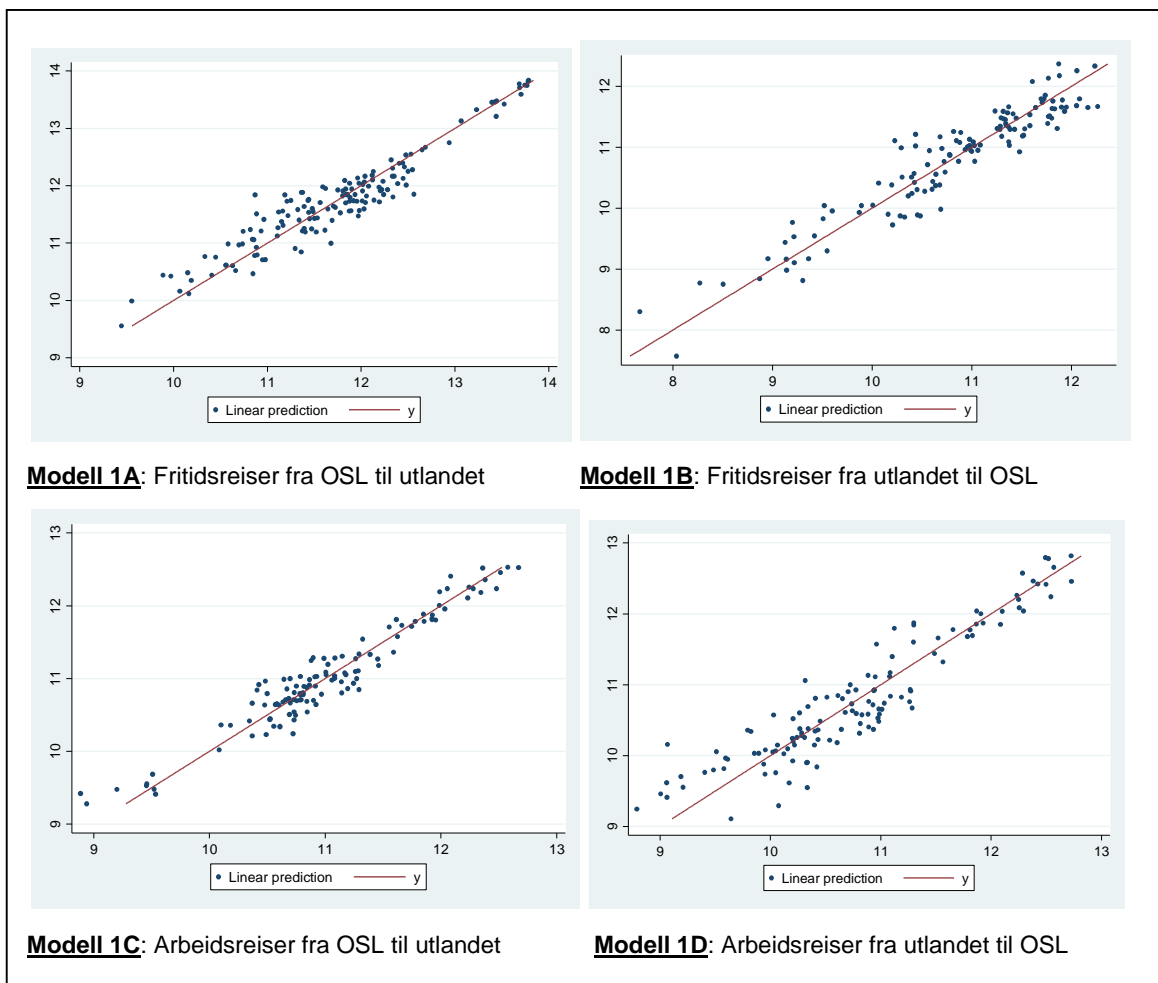


Figur 4.2. Netto effekt på total PAX som følge av økning i direkteandelen på 1 %-poeng. Y-akse viser Endring total PAX. X-aksen viser opprinnelig direkteandel.

I figuren forutsetter vi nå at det er 100 000 PAX til sammen for de fire reisehensiktene, og at det foretas like mange reiser for hver reisehensikt. Vi ser fra figuren at nettoeffekten er synkende med direkteandelen som gjelder i utgangspunktet. Modellen tar dermed høyde for at effekten av bedret rutetilbud, som gir økt direkteandel, er avtagende med hvor stor direkteandelen er opprinnelig.

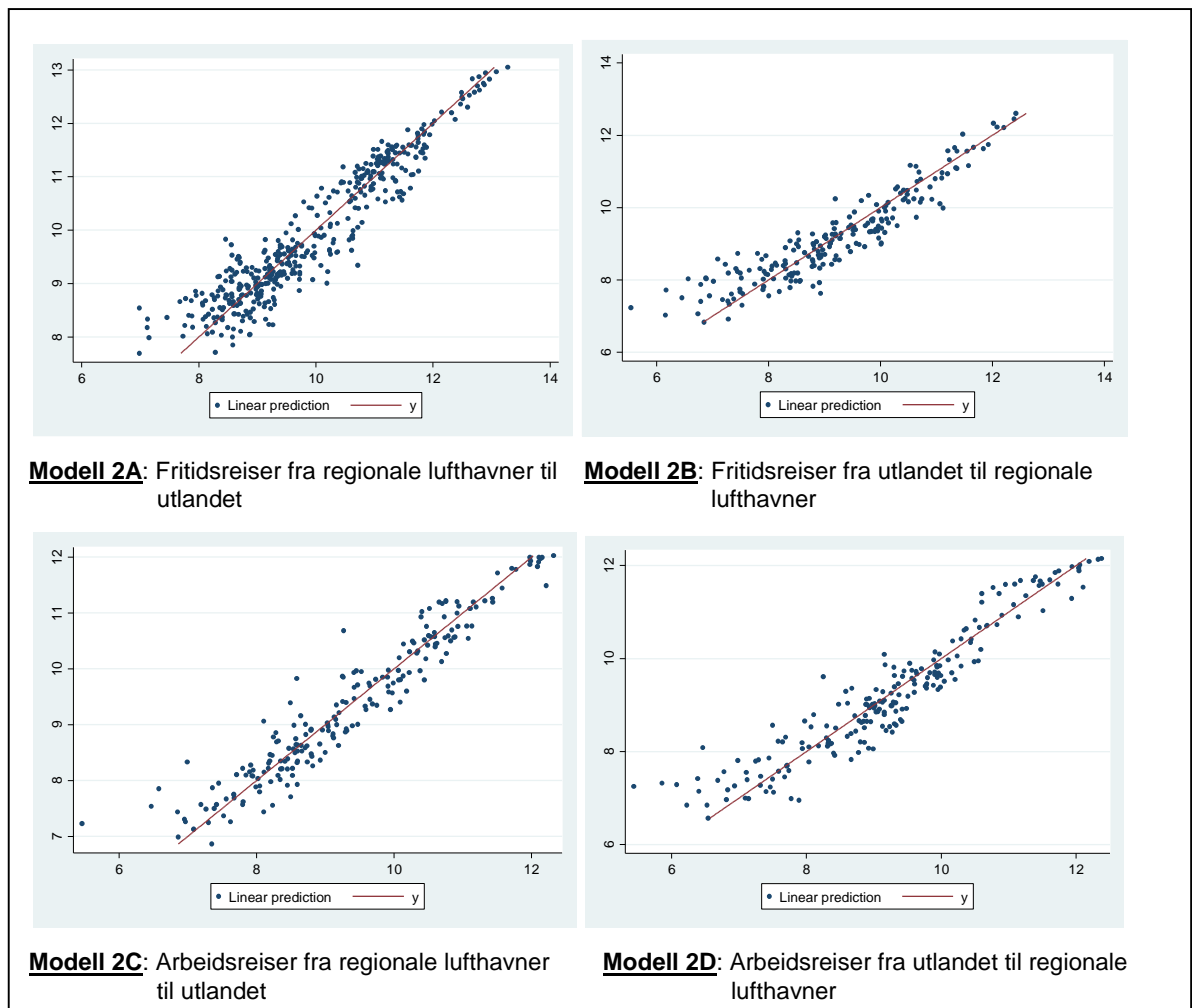
## 4.2 Modellenes forklaringskraft

Generelt ser vi fra tabell 4.1 at de økonometriske modellene har høy forklaringskraft ( $R^2$ ), noe som tilsier at vi er i stand til å modellberegne trafikkstrømmene for ulike OD-relasjoner på et relativt presist nivå, for ulike reisehensikter. Figur 4.3 gir en grafisk fremstilling av modellenes treffsikkerhet totalt for alle observasjoner i modell 1A til 1D, mens figur 4.4 gir tilsvarende presentasjon for modell 2A til 2D.



Figur 4.3. Overenstemmelse mellom modellberegnete trafikkestømmer og observerte trafikkestømmer for samtlige OD-par i alle tidsperioder for modell 1A til 1D. Modellberegnet PAX måles langs y-aksen og observert PAX langs x-aksen. Rød linje angir hvor disse to er identiske. Logaritmisk skala.





Figur 4.4. Overenstemmelse mellom modellberegnete trafikkestømmer og observerte trafikkestømmer for samtlige OD-par i alle tidsperioder for modell 2A til 2D. Modellberegnet PAX måles langs y-aksen og observert PAX langs x-aksen. Rød linje angir hvor disse to er identiske. Logaritmisk skala.

Langs Y-aksene måles modellberegnet PAX (i logaritmer) for en tverrsnittsenhet (OD-par) et enkelt år i tidsserien. Langs X-aksene måles observert PAX (i logaritmer) for en tverrsnittsenhet i tidsserien. Den røde linjen viser hvor modellberegningene samsvarer eksakt med den observerte trafikkestømmen. Dersom et datapunkt er over den røde linjen overestimerer modellen antall flyreiser (PAX) for et OD-par i en av tidsperiodene<sup>10</sup>. Tilsvarende underestimerer modellen antall flyreiser dersom et datapunkt er under den røde linjen.

Fra figurene ser vi at det er godt samsvar mellom observert og modellberegnet PAX for de ulike modellene. De økonomiske modellene makter dermed i stor grad å forklare trafikkestømmene for de ulike OD-parene, fordelt på reisehensikt. I vedlegget til rapporten gir vi en mer detaljert fremstilling av hvor godt modellen

<sup>10</sup> Figuren viser alle tverrsnittsenhetene for alle tidsperiodene, men det er ikke mulig å se hvilke plott som tilhører hvilken tverrsnittsenhet eller tidsperiode.

treffer for de beregnede trafikkstrømmene for hvert enkelt OD-par, for de ulike reisehensiktene.

### 4.3 Trafikkstrømmer summert over reisehensikt

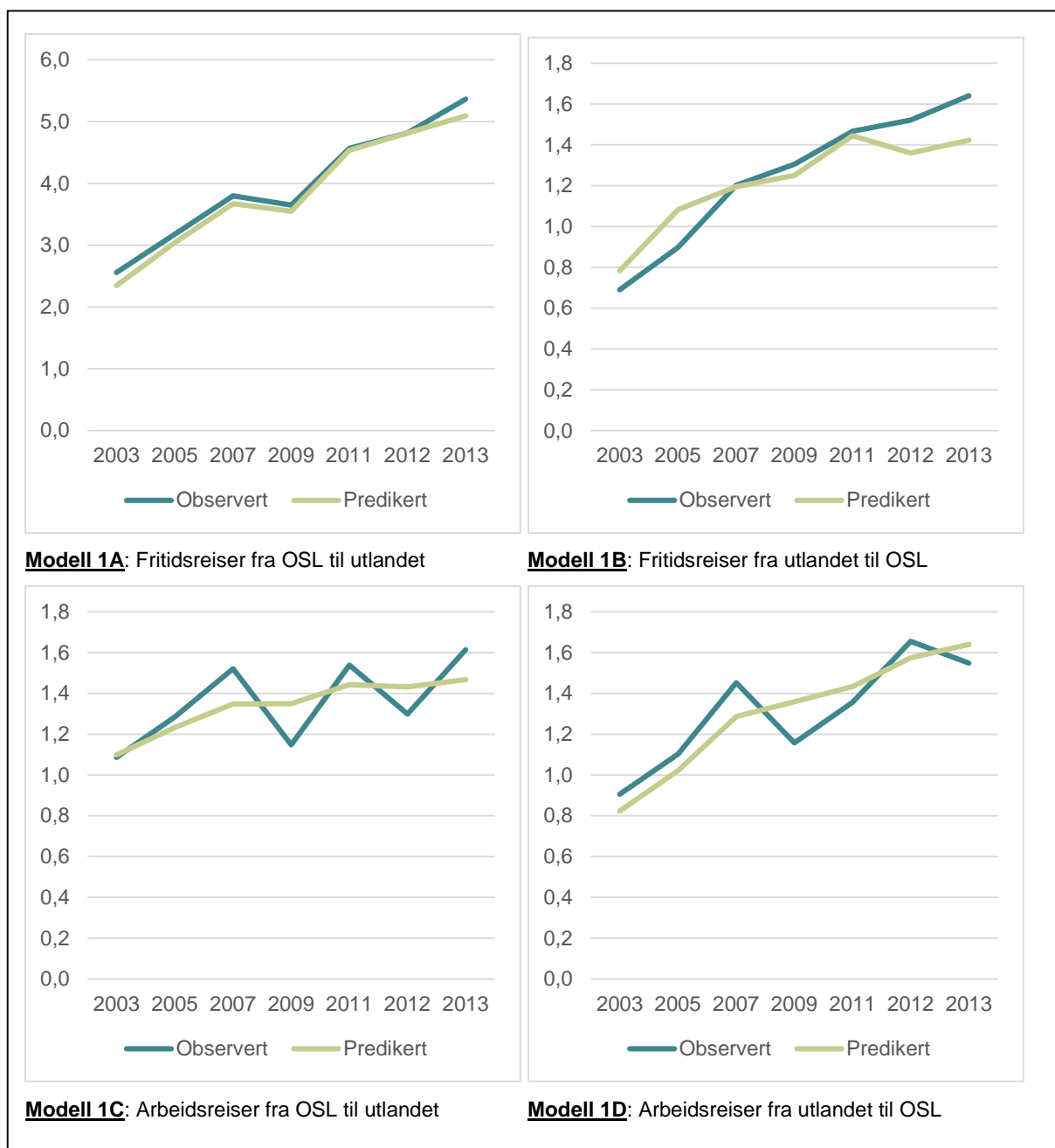
I forrige avsnitt viste vi at de modellberegnete trafikkstrømmene samsvarer godt med de observerte trafikkstrømmene for de ulike modellene, når man ser på hver enkelt OD-relasjon. Det er også av interesse å kontrollere hvor godt modellberegningene treffer når man legger sammen trafikkstrømmene for alle OD-parene for å beregne de totale trafikkstrømmene for ulike reisehensikter.

Fram til nå har vi operert med logaritmer når vi har omtalt observert eller modellberegnet PAX. Hvordan stemmer det overordnede bildet for de totale trafikkstrømmene dersom man ser på de absolutte verdiene? Dette kan man enkelt beregne ved å ta eksponentialfunksjonen (antilogaritmen) av de observerte og modellberegnete logaritmene av trafikkstrømmer og summere over alle OD-par for hver modell.

Det er her verdt å poengtere at vi for modell 1 beregner de totale trafikkstrømmene for reiser som starter/slutter i Oslo Lufthavn (OSL), og dermed ikke inkluderer utlandstrafikk til og fra de regionale lufthavnene med transfer på OSL. Tilsvarende beregner vi de totale trafikkstrømmene i modell 2 for utenlandsreiser som starter/slutter ved en gitt regional lufthavn, uavhengig av hvorvidt reisene går via en annen norsk lufthavn eller direkte til/fra utlandet.

#### 4.3.1 Modell for OSL

I figur 4.5 sammenligner vi de modellberegnete trafikkstrømmene med de observerte trafikkstrømmene totalt for alle OD-par, for hver reisehensikt. Y-aksen angir antall millioner PAX per år i analyseperioden fra/til OSL, mens X-aksen angir året i analyseperioden.



Figur 4.5. Modellberegnete og observerte trafikkstrømmer (PAX) summert over alle OD-par per år i analyseperioden. I millioner PAX langs Y-aksen. Analyseår langs X-aksen. Modell 1A til 1D.

For fritidsreiser fra OSL til utlandet (Modell 1A) ser vi at det er god overenskomst mellom modellberegnete og observerte trafikkstrømmer. Modellen klarer dermed i tilfredsstillende grad å beregne den totale fritidstrafikken fra OSL til utlandet. Merk for øvrig at skalaen på Y-aksen for denne modellen er forskjellig fra de andre tre modellene for OSL.

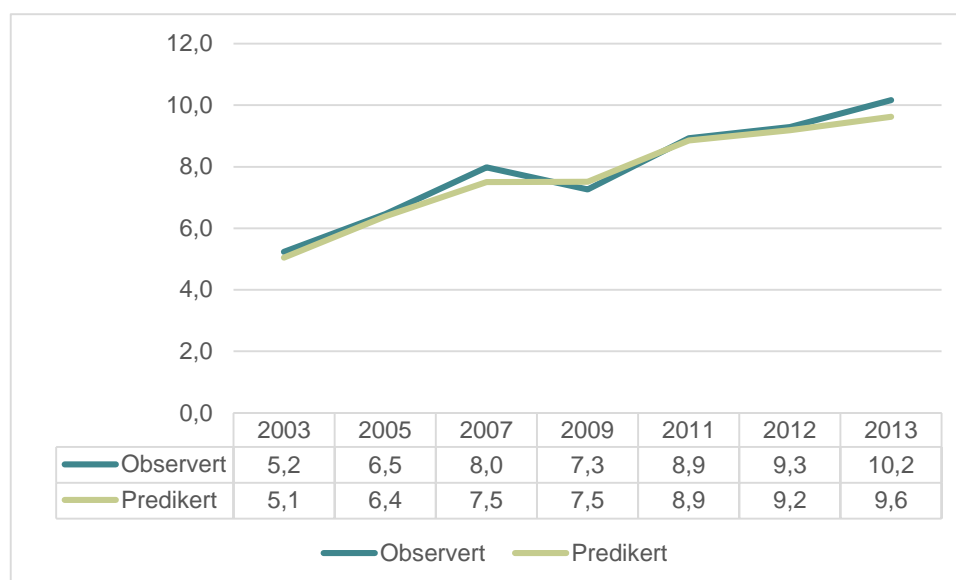
Også modell 1B for fritidsreiser fra utlandet til OSL makter i stor grad å forklare utviklingen i den totale trafikkstrømmen over tid for denne reisehensikten. Men den modellberegnete trafikkstrømmen er noe høyere i første tidsperiode i analyseperioden, mens den er noe lavere i den siste tidsperioden. Dette impliserer at

vekstraten over analyseperioden er beregnet å være noe lavere enn det den faktisk har vært.

For modell 1C (arbeidsreiser fra OSL til utlandet) ser vi at de beregnede trafikkstrømmene ikke fanger opp volatiliteten vi finner i de observerte trafikkstrømmene. De observerte trafikkstrømmene har variert betraktelig i løpet av tidsperioden, mens de modellberegnete trafikkstrømmene har en jevnere utvikling. I totalsum over hele tidsperioden synes derimot de modellberegnete trafikkstrømmene å stemme bra overens mot de observerte trafikkstrømmene.

Også for modell 1D (arbeidsreiser fra utlandet til OSL) ser vi at de observerte trafikkstrømmene varierer i større grad enn de modellberegnete trafikkstrømmene. Den samlede utviklingen over hele tidsperioden ser derimot ut til å stemme relativt godt.

Figur 4.6 gir de totale trafikkstrømmene summert over alle reisehensikter A til D for OSL-modellene.

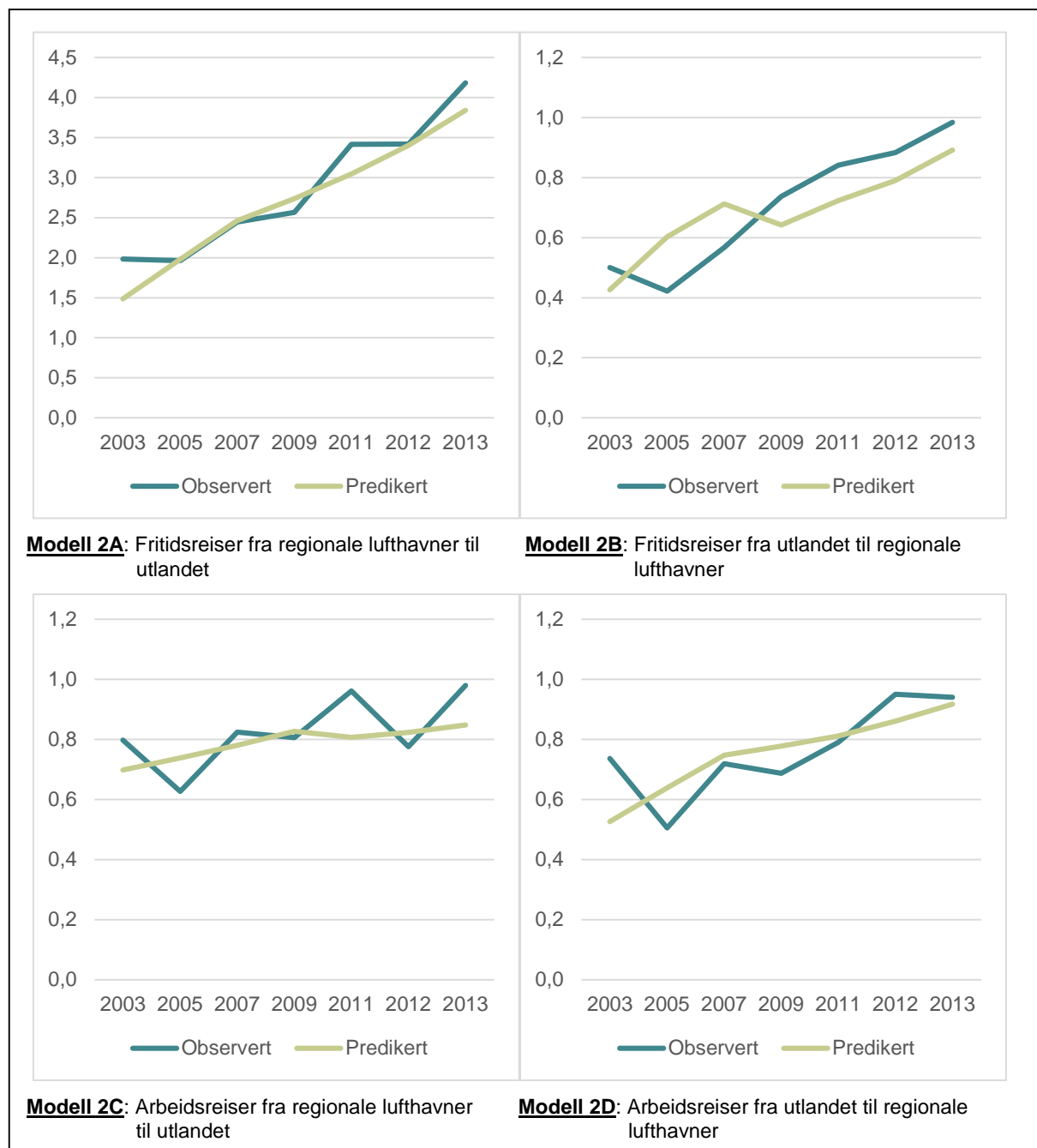


Figur 4.6. Modellberegnete og observerte trafikkstrømmer (PAX) summert over alle OD-par per år i analyseperioden. I millioner PAX langs Y-aksen. Analyseår langs X-aksen. Summert over modell 1A til 1D.

Den totale utviklingen i trafikkstrømmer for OSL beregnes med relativt godt presisjonsnivå, når man ser alle modellene under ett. Den samlede trafikkutviklingen for modell A til D vil i stor grad sammenfalle med trafikkutviklingen for modell A, ettersom fritidsreiser fra OSL til utlandet er den dominerende reisehensikten for OSL.

### 4.3.2 Regional Modell

Figur 4.7 viser de totale trafikkkstrømmene beregnet for hver av de fire regionale modellene 2A til 2D. Vi ser her på modellberegnet trafikk versus observert trafikk, totalt for alle OD-par og alle regionale lufthavner som er inkludert i analysen.



Figur 4.7. Modellberegnete og observerte trafikkkstrømmer (PAX) summert over alle OD-par per år i analyseperioden. Totalt for alle regionale lufthavner. I millioner PAX langs Y-aksen. Analyseår langs X-aksen. Modell 1A til 1D.

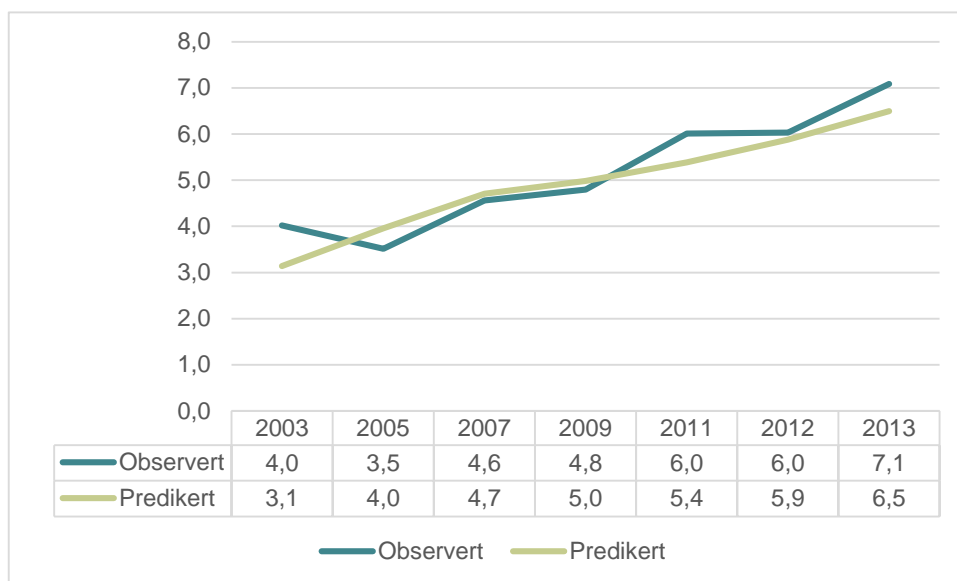
For fritidsreiser fra regionale lufthavner til utlandet (Modell 2A) ser vi fra figuren at de totale modellberegnete trafikstrømmene stemmer relativt godt overens med de observerte trafikstrømmene. Det kan bemerkes at den observerte trafikstrømmen er noe mer volatil enn den modellberegnete trafikstrømmen. Merk også at skaleringen på Y-aksen er annerledes for denne modellen enn for de tre andre modellene.

For fritidsreiser fra utlandet til de regionale lufthavnene (modell 2B) er det i analyseperioden relativt god overenskomst mellom observerte og modellberegnete trafikstrømmer. Fra figuren ser vi likevel at modellen i visse tilfeller beregner trafikvekst, mens den observerte utviklingen er negativ.

For modell 2C (arbeidsreiser fra regionale lufthavner til utlandet) beregnes trafikstrømmene for alle lufthavnene samlet rimelig godt over hele tidsperioden, men modellen har en tendens til å jevne ut svingningene i de observerte trafikstrømmene fra år til år.

For arbeidsreiser fra utlandet til regionale lufthavner (modell 2D) er det godt samsvar mellom den totale modellberegnete trafikstrømmen og den observerte trafikstrømmen i analyseperioden, dersom man ser bort i fra de to første tidsperiodene.

Figur 4.8 gir de beregnede trafikstrømmene summert over alle reisehensikter A til D, for samtlige regionale lufthavner inkludert i analysen.



Figur 4.8. Modellberegnete og observerte trafikstrømmer (PAX) summert over alle OD-par per år i analyseperioden. Totalt for alle regionale lufthavner. I millioner PAX langs Y-aksen. Analyseår langs X-aksen. Summert over modell 2A til 2D.

For analyseperioden sett under ett er det godt samsvar mellom de observerte og modellberegnete trafikstrømmene samlet for alle reisehensikter<sup>11</sup>. Modellen klarer dermed i stor grad å fange opp veksten i PAX som har funnet sted i løpet av analyseperioden.

<sup>11</sup> Som tidligere nevnt i kapittelet mangler det i RVU-data direkte reiser for de mindre regionale flyplassene i 2012. Den observerte trafikstrømmen for dette året er dermed noe for lav.

## 4.4 Trafikkstrømmer for hver enkelt lufthavn i de regionale modellene

### 4.4.1 Sommert for hele analyseperioden

Figur 4.9 viser hvordan de observerte og modellberegnete trafikkstrømmene samsvarer for hver enkelt regionale lufthavn i modell 2A til 2D. Trafikkstrømmene er summert over alle syv tidsperioder som inngår i datagrunnlaget.



Figur 4.9. Modellberegnete og observerte trafikkstrømmer (PAX) summert over alle OD-par for hver enkelt regionale lufthavn i hele analyseperioden. For hver enkelt reiseb hensikt 2A til 2D. I millioner PAX langs Y-aksen. Analyseår langs X-aksen.

Vi ser dermed på den totale trafikkstrømmen summert over alle OD-par for hver lufthavn, totalt for alle år i analyseperioden.

For den regionale modellen for fritidsreiser til utlandet (modell 2A) synes modellen å beregne de totale trafikkstrømmene i hele analyseperioden på lufthavnnivå relativt godt. De største absolutte forskjellene i trafikkstrømmer finner vi på de tre største regionale lufthavnene, men de relative forskjellene for disse flyplassene er nokså små. Merk igjen at skalaen på Y-aksen for modell 2A er forskjellig fra de andre modellene.

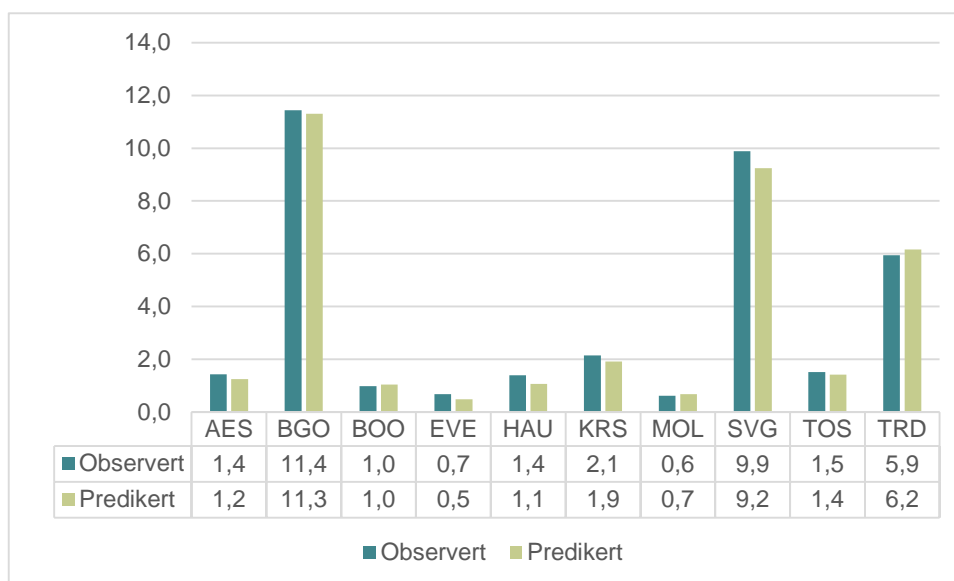
I modell 2B, for fritidsreiser fra utlandet til de regionale lufthavnene, ser modellen ut til å beregne de totale trafikkstrømmene godt for hver enkelt lufthavn.

Modellberegningene gir likevel et noe høyt estimat for Bergen, og et noe lavt estimat for Tromsø.

For modell 2C, for arbeidsreiser fra de regionale lufthavnene til utlandet, er de modellberegnete trafikkstrømmene nokså tett opp mot de observerte trafikkstrømmene for hver enkelt lufthavn. Stavanger skiller seg ut med noe lavere beregnet trafikkstrøm enn observert.

Til slutt finner vi i modellen for arbeidsreiser fra utlandet til regionale lufthavner (modell 2D), at de totale modellberegnete trafikkstrømmene for hver enkelt lufthavn stemmer meget godt overens med de observerte trafikkstrømmene.

Figur 4.10 gir de totale trafikkstrømmene summert over alle reisehensikter A til D for de regionale lufthavnene.



Figur 4.10. Modellberegnete og observerte trafikkstrømmer (PAX) summert over alle OD-par for hver enkelt regionale lufthavn i hele analyseperioden. I millioner PAX langs Y-aksen. Analyseår langs X-aksen. Summert over reisehensikt 2A til 2D.

Jevnt over stemmer de modellberegnete totale trafikkstrømmene i analyseperioden godt overens med de observerte trafikkstrømmene for hver enkelt flyplass. Det beregnes noe for lav trafikk for Stavanger, samtidig beregnes Bergen og Kristiansand noe over sine observerte verdier.

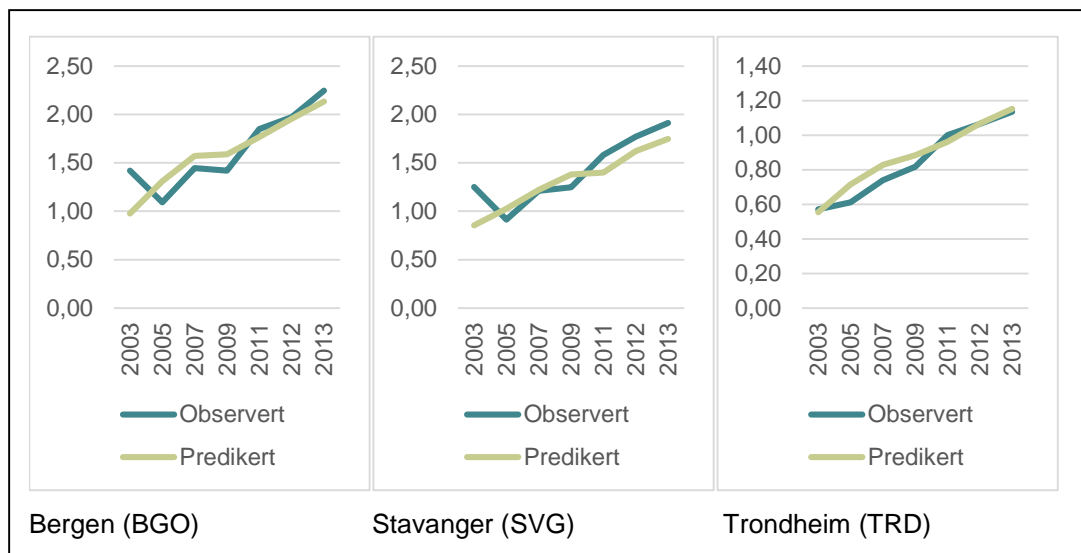


#### 4.4.2 Utvikling over tid

Her ser vi på hvordan de modellberegnete trafikstrømmene samsvarer med de observerte trafikstrømmene for hver enkelt lufthavn, hvert enkelt år i analyseperioden mellom 2003 og 2013. For noen av flyplassene vil man kunne se konsekvensene av at vi mangler data for direkte reiser i 2012 for de mindre regionale flyplassene, da de observerte trafikstrømmene har en nedgang dette året som virker lite sannsynlig. Dette gjelder spesielt for Ålesund, Molde, Kristiansand og Haugesund.

I figurene som følger, summerer vi opp de modellberegnete og de observerte trafikstrømmene for alle de fire reisehensiktene, for hver lufthavn, i analyseperioden. Merk at skalaen langs y-aksen som måler de totale trafikstrømmene (PAX) er forskjellig for hver enkelt lufthavn.

Figur 4.11 viser trafikstrømmene for de tre største regionale lufthavnene, mens figur 4.12 viser trafikstrømmene for de resterende regionale lufthavnene.



Figur 4.11. Modellberegnet og observerte trafikstrømmer (PAX) summert over alle OD-par per år i analyseperioden for BGO, SVG og TRD. I millioner PAX langs Y-aksen. Analyseår langs X-aksen. Totalt for Modell 2A til 2D.



Figur 4.12. Modellberegnet og observerte trafikkstrømmer (PAX) summert over alle OD-par per år i analyseperioden for AES, BOO, EVE, HAU, KRS, MOL og TOS. I millioner PAX. Totalt for Modell 2A til 2D.

Fra disse figurene er det tydelig å se at samsvaret mellom observerte og modellerte trafikkstrømmer er best for de største lufthavnene. For Bergen, Stavanger og Trondheim, som er de desidert største regionale lufthavnene, er det relativt godt samsvar mellom den modellberegnete og den observerte trafikken. For de mindre regionale lufthavnene er det relative spriket mellom modellberegnet trafikk og observert trafikk noe større, selv om den absolutte forskjellen er mindre. Med

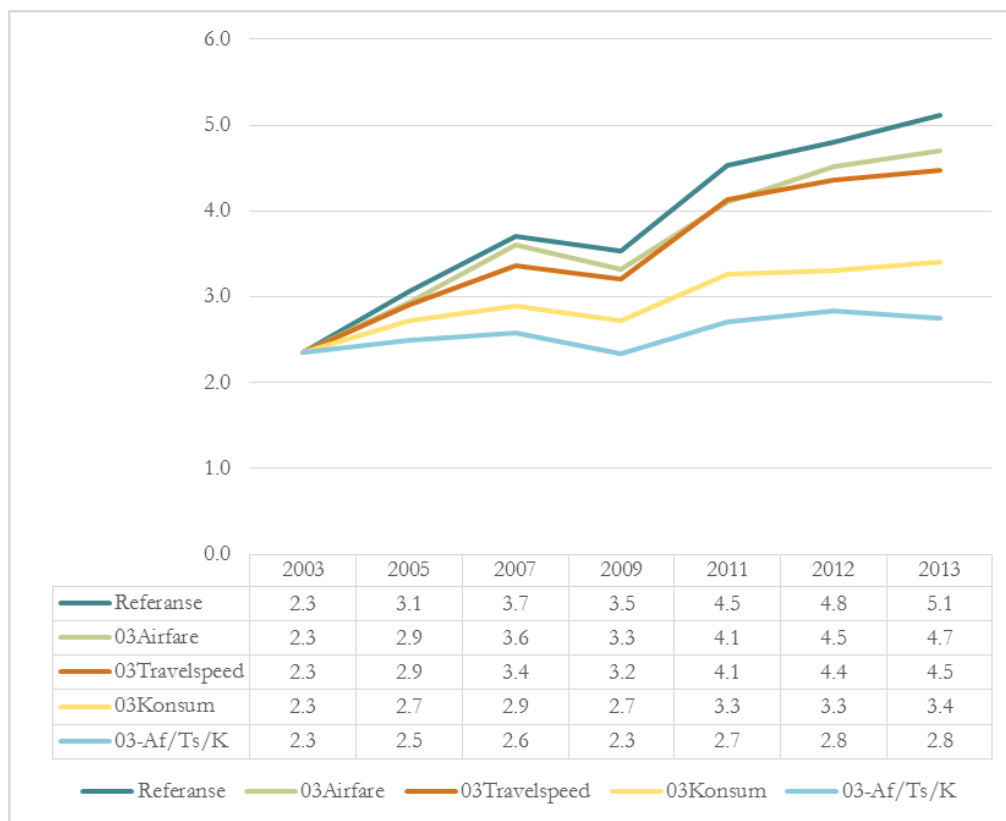
bakgrunn i dette kan vi slå fast at vi trolig har konstruert et sett av regionale modeller som i sum er bedre til å beregne trafikkstrømmene på de største regionale lufthavnene, enn på de mindre regionale lufthavnene.

## 4.5 «Backcasting» i analyseperioden

Et interessant spørsmål vi kan adressere ved hjelp av våre modellberegninger er hvordan trafikkstrømmene ville utviklet seg dersom *ingenting hadde endret seg* fra analyseperiodens start til slutt. Det vil si: hva ville de modellberegnete trafikkstrømmene i analyseperioden vært dersom forklaringsvariablene som benyttes i modellene holdes konstant på 2003-nivå frem til 2013. I dette avsnittet gjennomfører vi en slik beregning for Modell 1A: Fritidsreiser fra OSL til utenlandske soner.

Figur 4.13 viser resultatene av backcastingen for fem ulike alternative scenarier:

- 1) Referanse
  - Med faktisk observert utvikling i forklaringsvariablene
- 2) 03Airfare
  - Billettpriser for flyreiser holdt konstant på 2003-nivå gjennom hele analyseperioden
- 3) 03Travelspeed
  - Reishastighet holdt konstant på 2003-nivå gjennom hele analyseperioden. Med andre ord: Ingen endring i andelen som reiser direkte/indirekte
- 4) 03Konsum
  - Aggregert konsum i husholdninger holdt fast på 2003-nivå i hele analyseperioden
- 5) 03-Af/Ts/K
  - Billettpriser, reishastighet og konsum holdes konstant på 2003-nivå i hele analyseperioden



Figur 4.13. «Backcasting» i analyseperioden. Tenkt utvikling i totale modellberegnete trafikkestømmer dersom forklaringsvariablene holder seg konstant på 2003-nivå. Målt i millioner PAX langs y-aksen. Analyseår langs x-aksen. Modell 1A.

Scenariet Referanse viser dermed de modellberegnete trafikkestømmene i analyseperioden, gitt den faktiske utviklingen i forklaringsvariablene som er benyttet i den økonometriske modellen.

Dersom billettprisene hadde holdt seg på 2003-nivå gjennom hele analyseperioden, ser vi fra figuren at de modellberegnete trafikkestømmene reduseres gjennom hele analyseperioden (03Airfare). Dette kan forklares med at billettprisene generelt var høyere i 2003 enn i 2013, og vi i vår økonometriske modell finner vi en negativ sammenheng mellom billettpriser og etterspørselen etter flyreiser.

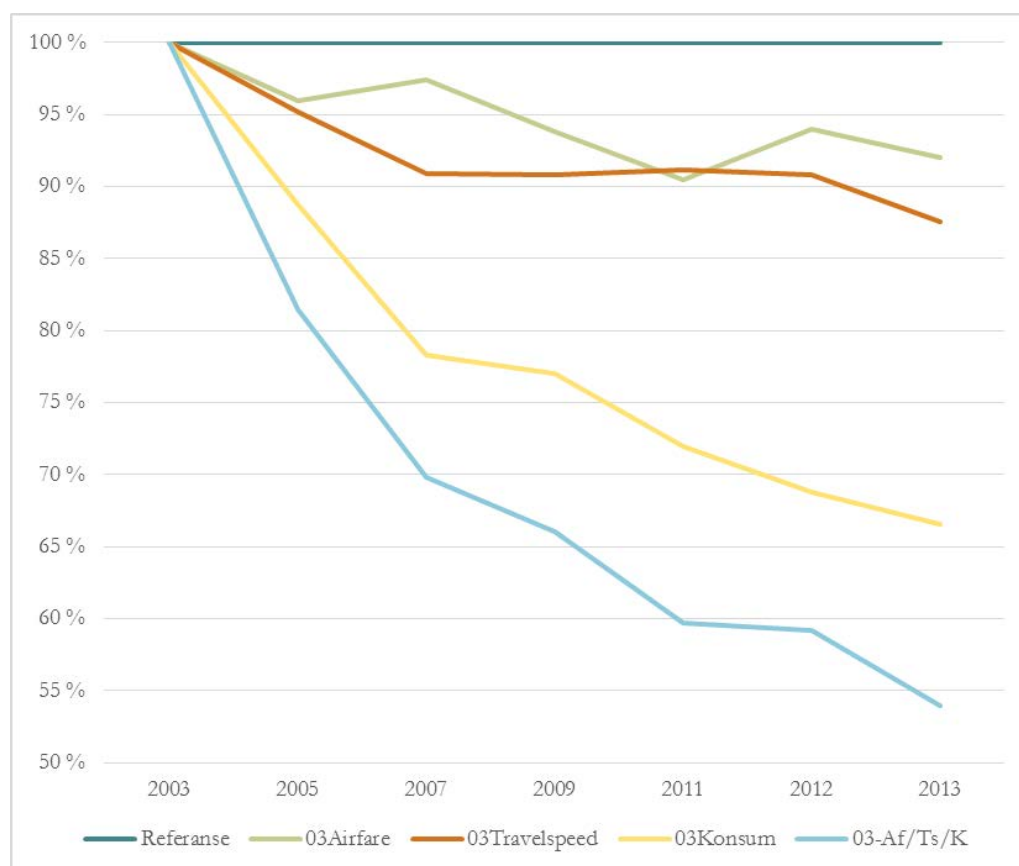
Tilsvarende finner vi i scenariet 03Travelspeed at dersom man holder andelen direkte reiser mellom OSL og ulike utlandssoner konstant på 2003-nivå gjennom hele analyseperioden<sup>12</sup>, ville de modellberegnete trafikkestømmene vært lavere enn i Referanse. Årsaken til dette er at den faktiske utviklingen mellom 2003 og 2013 har vært høyere andel direkte reiser, og dermed reisehastighet, noe som i vår økonometriske modell fører til økt etterspørsel etter flyreiser.

Vi finner en relativt sterk effekt av aggregert konsum i norske husholdninger på etterspørselen etter flyreiser fra OSL. I scenariet 03Konsum holdes aggregert konsum fast på 2003-nivå gjennom analyseperioden, og vi ser at trafikkestømmene for alle årene i analyseperioden ville vært langt lavere dersom vi hadde hatt nullvekst i denne variabelen.

<sup>12</sup> Ekvivalent med å si at reisehastigheten holdes konstant

Den kombinerte effekten av å holde billettpriser, reisehastighet og aggregert konsum fast på 2003-nivå ser vi i scenariet 03-Af/Ts/K<sup>13</sup>.

Figur 4.14 viser de relative forskjellene mellom referanse-beregningene og de tenkte scenariene, der Referanse er normalisert til 100 %:



Figur 4.14. «Backcasting» i analyseperioden. Tenkt utvikling i totale trafikkstrømmer dersom forklaringsvariablene holder seg konstant på 2003-nivå. Alle scenarier målt relativt mot Referanse=100 %. Analyseår langs x-aksen. Modell 1A.

Modellberegningene våre tilsier en nedgang i trafikkstrømmene for fritidsreiser fra OSL til utlandet på cirka 8 % i 2013 i forhold til referansescenariet, dersom prisene dette året hadde vært på 2003-nivå.

Økningen i andelen direkte reiser, som fører til økt reisehastighet, har ifølge våre modellberegninger hatt en noe større effekt enn nedgangen i billettpriser. Dersom andelen direkte reiser hadde vært på 2003-nivå i 2013 tilsier våre modellberegninger en nedgang i trafikkstrømmene for fritidsreiser fra OSL til utlandet med over 12 % i forhold til referansescenariet.

<sup>13</sup> De eneste forklaringsvariablene som driver trafikkveksten fra -03 til -13 i dette scenariet er endringer i EURO-kursen og verdensturismen til de ulike utlandssonene.

Den viktigste enkeltdriveren for trafikkstrømmene fra OSL for fritidsreiser er aggregert konsum i husholdninger. Våre beregninger tilsier at dersom aggregert konsum i 2013 ikke hadde økt siden 2003, ville trafikkstrømmene vært over 33 % lavere enn i referansescenariet.

Dersom ingen av de tre forklaringsvariablene hadde endret seg mellom 2003 og 2013 finner vi med våre modellberegninger at de totale trafikkstrømmene for fritidsreiser fra OSL til utlandet hadde sunket med 46 % sammenlignet med referansescenariet.

## 5 Regnearkmodell for prognoser

I de økonometriske modellberegningene har vi kartlagt sammenhengen mellom etterspørsel etter flyreiser og sentrale tilbuds- og etterspørselsvariabler. Som vist i forrige kapittel har vi beregnet et sett med modeller som er i stand til å beregne den samlede etterspørselen etter flyreiser, for ulike reisehensikter og lufthavner, på et relativt presist nivå. I prosjektet har vi benyttet elastisitetene utledet i de økonometriske beregningene til å konstruere en Excel-basert prognosemodell som fremskriver etterspørselen etter flyreiser til utlandet frem til 2045, med bakgrunn i hvilken utvikling man legger til grunn for forklaringsvariablene.

Prognosene vil naturlig nok ha et større usikkerhetsspenn jo lenger ut i prognoseperioden man er. I praksis benytter vi data fra syv reisevaneundersøkelser fra en tiårs-periode i de økonometriske beregningene til å predikere flytrafikken betydelig lenger frem i tid. Vi anbefaler derfor at resultater fra prognosemodellen for beregningsår som ligger langt frem i tid benyttes med forsiktighet.

I prognosemodellen har vi tatt utgangspunkt i datasettet som er benyttet i de økonometriske analysene, der det siste året i tidsserien er 2013. Med hjelp av nyere data, både fra RVU og andre datakilder, har vi oppdatert datamaterialet til 2014-nivå. Dette er dermed basisåret i prognosemodellen.

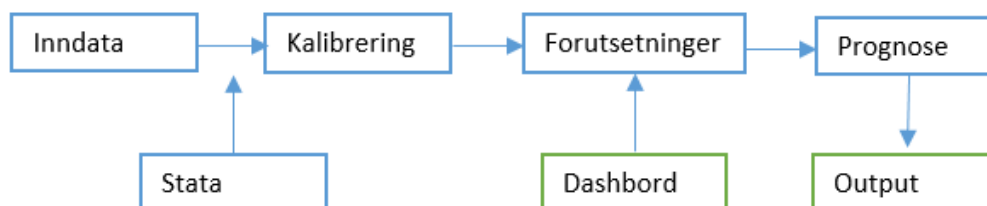
I prognosemodellen er det benyttet en grovere inndeling i utenlandske soner enn det som ble benyttet i mange av de økonometriske beregningene. Vi prognostiserer etterspørselen etter flyreiser til utlandet fra OSL og de regionale flyplassene til tre forskjellige utenlandske soner:

- Norden
- Europa<sup>14</sup>
- Interkontinental

For Modell 2B til 2D tilsvarer dette soneinndelingen som ble benyttet i de økonometriske beregningene, mens det for Modell 2A innebærer en aggregering fra 6 soner. For Modell 1A til 1D innebærer soneinndelingen i prognosemodellen en aggregering fra mellom 17 og 21 soner.

### Regnearkmodellens bestanddeler

Figuren under viser en skisse av dataflyten i regnearkmodellen:



Figur 5.1. Skisse av dataflyt i Prognosemodell

<sup>14</sup> Ikke inkludert Norden

For de som skal lage prognoser med regnearkmodellen er det de to boksene med grønt omriss som vil være sentrale. I arkfanen *Dashboard* kan brukeren legge inn forutsetninger for forklaringsvariablene for hvert år i prognoseperioden, mens *Output* gir resultater fra prognoseberegninger i bearbeidet form. I Prognosemodellen er alle arkfaner som ikke er inkludert i de to grønne boksene skjult for brukeren.

Under vil vi først gi en kort beskrivelse av de skjulte komponentene av regnearket<sup>15</sup>. Deretter vil vi gå nærmere inn på de arkfanene brukeren av Prognosemodellen behøver å forholde seg til.

## Inndata

Inneholder verdier for observerte trafikkstrømmer og forklaringsvariablene som er benyttet i de ulike modellene. Verdiene er oppgitt på OD-par-nivå, tilsvarende det som ble benyttet i de økonometriske beregningene, og tar utgangspunkt i data fra 2013.

## Stata

Inneholder modellresultater fra de økonometriske beregningene som er gjennomført. Her ligger dermed alle koeffisienter for forklaringsvariablene som er inkludert i de ulike modellene.

## Kalibrering

Ved å kombinere informasjon fra regnearkene *Inndata* og *Stata* beregnes trafikkstrømmer for hvert enkelt OD-par som er benyttet i de økonometriske analysene for hver reisehensikt i 2013. De beregnede reisestrømmene avstemmes mot observert trafikk for hvert OD-par ved å tilpasse konstantleddet for hvert enkelt OD-par. Dette gjør dermed at vi i har kalibrert konstantleddet slik at de beregnede trafikkstrømmene er identiske med de observerte i 2013. Trafikktallene oppdateres deretter til 2014-nivå ved hjelp av de nyeste tilgjengelige RVU-dataene.

## Forutsetninger

I dette arket ligger framskrivinger av forklaringsvariablene for hvert år i prognoseperioden mellom 2015 og 2045 for hver enkelt modell. Forutsetningene styres fra *Dashboardet*, som vi beskriver nedenfor.

## Prognose

Ved å ta utgangspunkt i de kalibrerte trafikkstrømmene i 2014, samt forutsetningene og elastisitetene man legger til grunn for forklaringsvariablene, beregnes det i regnearket prognoser for de totale reisestrømmene for hvert OD-par som er benyttet i de økonometriske analysene ved å summere opp over reisehensikter for OSL-modellene og de regionale modellene. For brukeren av regnearket vil de bearbeidede prognosene ligge i arkfanene med navn *Output*.

---

<sup>15</sup> Disse kan hentes frem i Excel av brukeren ved å gå til: Hjem > Celler >



## 5.1 Utarbeiding av prognoser

For brukerne av regnearkmodellen som ønsker å gjennomføre prognoseberegninger er det tilstrekkelig å forholde seg til et relativt lite antall arkfaner. Disse er:

- Dashbord
- Output-1
- Output-2
- Output-Total
- Output-Grafisk

I *Dashbord* legger brukeren inn forutsetninger for analysen, i form av utviklingen på forklaringsvariabler som er inkludert i modellene.

I *Output-1* beregnes de totale trafikkstrømmene (PAX) fra hver enkelt lufthavn som er inkludert i analysene (OSL + 10 regionale) for hvert år i prognoseperioden, med bakgrunn i de forutsetningene som er lagt inn i *Dashbord*. Vi tar her utgangspunkt i første avreiselufthavn i Norge som den reisende benytter.

Arkfanen *Output-2* er identisk med *Output-1*, bortsett fra at vi her tar hensyn til at mange av utenlandsreisene fra de regionale lufthavnene foretas med transfer i OSL. I denne arkfanen beregner vi de prognostiserte trafikkstrømmene der alle utenlandsreiser som starter i de regionale flyplassene og har transfer i OSL, er trukket fra de beregnede trafikkstrømmene for de regionale flyplassene, og lagt til trafikkstrømmene fra OSL.

I arkfanen *Output-Total* tar vi utgangspunkt i resultatene fra *Output-2*, men vi inkluderer også resterende utlandstrafikk fra OSL og de ti regionale lufthavnene som ikke er tatt med i de opprinnelige prognosene. Dette gjelder trafikkstrømmer fra de mindre regionale flyplassene til utlandet med transfer i OSL eller en av de større regionale lufthavnene, samt trafikk som kommer fra utlandet og skal videre til utlandet med mellomlanding i OSL eller en av de større regionale lufthavnene.

I *Output-Grafisk* oppsummeres resultatene fra *Output-1*, *Output-2* og *Output-Total* i figurform.

I tillegg er det to andre arkfaner som heter:

- Innføring i prognosemodellen
- Historisk utvikling

I arkfanen *Innføring i prognosemodellen* gir vi en introduksjon til prognosemodellen og hvordan den brukes.

For brukeren av prognosemodellen kan det være av interesse å se hvordan utviklingen i forklaringsvariablene har vært de senere årene. Dette finnes i arkfanen *Historisk utvikling*.

Vi vil nå gå gjennom de ulike arkene mer detaljert, med forklaring på hvordan de brukes ved gjennomføring av analyser.

### 5.1.1 Dashbordet

Figur 5.2 viser hvordan Dashbordet ser ut i regnearkmodellen:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	<b>Dashbord</b>									
2	Forutsetninger for prognosene					År				
3					2013	2014	2015	2016	2017	2018
4	Makroøkonomisk	OSL	Konsum				1.9%	2.1%	2.7%	2.7%
5			Regional	Gjennomsnittlig inntekt	Ålesund (AES)			0.8%	1.0%	1.6%
6		Bergen (BGO)				0.8%	1.0%	1.6%	1.6%	
7		Bodø (BOO)				0.8%	1.0%	1.6%	1.6%	
8		Harstad (EVE)				0.8%	1.0%	1.6%	1.6%	
9		Haugesund (HAU)				0.8%	1.0%	1.6%	1.6%	
10		Kristiansand (KRS)				0.8%	1.0%	1.6%	1.6%	
11		Molde (MOL)				0.8%	1.0%	1.6%	1.6%	
12		Stavanger (SVG)				0.8%	1.0%	1.6%	1.6%	
13		Tromsø (TOS)				0.8%	1.0%	1.6%	1.6%	
14		Trondheim (TRD)				0.8%	1.0%	1.6%	1.6%	
15		OSL/Regional	Befolkning - Norden			0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	
16			Befolkning - Europa			0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	
17			Befolkning - Interkontinentalt			1.2%	1.2%	1.2%	1.2%	
18										
19			BNP per capita - Norden			0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	
20			BNP per capita - Europa			0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	
21			BNP per capita - Interkontinentalt			1.9%	1.9%	1.9%	1.9%	
22										
23			BNP totalt - Norden			1.4%	1.4%	1.4%	1.4%	
24			BNP totalt - Europa			0.9%	0.9%	0.9%	0.9%	
25		BNP totalt - Interkontinentalt			3.2%	3.2%	3.2%	3.2%		
26										
27		Foreignvisits - Norden			1.0%	1.0%	1.0%	1.0%		
28		Foreignvisits - Europa			2.0%	2.0%	2.0%	2.0%		
29		Foreignvisits - Interkontinentalt			4.0%	4.0%	4.0%	4.0%		
30										
31		BNP fastland - Norge			1.2%	1.7%	2.5%	2.6%		
32		EURO			8.40	8.40	8.40	8.40		
33		Internasjonal handel			2.3%	2.8%	2.2%	3.2%		

Figur 5.2. Skjermdump for Dashbord.

I Dashbordet står brukeren fritt til å endre sentrale forutsetninger for analysen, gitt ved fremskrivning av de forklaringsvariablene som er benyttet i de ulike modellene.

Merk at det kun er mulig for brukeren å endre de fargede cellene (henholdsvis grønne og blå). Alle andre celler er låst for redigering, og kan dermed ikke endres.

Dashbordet sammenfatter forklaringsvariablene som er benyttet i Modell 1A til 1D og Modell 2A til 2D for OSL og de regionale flyplassene. Kolonne A angir typen forklaringsvariabel og kolonne C/D angir variabelens navn. Kolonne B viser hvilken, eller hvilke, modeller som er omfattet av variabelen. Eksempelvis benyttes aggregert konsum for norske husholdninger i Modell 1A for OSL, mens gjennomsnittlig inntekt i flyplassens hjemkommune benyttes i Modell 2A for regionale flyplasser.

Brukeren har mulighet til å legge inn en prosentvis endring for hver enkelt forklaringsvariabel hvert enkelt år i prognoseperioden mellom 2015 og 2045, i de fargede cellene. Merk at forutsetningene for en variabel påvirker samtlige modeller som har denne inkludert. Dersom man eksempelvis legger inn en reduksjon i billettprisen på 10 % vil denne endringene gjelde uniformt for alle reisesegmenter A til D. Effekten på PAX vil derimot være forskjellig, alt ettersom hva den beregnede priselastisiteten for de ulike modellene er beregnet til å være.

Vi går her kort i gjennom de ulike forklaringsvariablene det er mulig å endre i dashbordet:

## Makroøkonomiske variabler

I vår prognosemodell er makroøkonomiske variabler definert som alle variabler som ikke faller inn under direkte tilbudsvariabler. Her er det mulig å endre følgende variabler (modeller som påvirkes av variabelen i parentes):

- Aggregert konsum i norske husholdninger (1A)
  - Endring i % hvert år i analyseperioden
- Gjennomsnittlig inntekt per person i flyplassens hjemkommune (2A)
  - Endring i % hvert år i analyseperioden. Angis separat for hver enkelt kommune.
- Befolkning i utenlandske soner (1B/2B)
  - Endring i % hvert år i analyseperioden. Angis separat for Norden, Europa og Interkontinentalt
- BNP per capita i utenlandske soner (1B/2B)
  - Endring i % hvert år i analyseperioden. Angis separat for Norden, Europa og Interkontinentalt
- BNP totalt i utenlandske soner (1C)
  - Endring i % hvert år i analyseperioden. Angis separat for Norden, Europa og Interkontinentalt
- BNP Fastlands-Norge (1D/2D)
  - Endring i % hvert år i analyseperioden.
- Verdensturisme<sup>16</sup> til en utenlandsk sone (1A/2A)
  - Endring i % hvert år i analyseperioden. Angis separat for Norden, Europa og Interkontinentalt
- EURO (1A/2A)
  - Gjennomsnittlig eurokurs et gitt år i prognoseperioden.
- Internasjonal handel (1C/1D/2C/2D)
  - Endring i % hvert år i analyseperioden.

Vi har lagt inn en forutsetning om befolkningsvekst i lufthavnens hjemkommune (Modell 2A) lik middelalternativet til SSBs befolkningsprognoser. Denne variabelen kan dermed ikke endres av brukeren, men kan oppdateres ved behov.

## Billettpris

For billettpriser er det mulig å legge inn forskjellig prisutvikling for OSL og samlet for de regionale lufthavnene med ulike forutsetninger om prisutviklingen til de utenlandske sonene:

- Billettpris til en utenlandsk sone (1A/1B/1C/1D/2A/2B)
  - Endring i % hvert år i analyseperioden. Angis separat for Norden, Europa og Interkontinentalt

## Reisetid/reisehastighet

Den beregnede gjennomsnittlige reisetiden/reisehastigheten for et OD-par beregnes som tidligere nevnt av fordelingen mellom direktereisende og indirektereisende på

---

<sup>16</sup> Foreignvisits

OD-paret. En endring i fordelingen i form av en større andel direktereisende påvirker reisetiden/reisehastigheten positivt, og fører ifølge de økonometriske beregningene til økt reiseetterspørsel for OD-paret.

På samme måte som for billettprisen kan brukeren forutsette en endring i direkteandelen mellom OSL, eller de regionale flyplassene, og de utenlandske aggregerte sonene Norden, EU og Interkontinental.

Fortrinnsvis hadde det vært ønskelig med en funksjonalitet i regnearket som tillot brukeren å skrive inn andelen direktereiser til/fra de utenlandske sonene rett inn i regnearket. Vi har derimot ikke hatt anledning til å utvikle dette i prosjektet. I stedet må endringen i andelen direktereiser gjennomføres som en iterativ prosess der man heller endrer andelen som reiser *indirekte* proporsjonalt like mye for hver reisehensikt, for deretter å kunne se hva den totale direkteandelen samlet for alle reisehensikter A til D blir som følge av endringen.

Det ligger med andre ord en forutsetning i prognosemodellen som sier at en økning i andelen direktereiser skjer ved at den proporsjonale nedgangen i indirekte reiser er identisk for alle reisehensikter A til D. Dette kan begrunnes med at potensiale for økning i andelen direktereiser er størst der andelen i utgangspunktet er lav.

Endringen i andelen indirekte reiser implementeres i de blå cellene i radene merket «Δ Indirekte [utenlandsk sone]», som vist i figuren under:

		År					
		2013	2014	2015	2016	2017	2018
Stavanger (SVG)	Δ Indirekte Norden			0.0 %	0.0 %	-15.0 %	0.0 %
	Δ Indirekte Europa			0.0 %	0.0 %	-30.0 %	0.0 %
	Δ Indirekte Interkontinental			0.0 %	0.0 %	-10.0 %	0.0 %
	Direkteandel Norden	70 %	67 %	67 %	67 %	72 %	72 %
	Direkteandel Europa	72 %	69 %	69 %	69 %	78 %	78 %
	Direkteandel Interkontinental	2 %	5 %	5 %	5 %	15 %	15 %
Direkteandel Totalt		62 %	60 %	60 %	60 %	68 %	68 %

Figur 5.3. Skjermdump fra Dashboard

Dersom andelen indirekte reiser fra Stavanger i år 2017 synker med 15 % til Norden, 30 % til Europa og 10 % til interkontinentalt for alle reisehensikter, ser vi direkte fra radene under at direkteandelen øker fra henholdsvis 67 %, 69 % og 5 % til 72 %, 78 % og 15 %.

La oss se litt nærmere på hvordan den nye direkteandelen beregnes. Som et eksempel kan vi ta utgangspunkt i reisene fra Bergen (BGO) til Norden i modell 2. De faktiske direkteandelene og totale reisestrømmer i 2013 (sum av direkte og indirekte reiser) for hver reisehensikt er vist i tabellen under:

Tabell 5.1. Andelen direkte og indirekte reiser og total PAX for modell 2 mellom Bergen (BGO) og Norden.

Reisehensikt	Andel direkte/indirekte	Total PAX
2A	84,7 % / 15,3 %	134 700
2B	80,0 % / 20,0 %	73 500
2C	70,8 % / 29,2 %	69 800
2D	66,6 % / 33,4 %	98 800

Fra tabellen ser vi at direkteandelen er størst for fritidsreiser fra Bergen (2A), mens den er minst for arbeidsreiser som starter i Norden (2D). Tilsvarende er også fritidsreiser dominerende med tanke på de totale trafikkstrømmene på OD-paret, med over 55 % av de totale reisene.

La oss nå tenke oss at direkteandelen for dette OD-paret øker, mens alt annet holdes likt. Vi forutsetter i vårt eksempel en *nedgang* i andelen indirekte reiser på 20 % som er lik for alle reisehensikter. Dette gir opphav til en ny fordeling direkte og indirekte reiser for hver reisehensikt som forklart i tabell 5.2:

Tabell 5.2. Ny fordeling mellom direkte og indirekte reiser mellom Bergen og Norden som følge av en nedgang i andelen indirekte reiser for alle reisehensikter på 20 %.

Reisehensikt	Andel direkte/indirekte	%-endring indirekte	Δ Andel indirekte reiser	Ny andel direkte/indirekte reiser
A	84,7 % / 15,3 %	-20 %	-3,1 %	87,8 % / 12,2 %
B	80,0 % / 20,0 %	-20 %	-4,0 %	84,0 % / 16,0 %
C	70,8 % / 29,2 %	-20 %	-5,8 %	76,6 % / 23,4 %
D	66,6 % / 33,4 %	-20 %	-6,7 %	73,3 % / 26,7 %

Den nye fordelingen direkte/indirekte reiser gir opphav til en reisetidsforbedring som gir en trafikkvekst lik elastisiteten med hensyn på reisetid \* prosentvis bedring i gjennomsnittlig reisetid. Det er to årsaker til at en proporsjonal lik endring i andelen indirekte reiser kan slå forskjellig ut for hver enkelt reisehensikt. Først vil forbedringen i gjennomsnittlig reisetid typisk være ulik for hver reisehensikt, siden endringen i andelen direkte reiser typisk vil endres med et ulikt antall prosentpoeng for forskjellige reisehensikter. I tillegg avdekket vi i de økonometriske beregningene at reises hastighet er av ulik betydning for ulike reisehensikter. Tabellen under viser de faktiske effektene på PAX som følge av vår antagelse om en nedgang på 20 % for indirekte reiser for alle reisehensikter.

Tabell 5.3. Beregnet trafikkvekst og endring mellom direkte og indirekte PAX som følge av en nedgang i andelen indirekte reiser mellom Bergen og Norden på 20 %.

Reisehensikt	% vekst PAX	Δ Total PAX	Δ Direkte reiser	Δ Indirekte reiser
A	2,2 %	2 900	6 700	-3 800
B	2,2 %	1 600	4 300	-2 700
C	1,5 %	1 000	4 900	-3 800
D	5,0 %	5 000	10 200	-5 300

Vi ser at den største veksten i total PAX skjer for reisehensikt D for arbeidsreiser fra Norden til Bergen, uavhengig om man ser på absolutt trafikkvekst eller relativ trafikkvekst. Dette er den reisehensikten som i utgangspunktet har lavest direkteandel, og en proporsjonal nedgang i andelen indirekte reiser for alle

reishensikter vil føre til størst relativ reisetidsforbedring for denne reishensikten, målt mot de andre tre reishensiktene. I og med at den beregnede reisetidselastisiteten for denne reishensikten er beregnet til å være nokså høy fører dette til en betydelig trafikkvekst.

For arbeidsreiser fra Bergen til Norden (modell C) har vi også i utgangspunktet en nokså lav direkteandel på i overkant av 70 %. Her er likevel den totale effekten av en økning i direkteandelen<sup>17</sup> betydelig mindre. Hovedårsaken til dette er at elastisiteten med hensyn til reisetid er langt lavere for modell C enn modell D, samtidig som den relative reisetidsforbedringen er noe mindre.

For fritidsreiser i modell A og B finner vi at effekten på total PAX er identisk, med en økning på 2,2 % for begge reishensikter. Her er det to effekter som har jevnet seg ut: Elastisiteten er høyest for modell A, men den relative reisetidsforbedringen har vært størst i modell B.

Dersom vi summerer opp over alle reishensikter A til D beregner vi følgende vekst i total PAX og i den samlede direkteandelen for de fire reishensiktene:

Tabell 5.4. Beregnet endring i fordelingen mellom direkte og indirekte reiser, samt endring i total PAX for alle reishensikter for reiser mellom Bergen og Norden gitt en nedgang i andelen indirekte reiser på 20 %.

	Fordeling direkte/indirekte	Total PAX
Utgangspunkt	76,4 % / 23,6 %	376 900
-20 % indirekte andel	81,1 % / 18,9 %	387 400 (+2,8 %)

Vårt eksempel med 20 % reduksjon i andelen indirekte reiser for alle reishensikter fører til at den totale direkteandelen for alle reishensikter A til D samlet øker fra 76,4 % til 81,1 %. Den samlede økningen i total PAX er på 2,8 %. Økningen i direkteandelen har ført til en økning på 26 100 direkte reiser, mens nedgangen i antallet indirekte reiser er på 15 600.

I dashbordet er de observerte direkteandelene for alle lufthavner til de ulike destinasjonssonene oppgitt for 2013 og 2014. Brukerne av prognosemodellen kan deretter gjøre endringer hvert år i prognoseperioden fra 2015 til 2045.

## Transferandel OSL

Til slutt i Dashbordet kan man angi andelen av de indirekte reisene til utlandet fra de regionale lufthavnene som har transfer i OSL, for hvert år i prognoseperioden. Dette har betydning for de beregnede trafikkstrømmene i arkfanen *Output-2*, som beregner den direkte utlandstrafikken fra alle lufthavnene når man tar hensyn til utenlandsreisene fra de regionale lufthavnene har mellomlanding i OSL.

I 2013 og 2014 er de observerte transferandelene benyttet i dashbordet. Brukerne av prognosemodellen kan deretter gjøre endringer hvert år i prognoseperioden fra 2015 til 2045.

<sup>17</sup> Ekvivalent med en nedgang i andelen indirekte reiser

## 5.2 Output

I alt er det fire arkfaner med output som oppsummerer resultatene fra prognosearbeidet, med bakgrunn i hvilke forutsetninger man har lagt til grunn i analysen.

### Output-1

I arkfanen *Output-1* beregnes de totale trafikkstrømmene fra hver enkelt lufthavn som er inkludert i analysen (OSL + 10 regionale), for hvert år i prognoseperioden. Vi tar her utgangspunkt i første avreiselufthavn i Norge. Her har vi dermed også inkludert utenlandsreiser som starter på en regional lufthavn med mellomlanding på OSL for endelig destinasjon i utlandet (og tilsvarende i motsatt retning). Figuren under viser en skjermdump med et utdrag fra denne arkfanen.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	<b>Output-1</b>									
2		<b>År</b>								
3			<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
4	OSL	Norden	2.217	2.252	2.293	2.347	2.414	2.491	2.572	2.656
5		Europa	6.496	6.347	6.475	6.649	6.868	7.104	7.350	7.608
6		Interkont	1.520	1.411	1.449	1.497	1.555	1.618	1.683	1.752
7		<b>Sum PAX</b>	<b>10.234</b>	<b>10.010</b>	<b>10.216</b>	<b>10.492</b>	<b>10.838</b>	<b>11.213</b>	<b>11.605</b>	<b>12.016</b>
8		Δ PAX vekstrate		-2.2 %	2.1 %	2.7 %	3.3 %	3.5 %	3.5 %	3.5 %
9										
10										
11			<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
12	AES	Norden	0.037	0.044	0.045	0.047	0.048	0.050	0.051	0.053
13		Europa	0.296	0.365	0.377	0.391	0.405	0.420	0.436	0.453
14		Interkont	0.028	0.035	0.036	0.037	0.039	0.040	0.042	0.044
15		<b>Sum PAX</b>	<b>0.361</b>	<b>0.444</b>	<b>0.458</b>	<b>0.475</b>	<b>0.492</b>	<b>0.510</b>	<b>0.530</b>	<b>0.550</b>
16		Δ PAX vekstrate		23.1 %	3.3 %	3.6 %	3.6 %	3.8 %	3.8 %	3.8 %
17										
18										
19			<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
20	BGO	Norden	0.377	0.390	0.400	0.421	0.434	0.448	0.464	0.480
21		Europa	1.623	1.671	1.723	1.820	1.883	1.951	2.022	2.096
22		Interkont	0.246	0.250	0.259	0.274	0.285	0.298	0.310	0.323
23		<b>Sum PAX</b>	<b>2.247</b>	<b>2.310</b>	<b>2.381</b>	<b>2.516</b>	<b>2.602</b>	<b>2.697</b>	<b>2.796</b>	<b>2.899</b>
24		Δ PAX vekstrate		2.8 %	3.1 %	5.6 %	3.4 %	3.7 %	3.7 %	3.7 %
25										
26										
27			<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
28	BOO	Norden	0.030	0.037	0.038	0.039	0.041	0.042	0.043	0.045
29		Europa	0.123	0.144	0.148	0.153	0.157	0.162	0.167	0.172
30		Interkont	0.017	0.020	0.021	0.022	0.023	0.024	0.025	0.026
31		<b>Sum PAX</b>	<b>0.170</b>	<b>0.202</b>	<b>0.208</b>	<b>0.214</b>	<b>0.221</b>	<b>0.228</b>	<b>0.235</b>	<b>0.243</b>
32		Δ PAX vekstrate		19.0 %	2.8 %	3.0 %	3.1 %	3.2 %	3.2 %	3.2 %
33										
34										
35			<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
36	EVE	Norden	0.014	0.016	0.016	0.017	0.017	0.018	0.019	0.019
37		Europa	0.100	0.112	0.115	0.119	0.123	0.127	0.131	0.135
38		Interkont	0.011	0.013	0.013	0.014	0.014	0.015	0.016	0.016
39		<b>Sum PAX</b>	<b>0.125</b>	<b>0.141</b>	<b>0.145</b>	<b>0.150</b>	<b>0.154</b>	<b>0.160</b>	<b>0.165</b>	<b>0.171</b>
40		Δ PAX vekstrate		12.7 %	2.8 %	3.1 %	3.2 %	3.4 %	3.4 %	3.4 %

Figur 5.4. Skjermdump fra arkfanen *Output-1* i Regnearkmodellen. Verdier oppgitt i millioner PAX.

Man finner prognosen for OSL øverst i arkfanen etterfulgt av de regionale lufthavnene. Nederst i regnearket finner man en oversikt med summen av trafikkstrømmene for alle de regionale lufthavnene samlet for hvert år i prognoseperioden. I arkfanen skiller det mellom de prognostiserte trafikkstrømmene til henholdsvis Norden, Europa (uten Norden) og Interkontinentalt.

For 2013 og 2014 er modellen kalibrert slik at prognosene samsvarer med observerte trafikkstrømmer totalt for hver flyplass. Det er altså mellom 2015 og 2045 man vil se endringer i prognostiserte trafikkstrømmer som følge av valg av forutsetninger i dashboardet.

## Output-2

Arkfanen *Output-2* har identisk oppsett som *Output-1*. Den eneste forskjellen mellom de to arkfanene er at vi i *Output-2* tar hensyn til trafikkstrømmene fra regionale lufthavner med mellomlanding i OSL før endelig destinasjon i utlandet (reisen fra regional flyplass til OSL telles nå som innenlandsreise). Her kommer det et fratrekk fra regionale lufthavner i PAX, og et tillegg i PAX for OSL, gitt som summen av reisende fra de regionale lufthavnene med mellomlanding i OSL.

Dette tillegget for OSL, og fratrekket for regionale lufthavner, beregnes med bakgrunn i antatt andel av de indirekte reisene fra regionale lufthavner som har hatt mellomlanding i OSL. Som tidligere nevnt må forutsetninger om denne andelen settes av brukeren i arkfanen *Dashbord*.

Også her er modellen kalibrert slik at de prognostiserte trafikkstrømmene samsvarer med observert trafikk for alle lufthavner i 2013 og 2014. Resultatene fra prognosen vises for hvert år mellom 2015 og 2045.

## Output-Total

Som en utvidelse av *Output-2* er det også inkludert en arkfane kalt *Output-Total* der vi inkluderer resterende utlandstrafikk fra OSL og de ti regionale lufthavnene som ikke er tatt med i de opprinnelige prognosene. Dette gjelder trafikkstrømmer fra de mindre regionale flyplassene til utlandet med transfer i OSL eller en av de større regionale lufthavnene, samt trafikk som kommer fra utlandet og skal videre til utlandet med mellomlanding i OSL eller en av de større regionale lufthavnene. Dette kan eksempelvis være interkontinental trafikk.

Her er dermed tilnærmet all utlandstrafikk fra norske lufthavner til utlandet inkludert (fra avreiselufthavn til utlandet, transfer fra mindre regional lufthavn, transfer fra utlandet).

Det er her gjort en avstemming mot luftfartsstatistikken slik at den beregnede trafikken samsvarer med denne. I 2014 er dermed den kalibrerte trafikken identisk med den totale observerte trafikken for hver lufthavn.

Figur 5.5 viser en skjermdump fra *Output-Total*:



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<b>Output-Total</b>							
2	målt i millioner PAX							
3								
4		År						
5		Kalibrert 2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
6	Transfer i OSL for øvrige regionale lufthavner	0,345	0,352	0,362	0,375	0,388	0,400	0,413
7	Transfer i OSL for reiser fra utland som skal til utland	0,980	1,002	1,031	1,066	1,104	1,138	1,174
8	Antall utlandsreiser fra OSL (Output-2)	11,718	11,982	12,325	12,746	13,203	13,613	14,037
9	SUM	13,043	13,336	13,718	14,186	14,696	15,151	15,623
10	<b>Justert til total utlandstrafikk for OSL</b>	<b>13,326</b>	<b>13,626</b>	<b>14,016</b>	<b>14,495</b>	<b>15,015</b>	<b>15,481</b>	<b>15,963</b>
11	Δ PAX vekstrate		2,3 %	2,9 %	3,4 %	3,6 %	3,1 %	3,1 %
12								
13								
14	Ålesund (AES)	0,312	0,319	0,328	0,339	0,351	0,361	0,372
15	Bergen (BGO)	2,163	2,212	2,273	2,346	2,426	2,497	2,570
16	Bodø (BOO)	0,050	0,051	0,052	0,054	0,056	0,057	0,059
17	Harstad (EVE)	0,052	0,053	0,054	0,056	0,058	0,059	0,061
18	Haugesund (HAU)	0,237	0,242	0,249	0,257	0,266	0,274	0,283
19	Kristiansand (KRS)	0,349	0,357	0,367	0,379	0,393	0,404	0,416
20	Molde (MOL)	0,042	0,043	0,044	0,045	0,047	0,048	0,050
21	Stavanger (SVG)	1,933	1,973	2,025	2,087	2,157	2,216	2,277
22	Tromsø (TOS)	0,115	0,118	0,121	0,125	0,129	0,133	0,137
23	Trondheim (TRD)	0,981	1,002	1,028	1,061	1,097	1,129	1,162
24	<b>Total utlandstrafikk fra regionale lufthavner</b>	<b>6,232</b>	<b>6,369</b>	<b>6,540</b>	<b>6,748</b>	<b>6,978</b>	<b>7,179</b>	<b>7,386</b>
25	Δ PAX vekstrate		2,2 %	2,7 %	3,2 %	3,4 %	2,9 %	2,9 %
26								
27								
28	<b>Total OSL + regionale lufthavner</b>	<b>19,558</b>	<b>19,995</b>	<b>20,556</b>	<b>21,243</b>	<b>21,994</b>	<b>22,659</b>	<b>23,349</b>
29	Δ PAX vekstrate		2,2 %	2,8 %	3,3 %	3,5 %	3,0 %	3,0 %

Figur 5.5. Skjermdump fra arkfanen Output-justert. Verdier oppgitt i millioner PAX.

Figuren viser total prognostisert utlandstrafikk fra hver lufthavn i prognoseperioden 2015-2045 oppgitt i millioner PAX.

For OSL er det mulig for brukeren å legge inn verdier for antall reiser som er transfer fra mindre regionale lufthavner eller utlandet (rad 6 og 7) for hvert enkelt år i analyseperioden mellom 2015 og 2045. Som utgangspunkt antas det at antallet slike reiser øker likt som for reiser der OSL er avreiseflyplass (vekstrater fra Output-2). Brukeren kan dermed, dersom han har oppdatert informasjon over hvor stor denne trafikken er eller kommer til å bli, overstyre modellberegningene.

Antallet utenlandsreiser fra OSL i rad 8 hentes direkte fra Output-2. Også her er det mulig for brukeren å overstyre prognosene ved å legge inn nye oppdaterte verdier i hele prognoseperioden. Dersom eksempelvis prognosemodellen predikerer 11,959 millioner PAX utenlandsreiser i 2015, men brukeren har et bedre anslag på hva dette tallet skal være, kan han legge inn dette.

Hvis man legger sammen summen av transfer i OSL fra mindre regionale flyplasser og utlandet med antallet reisende som benytter OSL som avreiseflyplass til utlandet finner man den totale summen av utenlandsreiser for OSL beregnet i rad 9.

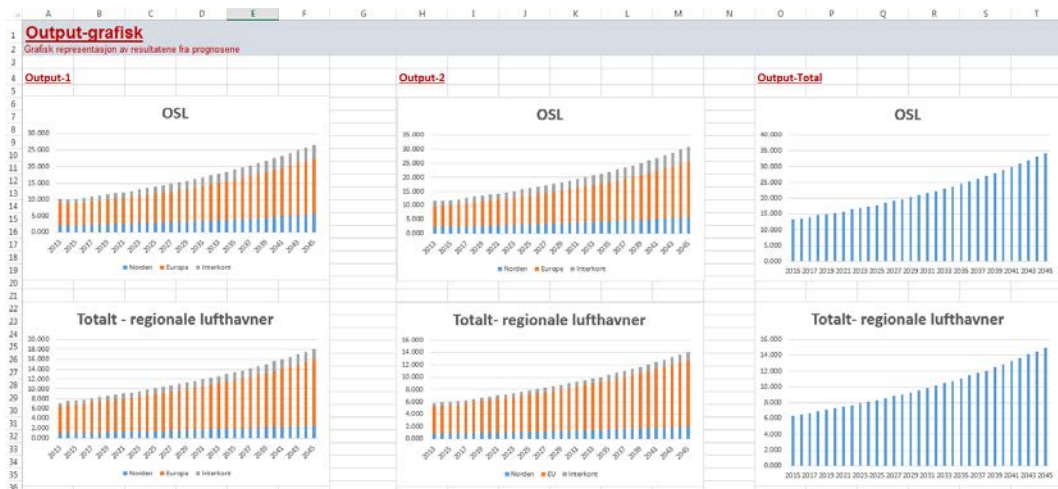
På tilsvarende vis beregnes den totale trafikken for regionale lufthavner fra rad 13 til 22. Her er transfer fra mindre regionale lufthavner og utlandet integrert i de totale beregnede trafikktømmene. Det er dermed ikke mulig å gjøre separate antagelser for disse to typene trafikk, men brukeren har også her mulighet til å overstyre modellen ved å legge inn oppdaterte tall for total PAX i analyseperioden.

Brukeren kan dermed oppdatere prognosene hvert år når nye trafikktall er tilgjengelig, både for OSL og de regionale lufthavnene.

Rad 27 viser den totale prognostiserte trafikken for OSL og de ti regionale lufthavnene samlet.

## Output-grafisk

I arkfanen *Output-Grafisk* gir vi en grafisk fremstilling av resultatene fra prognosene i *Output-1*, *Output-2* og *Output-Total*. Et utdrag fra arkfanen er vist i figuren under:



Figur 5.6. Skjermdump fra arkfanen *Output-grafisk* i Regnearkmodellen. Verdier oppgitt i millioner PAX langs y-aksen.

Fra venstre til høyre viser figurene i denne arkfanen resultatene fra henholdsvis *Output-1*, *Output-2* og *Output-Total*. Øverst vises resultatene for OSL og alle de regionale lufthavnene samlet. Deretter vises resultatene fra de regionale lufthavnene hver for seg nedover.

## 6 Oppsummering

I denne rapporten har vi beskrevet arbeidet som er gjennomført i forbindelse med konstruksjonen av en prognosemodell for flyreiser fra norske lufthavner til utlandet. Prognosemodellen er i stand til å predikere trafikkstrømmene (PAX) fra Oslo lufthavn og de ti største regionale flyplassene i en prognoseperiode som strekker seg fra 2015 til 2045.

Prognosemodellen er basert på økonometriske analyser av trafikkstrømmene mellom 2003 og 2013 fra OSL og de ti største regionale lufthavnene, til et sett av utenlandske soner. Disse analysene er gjennomført separat for OSL og de regionale lufthavnene, og for fire forskjellige reisehensikter, med et skille mellom fritidsreiser og arbeidsreiser.

Sentrale forklaringsvariabler som er benyttet i de økonometriske analysene er billettpris, reisehastighet, valutakurs, aggregert konsum i norske husholdninger, BNP per capita og totalt, i tillegg til andre variabler. I analysekapittelet har vi vist at de økonometriske beregningene er gjennomført med et godt presisjonsnivå, i den grad at de økonometriske modellene makter å forklare de totale trafikkstrømmene over tid, både for individuelle OD-par og summert over alle OD-par.

Prognosemodellen er Excel-basert og lar brukeren gjennomføre analyser ved å endre den fremtidige utviklingen for forklaringsvariablene som er inkludert i de økonometriske beregningene. Forklaringsvariablene er oppdatert frem til 2014, og den totale trafikken fra hver lufthavn er kalibrert slik at den stemmer overens med observerte trafikk tall fra RVU for dette året. Brukeren av prognosemodellen har mulighet til å legge inn egne forutsetninger for hvert år mellom 2015 og 2045.

Resultatene fra prognosene kommer ut i bearbeidet form i fire Output-faner som viser de prognostiserte trafikkstrømmene fra hver lufthavn. I fanen *Output-1* beregner vi total utlandstrafikk fra lufthavnene med bakgrunn i første avreiselufthavn i Norge. I *Output-2* beregner vi utlandstrafikken fra hver lufthavn når vi tar hensyn til andelen utenlandsreiser fra regionale lufthavner som har mellomlanding i OSL. I *Output-Total* bygger vi videre på *Output-2*, men inkluderer også utenlandsreiser fra mindre regionale lufthavner og utlandet som har transfer i OSL eller en av de ti regionale lufthavnene som er inkludert i modellen. Til slutt viser *Output-Grafisk* resultatene fra prognoseberegningene i figurform.

Det er per dags dato ikke gjennomført noen konkrete prognoser med modellen. Vi anbefaler at dette gjøres for å kontrollere hvordan prognosemodellen samsvarer med tidligere prognoser for utenlands luftfart fra norske lufthavner.

Tidsserien som ligger til grunn i de økonometriske beregningene som er gjennomført i dette prosjektet består av 7 tidsperioder over 10 år. Dette er et noe snevert datagrunnlag med tanke på den lange tidshorisonten i prognosemodellen. Et forslag til videreutvikling av prognosemodellen vil være å gjennomføre nye økonometriske beregninger hver gang det gjennomføres en ny reisevaneundersøkelse for fly, slik at man stadig får en lengre tidsserie som ligger til grunn for de økonometriske

modellene, og dermed også bedre inndata til prognosemodellen. I første omgang bør man inkludere RVU-data fra 2014 i de økonometriske modellene.

Det er også ønskelig å se nærmere på hvordan man kan inkludere utvikling av nye direkteruter på en mer avansert og eksplisitt måte enn det som er gjort i dette prosjektet. Her kan en mulig løsning være økonometrisk modellering med instrumentelle variabler, slik at man kan inkludere direkteavganger som en forklaringsvariabel i modellen. Dette vil likevel trolig være en krevende oppgave å løse, og det er ikke gitt at dette vil føre til en prognosemodell med høyere presisjon.

Til slutt bør man også se på om det er noen hensiktsmessig måte å modellere trafikk som kommer fra utlandet, og skal videre til utlandet, med transfer i Norge. Tilsvarende bør man også finne en metodikk for å modellere utlandstrafikk fra alle de mindre regionale lufthavnene. Dersom man hadde gjennomført disse to forbedringspunktene hadde prognosemodellen vært mer komplett, ved at vi da får med tilnærmet all utlandstrafikk fra norske lufthavner. I prognosemodellens nåværende form er brukeren nødt til å gjøre et anslag for disse to trafikktypene, for å få et anslag på den totale summen utenlandsreiser fra lufthavnene som er inkludert i modellen.

## Referanser

- Brons, M., Pels, E., Nijkamp, P., Rietveld, P. (2002). Price elasticities of demand for passenger air travel: a meta-analysis. *Journal of Air Transport Management* 8, pp. 165-175.
- Carter Hill, R., Griffiths, W., Lim, G. (2008). *Principles of Econometrics, Third edition*. Wiley.
- Clewlow, R., Sussman, J., Balakrishnan, H. (2014). The impact of high-speed rail and low-cost carriers on European air passenger traffic. *Transport Policy* 33, pp. 136-143.
- Denstadli, J.M., Thune-Larsen, H., Dybedal, P. (2014). *Reisevaner på fly 2013*. TØI Rapport 1335/2014. Oslo: Transportøkonomisk Institutt.
- Garín-Muñoz T. (2004). Inbound international tourism to Canary Islands: a dynamic panel data model. *Tourism Management* 27, pp. 281-291.
- Garín-Muñoz T., Montero-Martín L. (2007). Tourism in the Balearic Islands: a dynamic model for international demand using panel data. *Tourism Management* 28, pp. 1224-1235.
- Kennedy, P. (2008). *A Guide to Econometrics, 6th Edition*. Wiley.
- Naudee, W., Saayman, A. (2005). Determinants of tourist arrivals in Africa: a panel data regression analysis. *MPRA paper No. 16479 posted 2009*.
- Proenca S., Soukiazis, E. (2005). Demand for Tourism in Portugal: A panel data approach. *Discussion Paper, University of Coimbra*.
- Rey, B., Myro, R., Galer, A. (2011). Effect on low-cost airlines on tourism in Spain. A dynamic panel data model. *Journal of Air Transport Management* 17, pp. 163-167.
- Tsekeris, T. (2009). Dynamic analysis of air travel demand in competitive island markets. *Journal of Air Transport Management* 15, pp. 267-273.
- Witt, S., Witt, C. (1995). Forecasting tourism demand: A review of empirical research. *International Journal of Forecasting* 11, pp. 447-475.

## **Vedlegg: Økonometriske beregninger**

## Vedlegg: Økonometriske beregninger

I dette vedlegget dokumenterer vi de økonometriske beregningene som er gjennomført i prosjektet, for modell 1A til 1D og modell 2A til 2D.

### Modell for OSL

#### Modell 1A: Fritidsreiser fra OSL til utlandet

$$\log(PAX)_{OD,t} = \beta_1 * \log(\text{billettpris}_{OD,t}) + \beta_2 * \log(\text{reisehastighet}_{OD,t}) + \beta_3 * \log(\text{turisme}_{OD,t}) + \beta_4 * \log(\text{valutakurskurs}_t) + \beta_5 * \log(\text{konsum}_t) + \sum \text{Dummy}_i$$

I alt følger vi 21 OD-par (tverrsnittsenheter) over 7 tidsperioder, noe som gir 147 observasjoner. Resultatene for de økonometriske beregningene for Modell 1A er gitt i tabell V.1:

Tabell V.1. Resultater fra økonometriske beregninger for Modell 1A.

```
Random-effects GLS regression           Number of obs   =       147
Group variable: Sone                   Number of groups =        21

R-sq:  within = 0.7890                  Obs per group:  min =         7
        between = 0.9221                  avg =         7.0
        overall = 0.8993                  max =         7

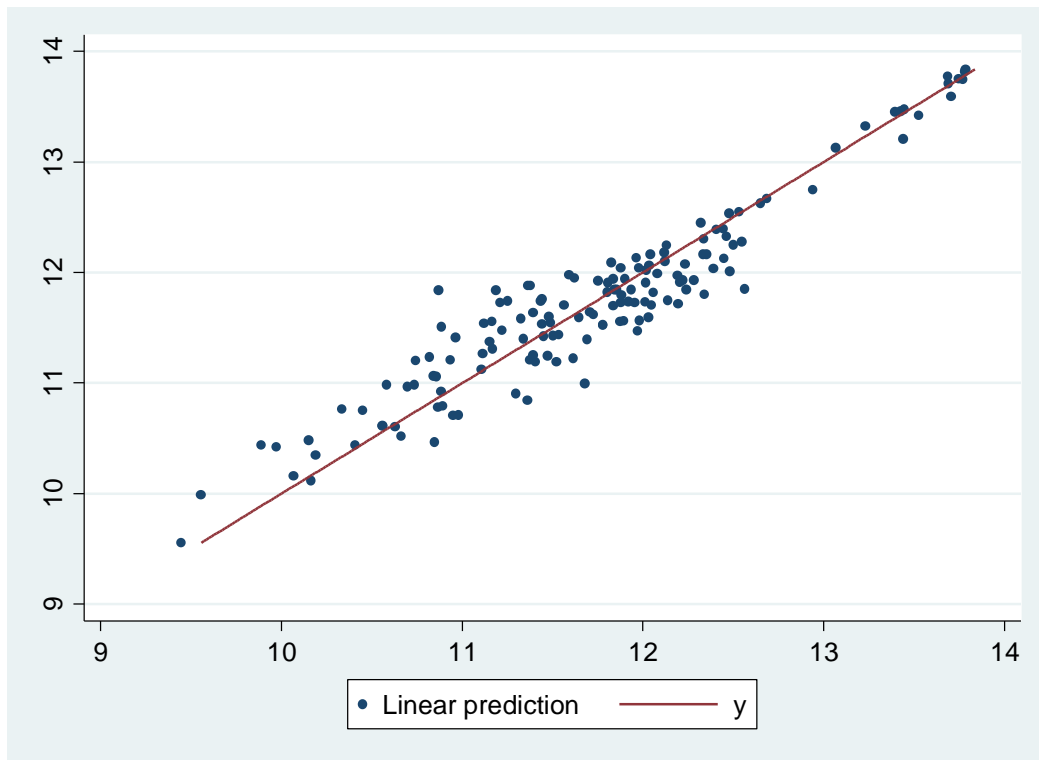
                                           Wald chi2(8)    =    3766.42
corr(u_i, X) = 0 (assumed)              Prob > chi2     =     0.0000
```

(Std. Err. adjusted for 21 clusters in Sone)

logpaxtotal	Coef.	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
logairfaredeflated	-.3018779	.0877122	-3.44	0.001	-.4737906	-.1299652
logtravelspeedalt	2.016032	.3968734	5.08	0.000	1.238175	2.79389
logeuro	-.9529372	.3846303	-2.48	0.013	-1.706799	-.1990757
logkonsumdeflated	1.270883	.3420668	3.72	0.000	.6004441	1.941321
logforeignvisits	.3459857	.0497546	6.95	0.000	.2484685	.443503
dummy1	1.150347	.1279773	8.99	0.000	.8995161	1.401178
dummy2	.6642124	.0919336	7.22	0.000	.4840258	.844399
dummy3	1.402106	.1320779	10.62	0.000	1.143238	1.660974
_cons	-11.87248	4.636978	-2.56	0.010	-20.96079	-2.784175
sigma_u	.25149096					
sigma_e	.1851725					
rho	.64845125	(fraction of variance due to u_i)				

Forklaring av variabelnavn: *logpaxtotal* = log(antall reiser), *logairfaredeflated* = log(billettpris), *logtravelspeedalt* = log(reisehastighet), *logkonsumdeflated* = log(Aggregert konsum i husholdninger), *logforeignvisits* = log(totalt antall turistbesøk til en destinasjonssone fra hele verden), *Dummy1* for sone 1 og 2 (Skandinavia). *Dummy2* for sone 5 og 16 (Engelskspråklige soner). *Dummy3* for sone 10 og 12 (Syden).

Figur V.1 viser hvordan de predikerte reisestrømmene fra de økonometriske beregningene stemmer overens med de observerte reisestrømmene:



Figur V.1. Overenstemmelse mellom modellberegnete trafikkestømmer og observerte trafikkestømmer for samtlige OD-par i alle tidsperioder for modell 1A. Predikert antall passasjerer (PAX) måles logaritmisk langs y-aksen og observert PAX logaritmisk langs x-aksen. Rød linje angir hvor disse to er identiske.

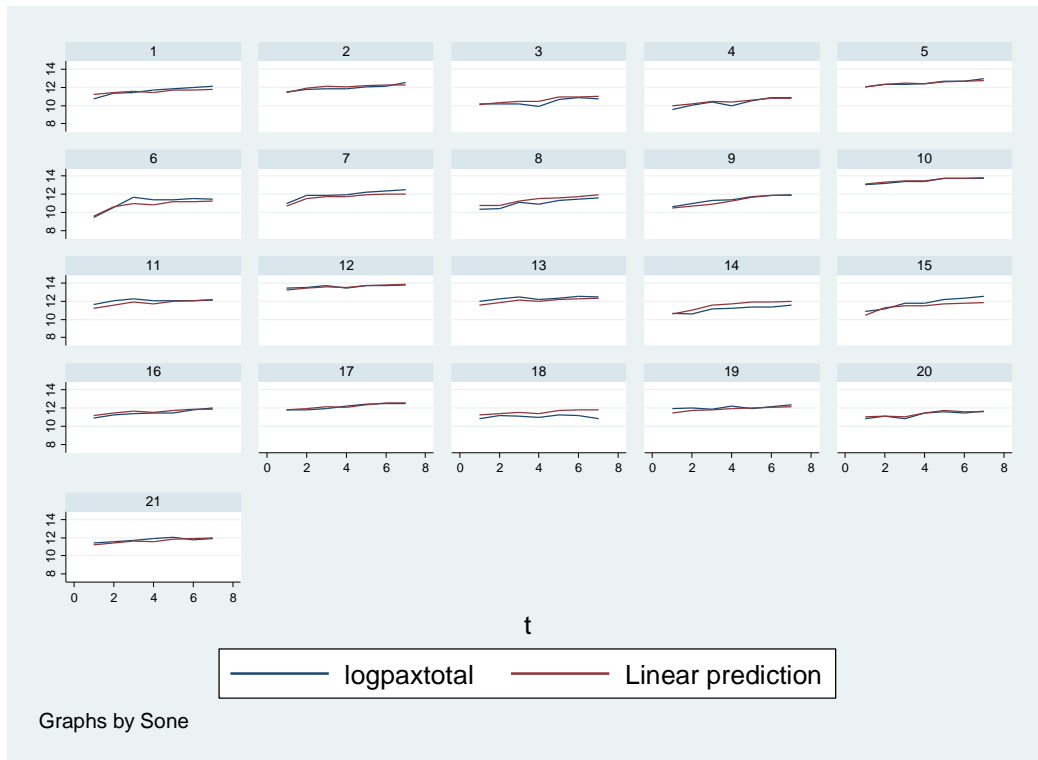
Langs Y-aksen måles modellberegnet PAX (i logaritmer) for en tverrsnittsenhet (OD-par) et gitt år i tidsserien. Langs X-aksen måles observert PAX (i logaritmer) for en tverrsnittsenhet i tidsserien. Den røde linjen viser hvor modellberegningene samsvarer eksakt med den observerte trafikkestømmen. Dersom et datapunkt er over den røde linjen overpredikerer modellen antall flyreiser (PAX) for et OD-par i en av tidsperiodene<sup>1</sup>. Tilsvarende underpredikerer modellen antall flyreiser dersom et datapunkt er under den røde linjen.

Fra figuren ser vi at modellen tilsynelatende predikerer reisestrømmene relativt godt på et overordnet nivå. I figur V.2 ser vi på hvordan de predikerte reisestrømmene samsvarer med observerte reisestrømmer for hver enkelt destinasjonssone:

---

<sup>1</sup> Figuren viser alle tverrsnittsenhetene for alle tidsperiodene, men det er ikke mulig å se hvilke plott som tilhører hvilken tverrsnittsenhet eller tidsperiode.





Figur V.2. Overenstemmelse mellom modellberegnete trafikkstrømmer og observerte trafikkstrømmer fordelt på OD-par for modell 1A. Y-aksen angir logaritmen av PAX, rød graf angir predikerte trafikkstrømmer og blå graf angir faktiske trafikkstrømmer. X-aksen angir tidsserien fra 1(2003) til 7 (2013).

Oversikt over utenlandske soner i Modell 1A:

- 1: Sverige, 2: Danmark, 3: Finland, 4: Island, 5: UK/Irland, 6: Baltikum, 7: Øst-Europa I, 8: Øst-Europa II, 9: Thailand, 10: Syden, 11: Italia, 12: Spania/Portugal, 13: Frankrike, 14: Sveits/Østerrike, 15: Tyskland, 16: Benelux, 17: USA/Canada, 18: Mellom/Sør-Amerika, 19: Afrika, 20: Vest-Asia, 21: Øst-Asia

I figuren viser de røde linjene de modellberegnete trafikkstrømmene fra OSL til hver enkelt destinasjonssone. Tilsvarende viser de blå linjene de observerte trafikkstrømmene for hver destinasjonssone. Langs Y-aksen måles trafikkstrømmene (PAX) i logaritmer, mens X-aksen angir tidsserien fra 1 til 7<sup>2</sup>. Fra figuren ser vi at de røde og blå linjene samsvarer godt for de fleste destinasjonssonene, noe som indikerer at modellberegningene makter å predikere reisestrømmene i tidsperioden 2003-2013 til hver enkelt sone på et tilfredsstillende presisjonsnivå.

**Modell 1B: Fritidsreiser fra utlandet til OSL**

$$\log(PAX)_{OD,t} = \beta_1 * \log(billettpris_{OD,t}) + \beta_2 * \log(reisehastighet_{OD,t}) + \beta_3 * \log(befolkning_{OD,t}) + \beta_4 * \log(BNPcapita_{OD,t}) + \sum Dummy_i$$

<sup>2</sup> 1=2003, 2=2005, 3=2007, 4=2009, 5=2011, 6=2012, 7=2013

I alt følger vi 18 OD-par (tverrsnittsenheter) over 7 tidsperioder, noe som gir 126 observasjoner. Resultatene for de økonometriske beregningene for Modell 1B er gitt i tabell V.2:

Tabell V.2. Resultater fra økonometriske beregninger for Modell 1B.

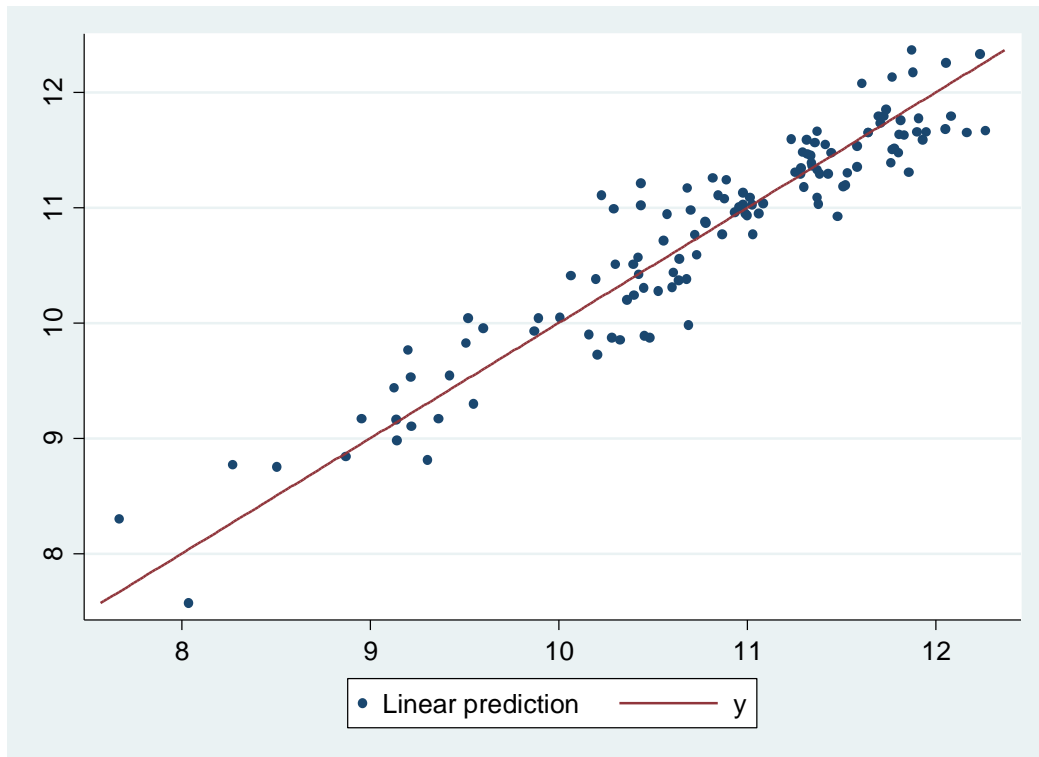
Random-effects GLS regression	Number of obs	=	126
Group variable: Sone	Number of groups	=	18
R-sq: within = 0.6297	Obs per group: min =		7
between = 0.9580	avg =		7.0
overall = 0.8858	max =		7
	Wald chi2(7)	=	3716.57
corr(u_i, X) = 0 (assumed)	Prob > chi2	=	0.0000

(Std. Err. adjusted for 18 clusters in Sone)

logpaxtotalutland	Robust		z	P> z	[95% Conf. Intervall]	
	Coef.	Std. Err.				
logairfaredeflated	-.9966142	.126281	-7.89	0.000	-1.24412	-.749108
logtravelspeedalt	1.589322	.2947873	5.39	0.000	1.011549	2.167094
logbefolkning	.3006839	.0197117	15.25	0.000	.2620497	.3393181
loggdpcapita	.4567749	.0526633	8.67	0.000	.3535566	.5599932
dummy1	.777208	.1508237	5.15	0.000	.4815989	1.072817
dummy2	.6904598	.2587252	2.67	0.008	.1833676	1.197552
dummy3	-.9912236	.0692998	-14.30	0.000	-1.127049	-.8553985
_cons	5.1824	1.194968	4.34	0.000	2.840305	7.524495
sigma_u	.18846823					
sigma_e	.29105253					
rho	.29543149	(fraction of variance due to u_i)				

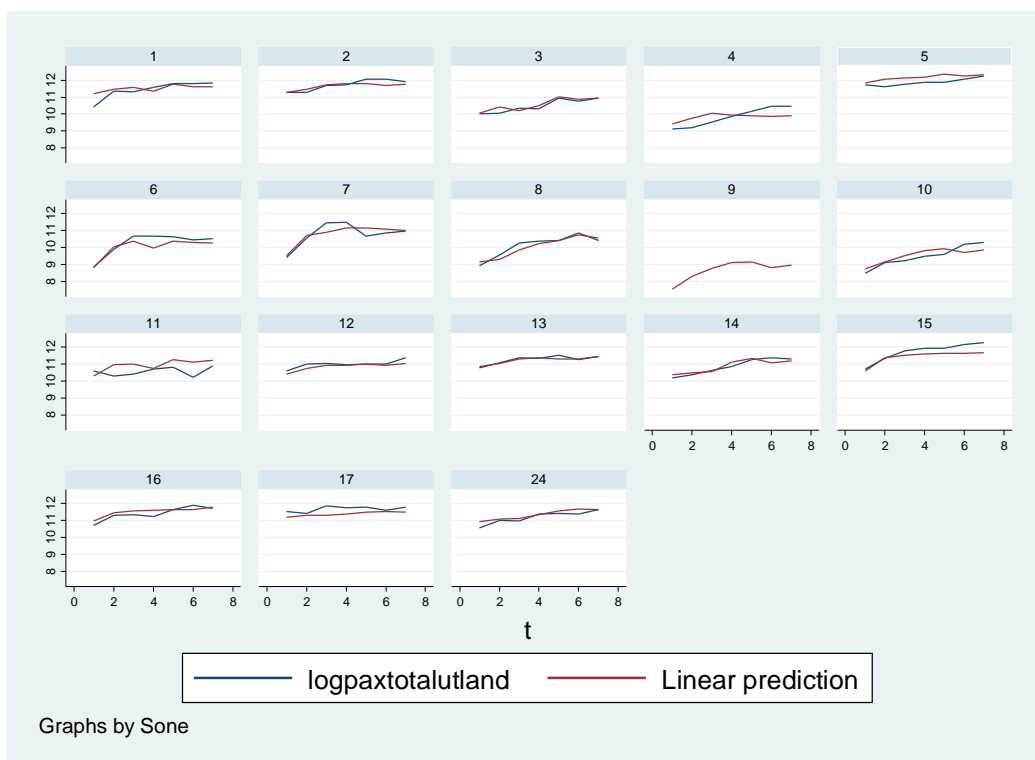
Forklaring av variabelnavn: *logpaxtotalutland* = log(antall reiser), *logairfaredeflated* = log(billettpris), *logtravelspeedalt* = log(reisehastighet), *logbefolkning* = log(Befolkning i utenlandsk sone), *loggdpcapita* = log(BNP per innbygger i utenlandsk sone), *Dummy1* for sone 1 og 2 (Skandinavia). *Dummy2* for sone 5 og 16 (Engelskspråklige soner). *Dummy3* for sone 9 og 10 (Sør-Øst-Europa).

Figur V.3 viser hvordan resultatene fra de modellberegnete trafikstrømmene stemmer overens med de observerte trafikstrømmene:



Figur V.3. Overenstemmelse mellom modellberegnete trafikkstrømmer og observerte trafikkstrømmer for samtlige OD-par i alle tidsperioder for modell 1B. Predikert PAX måles langs y-aksen og observert PAX langs x-aksen. Rød linje angir hvor disse to er identiske. Logaritmisk skala.

Modellen virker å ha god presisjonsevne, med få av datapunktene i figuren langt unna den røde linjen som indikerer overenskomst mellom predikerte reisestrømmer og faktiske reisestrømmer. I figur V.4 ser vi på hvordan de predikerte reisestrømmene stemmer med faktiske reisestrømmer for hver av de utenlandske sonene:



Figur V.4. Overenstemmelse mellom modellberegnete trafikkstrømmer og observerte trafikkstrømmer fordelt på OD-par for modell 1B. Y-aksen angir logaritmen av PAX, rød graf angir predikerte trafikkstrømmer og blå graf angir faktiske trafikkstrømmer. X-aksen angir tidsserien fra 1 (2003) til 7 (2013).

Oversikt over utenlandske soner i Modell 1B:

- 1: Sverige, 2: Danmark, 3: Finland, 4: Island, 5: UK/Irland, 6: Baltikum, 7: Øst-Europa I, 8: Øst-Europa II, 9: Øst-Europa III, 10: Syden, 11: Italia, 12: Spania/Portugal, 13: Frankrike, 14: Sveits/Østerrike, 15: Tyskland, 16: Benelux, 17: USA/Canada, 24: Resten av verden

De blå linjene indikerer observerte trafikkstrømmer, mens de røde linjene indikerer modellberegnete trafikkstrømmer. Fra figuren ser vi at modellen treffer rimelig godt for de fleste utenlandske sonene. Det er likevel verdt å legge merke til at den ikke makter å predikere reisestrømmene fra alle de utenlandske sonene like tilfredsstillende. Eksempelvis ser vi at utviklingen i PAX fra Island (nr.4) predikeres å gå ned, mens den i realiteten økte i løpet av analyseperioden.

**Modell 1C: Arbeidsreiser fra OSL til utlandet**

$$\log(PAX)_{OD,t} = \beta_1 * \log(billettpris_{OD,t}) + \beta_2 * \log(reisetid_{OD,t}) + \beta_3 * \log(handel_{OD,t}) + \beta_4 * \log(BNPtotal_{OD,t}) + \sum Dummy_i$$

I alt følger vi 17 OD-par (tverrsnittsenheter) over 7 tidsperioder, noe som gir 119 observasjoner. Resultatene for de økonometriske beregningene for Modell 1C er gitt i tabell V.3:

Tabell V.3. Resultater fra økonometriske beregninger for Modell 1C.

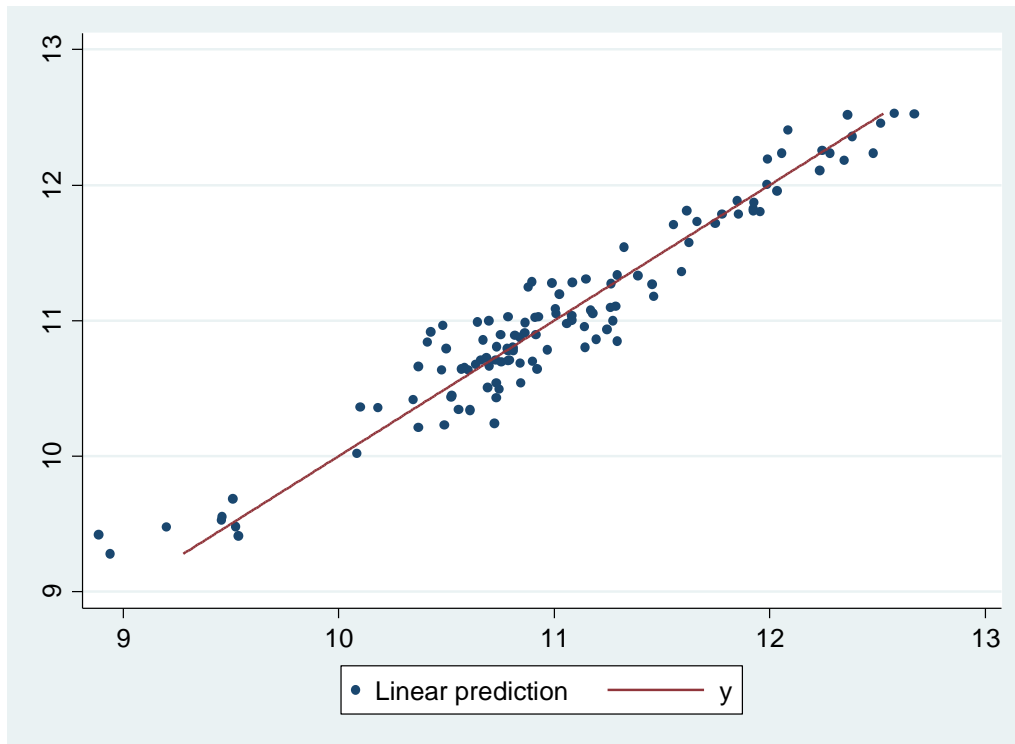
Random-effects GLS regression	Number of obs	=	119
Group variable: Sone	Number of groups	=	17
R-sq: within = 0.4084	Obs per group: min =		7
between = 0.9720	avg =		7.0
overall = 0.9296	max =		7
	Wald chi2(6)	=	6790.51
corr(u_i, X) = 0 (assumed)	Prob > chi2	=	0.0000
(Std. Err. adjusted for 17 clusters in Sone)			

logpaxbusiness	Coef.	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
logairfarebusinessdeflated	-.1852309	.0862568	-2.15	0.032	-.3542911	-.0161708
logtraveltime	-.4337633	.1183749	-3.66	0.000	-.6657738	-.2017528
logtrade	.1122842	.0662108	1.70	0.090	-.0174866	.2420549
loggdptotal	.2998383	.034965	8.58	0.000	.2313083	.3683684
dummy1	1.153604	.1122395	10.28	0.000	.9336191	1.37359
dummy2	.2850614	.1191928	2.39	0.017	.0514477	.518675
_cons	3.601268	.9890831	3.64	0.000	1.6627	5.539835
sigma_u	.13624153					
sigma_e	.17251606					
rho	.38411406	(fraction of variance due to u_i)				

Forklaring av variabelnavn: *logpaxbusiness* = log(antall reiser), *logairfarebusinessdeflated* = log(billettpris), *logtraveltime* = log(reisetid), *logtrade* = log(Summen av import og eksport for OD-paret), *loggdptotal* = log(BNP totalt i utenlandsk sone), *Dummy1* for sone 1 og 2 (Skandinavia). *Dummy2* for sone 5 og 15 (Storbritannia og Tyskland).

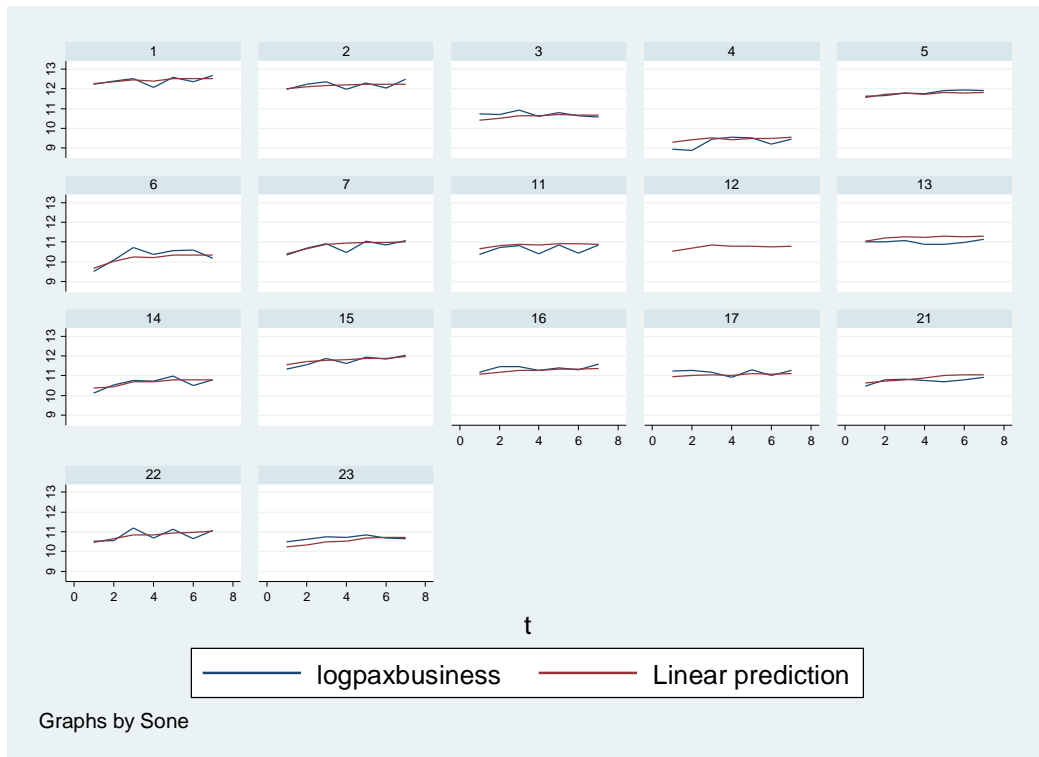
Figur V.5 viser hvordan resultatene fra de modellberegnete trafikkstrømmene stemmer overens med de observerte reisestrømmene:



Figur V.5. Overenstemmelse mellom modellberegnete trafikkstrømmer og observerte trafikkstrømmer for samtlige OD-par i alle tidsperioder for modell 1C. Predikert PAX måles langs y-aksen og observert PAX langs x-aksen. Rød linje angir hvor disse to er identiske. Logaritmisk skala.

Fra figuren ser vi at de fleste plottene ligger nært den røde linjen, noe som indikerer god overenstemmelse mellom predikerte og observerte verdier av trafikkstrømmer mellom OSL og ulike utenlandske soner.

I figur V.6 ser vi på hvordan de modellberegnete trafikkstrømmene stemmer med faktiske trafikkstrømmene for hver enkelt destinasjonssone:



Figur 5.6. Overenstemmelse mellom modellberegnete trafikkstrømmer og observerte trafikkstrømmer fordelt på OD-par for modell 1C. Y-aksen angir logaritmen av PAX, rød graf angir predikerte trafikkstrømmer og blå graf angir observerte trafikkstrømmer. X-aksen angir tidsserien fra 1(2003) til 7 (2013).

#### Oversikt over utenlandske soner i Modell 1C:

1: Sverige, 2: Danmark, 3: Finland, 4: Island, 5: UK/Irland, 6: Baltikum, 7: Øst-Europa I, 11: Italia, 12: Spania/Portugal, 13: Frankrike, 14: Sveits/Østerrike, 15: Tyskland, 16: Benelux, 17: USA/Canada, 21: Øst-Asia, 22: Øst-Europa II, 23: Resten av verden

Generelt treffer modellen også tilfredsstillende for hver enkelt destinasjonssone. Derimot ser vi at modellen ikke klarer å fange opp større endringer fra år til år i trafikkstrømmene. Eksempelvis ser vi for sone 11 (Italia) og 22 (Øst-Europa II) at den observerte reisestrømmen fra år til år er nokså volatil, mens de modellberegnete trafikkstrømmene fra modellen ikke klarer å fange opp dette. Dette kan tyde på at vi i vår modell mangler noen forklaringsvariabler som kunne bidratt til å forklare disse svingningene.

#### **Modell 1D: Arbeidsreiser fra utlandet til OSL**

$$\log(PAX)_{OD,t} = \beta_1 * \log(\text{billettpris}_{OD,t}) + \beta_2 * \log(\text{reisetid}_{OD,t}) + \beta_3 * \log(\text{handel}_{OD,t}) + \beta_4 * \log(\text{BNPtotal}_{OD,t}) + \sum \text{Dummy}_i$$

I alt følger vi 18 OD-par (tverrsnittsenheter) over 7 tidsperioder, noe som gir 126 observasjoner. Resultatene for de økonometriske beregningene for Modell 1D er gitt i tabell V.4:

Tabell V.4. Resultater fra økonometriske beregninger for Modell 1D.

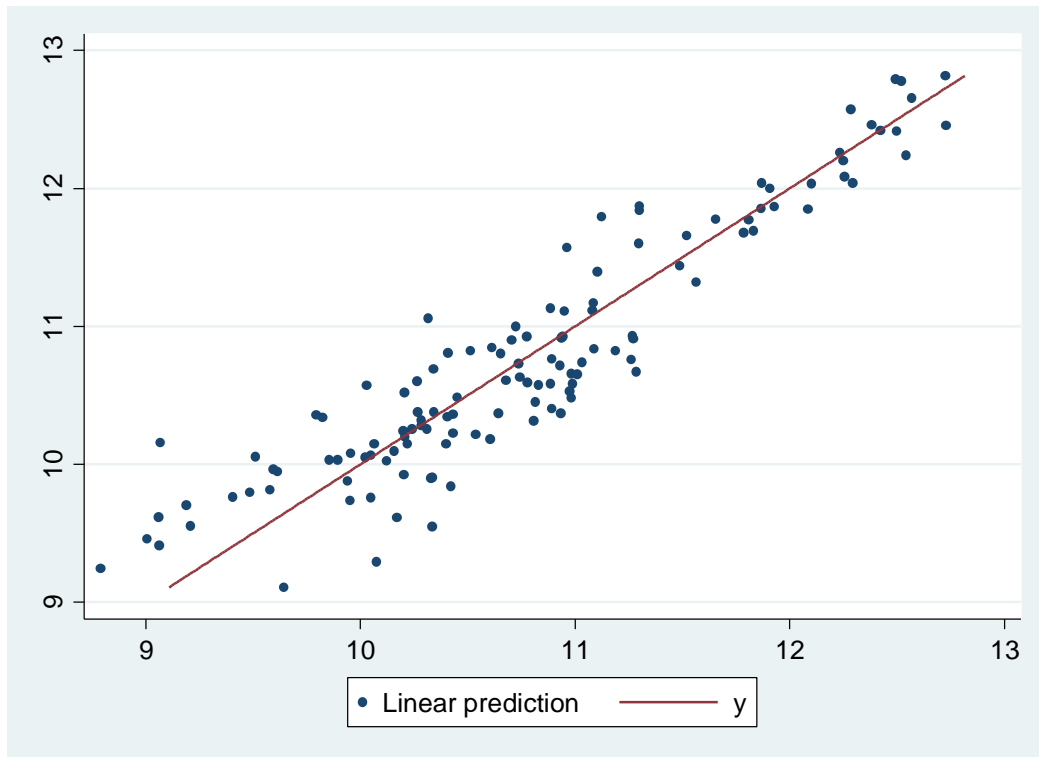
Random-effects GLS regression	Number of obs	=	126
Group variable: Sone	Number of groups	=	18
R-sq: within = 0.6619	Obs per group: min =		7
between = 0.8989	avg =		7.0
overall = 0.8682	max =		7
	Wald chi2(6)	=	314.66
corr(u_i, X) = 0 (assumed)	Prob > chi2	=	0.0000
(Std. Err. adjusted for 18 clusters in Sone)			

logpaxbusinessutland	Robust					[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.	z	P> z			
logairfarebusinessdeflated	-.1111814	.1430325	-0.78	0.437	-.3915199	.1691571	
logtravelttime	-.3610315	.1757684	-2.05	0.040	-.7055313	-.0165316	
logtrade	.5103631	.0794571	6.42	0.000	.3546301	.6660961	
loggdptotalnorway	1.666232	.3976747	4.19	0.000	.8868038	2.44566	
dummy1	.8535889	.2335753	3.65	0.000	.3957898	1.311388	
dummy2	-.3517771	.1268691	-2.77	0.006	-.6004359	-.1031183	
_cons	-22.55553	5.487829	-4.11	0.000	-33.31148	-11.79958	
sigma_u	.3059183						
sigma_e	.20031305						
rho	.69991085	(fraction of variance due to u_i)					

Forklaring av variabelnavn:  $logpaxbusinessutland = \log(\text{antall reiser})$ ,  $logairfarebusinessdeflated = \log(\text{billettpris})$ ,  $logtravelttime = \log(\text{reisetid})$ ,  $logtrade = \log(\text{Summen av import og eksport for OD-paret})$ ,  $loggdptotal = \log(\text{BNP totalt i utenlandsk sone})$ . *Dummy1* for sone 1 og 2 (Skandinavia). *Dummy2* for sone 11,12 og 13 (Sør-Europa).

Figur V.7 viser hvordan resultatene fra de økonometriske beregningene stemmer overens med de faktiske reisestrømmene:

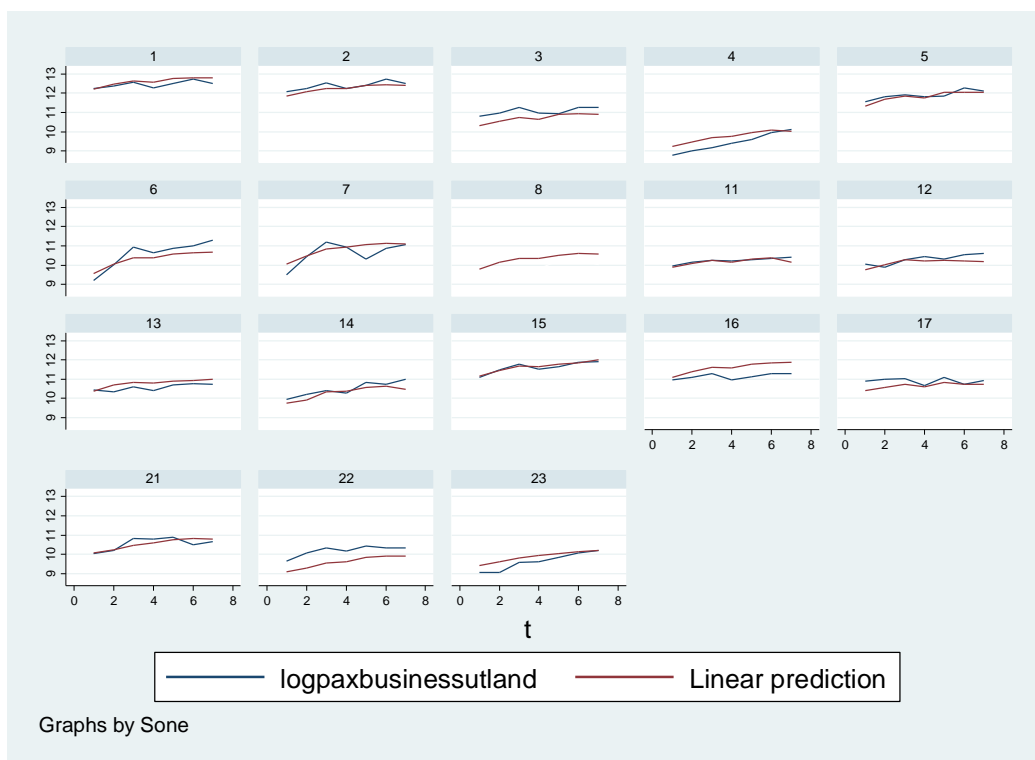




Figur V.7. Overenstemmelse mellom modellberegnete trafikkkstrømmer og observerte trafikkkstrømmer for samtlige OD-par i alle tidsperioder for modell 1D. Predikert PAX måles langs y-aksen og observert PAX langs x-aksen. Rød linje angir hvor disse to er identiske. Logaritmisk skala.

Fra figuren ser vi at plottene avviker noe mer fra den røde linjen enn for de andre modellene, spesielt for OD-relasjoner med lav PAX. Likevel kan vi konkludere med at det er rimelig god overenstemmelse mellom predikerte og observerte verdier av reisestrømmer til OSL fra utenlandske soner.

I figur V.8 ser vi på hvordan de modellberegnete trafikkkstrømmene stemmer med observerte trafikkkstrømmer for hver enkelt destinasjonssone:



Figur V.8. Overenstemmelse mellom modellberegnete trafikkestømmer og observerte trafikkestømmer fordelt på OD-par for modell 1B. Y-aksen angir logaritmen av PAX, rød graf angir predikerte trafikkestømmer og blå graf angir observerte trafikkestømmer. X-aksen angir tidsserien fra 1(2003) til 7 (2013).

#### Oversikt over utenlandske soner i Modell 1D:

1: Sverige, 2: Danmark, 3: Finland, 4: Island, 5: UK/Irland, 6: Baltikum, 7: Øst-Europa I, 8: Øst-Europa II, 11: Italia, 12: Spania/Portugal, 13: Frankrike, 14: Sveits/Østerrike, 15: Tyskland, 16: Benelux, 17: USA/Canada, 21: Øst-Asia, 22: Resten av verden, 23: Øst-Europa III

Generelt treffer modellen tilfredsstillende for hver enkelt destinasjonssone. Også her ser vi at modellen ikke alltid klarer å fange opp større endringer fra år til år i reisestrømmene. Dermed tyder det på at vi også i denne modellen mangler noen variabler som kunne bidratt til å forklare denne volatiliteten.

## Regional Modell

### Modell 2A: Fritidsreiser fra regionale lufthavner til utlandet

$$\log(PAX)_{OD,t} = \beta_1 * \log(billettpris_{OD,t}) + \beta_2 * \log(reisehastighet_{OD,t}) + \beta_3 * \log(turisme_{OD,t}) + \beta_4 * \log(valutakurskurs_t) + \beta_5 * \log(befolkning_{it}) + \beta_6 * \log(inntekt_{it}) + \sum Destinasjon_j + \sum Flyplasstørrelse_m$$

I alt følger vi 60 OD-par<sup>3</sup> (tverrsnittsenheter) over 7 tidsperioder, noe som gir 420 observasjoner.

For de regionale modellene er det verdt å merke seg at det er en svakhet i vårt datamaterialet med hensyn til RVU. I 2012 ble undersøkelsen kun gjennomført på de tre største regionale lufthavnene (BGO, SVG, TRD), i tillegg til OSL. Dermed mangler alle direkte reiser for de resterende regionale lufthavnene i modellen i akkurat 2012. Som en kontroll har vi gjennomført analyser der RVU-data fra 2012 er utelatt fra beregningene. Resultatene fra disse beregningene samsvarer meget godt med de opprinnelige analysene som inkluderer RVU-data fra 2012. I de endelige økonometriske beregningene har vi derfor valgt å inkludere RVU-data fra 2012 i de regionale modellene, selv om de er ufullstendige.

Resultatene for de økonometriske beregningene for Modell 2A er gitt i tabell V.5.

Tabell V.5. Resultater fra økonometriske beregninger for Modell 2A.

Random-effects GLS regression	Number of obs	=	420
Group variable: relasjon	Number of groups	=	60
R-sq: within = 0.4999	Obs per group: min =		7
between = 0.9496	avg =		7.0
overall = 0.8900	max =		7
	Wald chi2(13)	=	1445.18
corr(u_i, X) = 0 (assumed)	Prob > chi2	=	0.0000

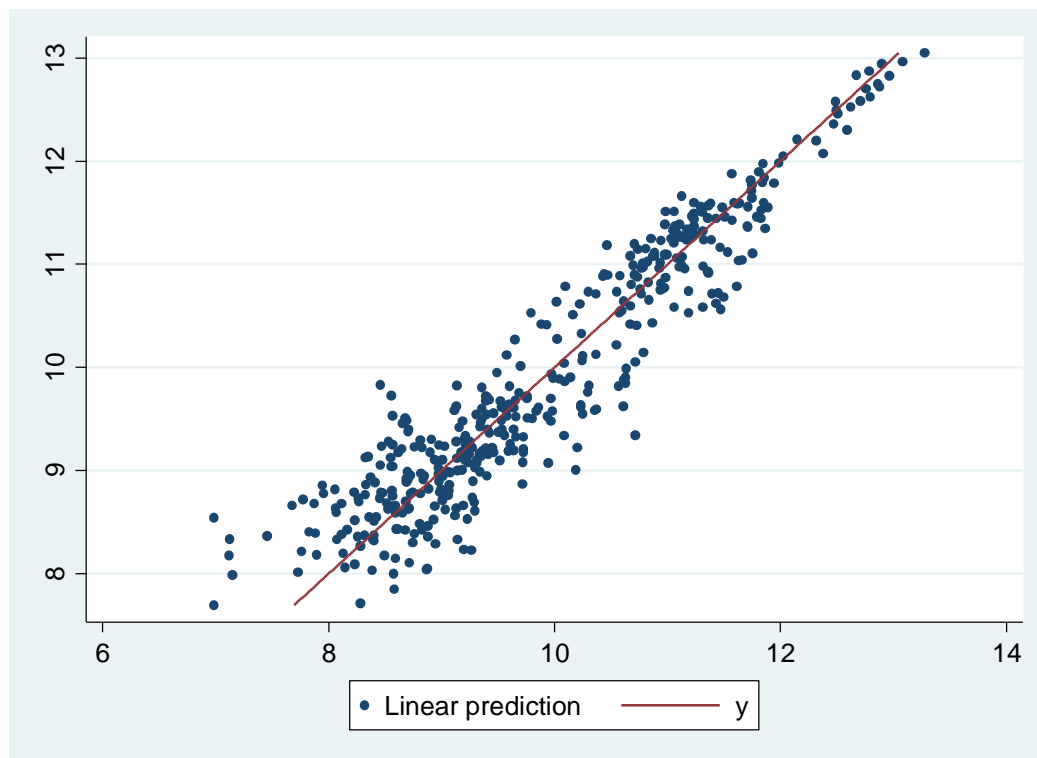
logpaxtotal	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Intervall]
logairfare	-.4271172	.0805706	-5.30	0.000	-.5850326 - .2692018
logtravelspeedalt	1.318513	.1705261	7.73	0.000	.9842878 1.652738
logeuro	-.4075911	.4254872	-0.96	0.338	-1.241531 .4263484
loginntekt	1.297402	.2164811	5.99	0.000	.8731067 1.721697
logbefolkning	.5499453	.0954809	5.76	0.000	.3628062 .7370844
logforeignvisitsdist	.3490632	.1421131	2.46	0.014	.0705268 .6275997
sone1	-.6797205	.2661276	-2.55	0.011	-1.201321 -.15812
sone2	-.9168889	.1973846	-4.65	0.000	-1.303756 -.5300223
sone3	-1.442907	.138461	-10.42	0.000	-1.714286 -1.171529
sone5	-1.265618	.1758552	-7.20	0.000	-1.610288 -.9209483
sone7	-.7504336	.1515473	-4.95	0.000	-1.047461 -.4534063
sone8	0	(omitted)			
airportsize1	.9952012	.1803653	5.52	0.000	.6416917 1.348711
airportsize2	.1552607	.1014862	1.53	0.126	-.0436486 .3541699
airportsize3	0	(omitted)			
_cons	-13.79247	2.830912	-4.87	0.000	-19.34096 -8.243985
sigma_u	.23481719				
sigma_e	.36268163				
rho	.29537162	(fraction of variance due to u_i)			

Forklaring av variabelnavn: *logpaxtotal* = log(antall reiser), *logairfare* = log(billettpris), *logtravelspeedalt* = log(reisehastighet), *loginntekt* = log(Gjennomsnittlig inntekt per innbygger i flyplassens hjemkommune), *logbefolkning* = log(Befolkning i flyplassens hjemkommune), *logforeignvisitsdist* = log(totalt antall turistbesøk til en destinasjonszone fra hele verden/distanse)

<sup>3</sup> 10 flyplasser \* 6 destinasjonszoner

Denne modellen har i tillegg til de kontinuerlige forklaringsvariablene også inkludert dummyvariabler som kontrollerer for den utenlandske sonens attraktivitet (sone<sup>4</sup>) og lufthavnens størrelse (airportsize<sup>5</sup>).

Figur V.9 viser hvordan resultatene fra de økonometriske beregningene stemmer overens med de faktiske reisestrømmene.



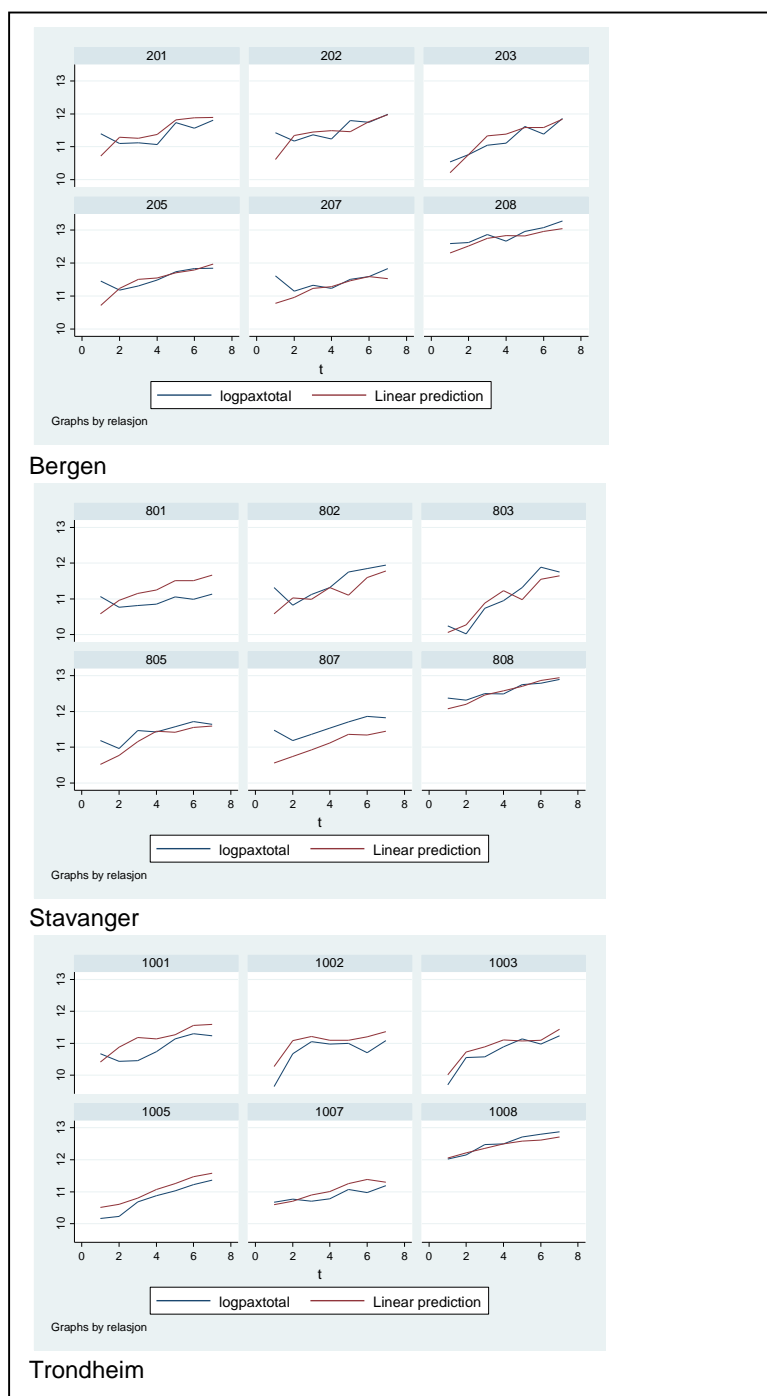
Figur V.9. Overenstemmelse mellom modellberegnete trafikkstrømmer og observerte trafikkstrømmer for samtlige OD-par i alle tidsperioder for modell 2A. Predikert PAX måles langs y-aksen og observert PAX langs x-aksen. Rød linje angir hvor disse to er identiske. Logaritmisk skala.

Igjen ser vi at det er relativt god overenstemmelse mellom modellberegnet PAX og observert PAX. De aller fleste dataplottene i figuren ligger nokså tett opp mot den røde linjen som indikerer at modellen predikerer helt nøyaktig, men avvikene er størst for de laveste verdiene.

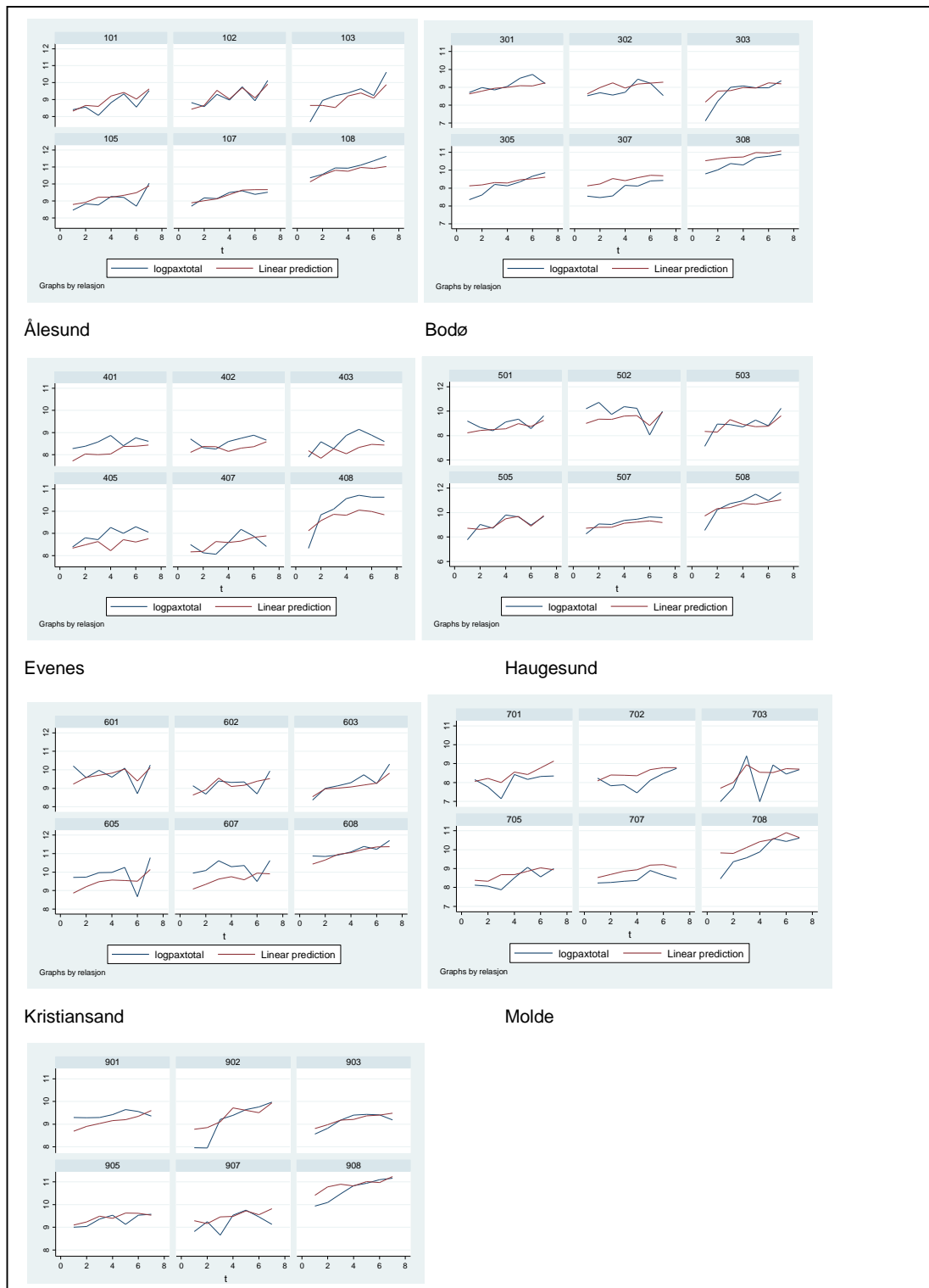
I figur V.10 ser vi på hvordan de modellberegnete trafikkstrømmene stemmer overens med de observerte trafikkstrømmene for hvert enkelt OD-par for de tre største flyplassene (BGO, SVG, TRD), mens tilsvarende vises i figur V.11 for de resterende regionale flyplassene.

<sup>4</sup> 1=Norden, 2=UK og Irland, 3= Øst-Europa, 5=Mellom-Europa, 7=Interkont., 8=Sør-Europa

<sup>5</sup> 1= BGO, SVG, TRD, 2=AES, BOO, KRS, 3=EVE, HAU, MOL, TOS



Figur V.10. Overenstemmelse mellom modellberegnete trafikkstrømmer og observerte trafikkstrømmer fordelt på OD-par for modell 2A for de tre største regionale flyplassene. Y-aksen angir logaritmen av PAX, rød graf angir modellberegnete trafikkstrømmer og blå graf angir observerte trafikkstrømmer. X-aksen angir tidsserien fra 1 (2003) til 7 (2013).



Figur V.11. Overenstemmelse mellom modellberegnete trafikkestømmer og observerte trafikkestømmer fordelt på OD-par for modell 2A for resterende regionale flyplasser. Y-aksen angir logaritmen av PAX, rød graf angir modellberegnete trafikkestømmer og blå graf angir observerte trafikkestømmer. X-aksen angir tidsserien fra 1 (2003) til 7 (2013).

Langs y-aksen måles PAX i logaritmer, mens x-aksen angir tidsenhet<sup>6</sup>. For hver flyplass angir det siste sifferet i nummeret over hver figur hvilken utenlandsk sone som vises:

Oversikt over utenlandske soner i Modell 2A:

1=Norden, 2=UK og Irland, 3= Øst-Europa, 5=Mellom-Europa,  
7=Interkontinental, 8=Sør-Europa

De blå strekene angir observert PAX for et OD-par, mens de røde strekene angir modellberegnet PAX i analyseperioden. Dersom de to samsvarer godt, betyr det at modellberegnet og faktisk PAX stemmer bra overens.

For de tre store regionale lufthavnene kan vi se fra figur V.10 at det er nokså god overenstemmelse mellom modellberegnet og observert PAX for de fleste av de utenlandske sonene. For visse av OD-parene er det derimot noe dårligere prediksjonsevne, slik som eksempelvis reiser fra Bergen (BGO) til Norden (sone 1)

For de resterende regionale lufthavnene viser figur V.11 noe større variasjon i prediksjonsevnen for de ulike OD-parene. Dette er trolig fordi modellspesifikasjonen er for generell til å kunne fange opp alle effekter på OD-par-nivå. Det kan også være unøyaktigheter i datamaterialet fra RVU som forårsaker dette. Det er likevel verdt å merke seg at de totale reisestrømmene for hvert enkelt OD-par i visse tilfeller kan være ganske små, slik at den absolutte forskjellen i observerte og predikerte reisestrømmer som oftest er relativt beskjeden.

## Modell 2B: Fritidsreiser fra utlandet til regionale lufthavner

$$\log(PAX)_{OD,t} = \beta_1 * \log(billettpris_{OD,t}) + \beta_2 * \log(reisehastighet_{OD,t}) + \beta_3 * \log(befolkning_{OD,t}) + \beta_4 * \log(BNPcapita_{OD,t}) + \sum Destinasjon_i + \sum Eurosone_j$$

I alt følger vi 30 OD-par<sup>7</sup> (tverrsnittsenheter) over 7 tidsperioder, noe som gir 210 observasjoner. Resultatene for de økonometriske beregningene for Modell 2B er gitt i tabell V.6.

Tabell V.6. Resultater fra økonometriske beregninger for Modell 2B.

<sup>6</sup> 1=2003, 2=2005, 3=2007, 4=2009, 5=2011, 6=2012, 7=2013

<sup>7</sup> 3 utenlandssoner \* 10 flyplasser

```

Random-effects GLS regression                Number of obs   =       210
Group variable: relasjon                    Number of groups =        30

R-sq:  within = 0.2289                      Obs per group:  min =         7
        between = 0.9373                      avg =         7.0
        overall = 0.8536                      max =         7

corr(u_i, X) = 0 (assumed)                  Wald chi2(14)   =    1287.52
                                                Prob > chi2     =     0.0000

                                         (Std. Err. adjusted for 30 clusters in relasjon)

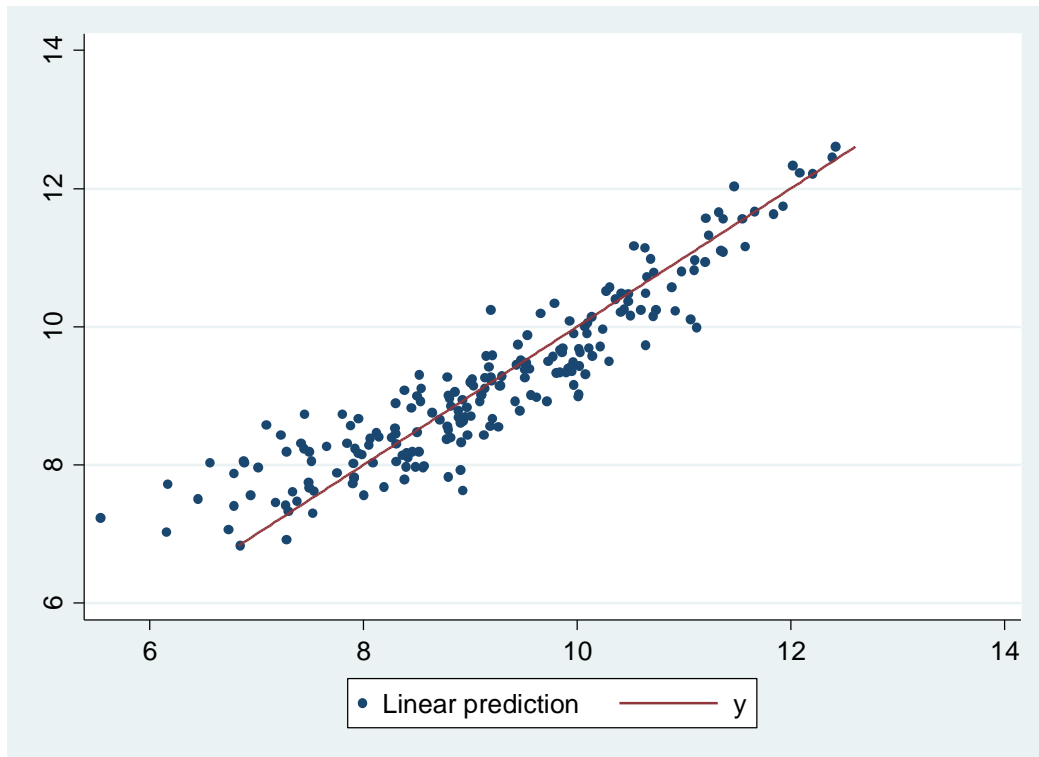
```

logpaxtotal	Coef.	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
logairfare	-.9074598	.1622425	-5.59	0.000	-1.225449	-.5894703
logtravelspeedalt	.981381	.3387178	2.90	0.004	.3175064	1.645256
logbefolkningdist	.4404108	.0966898	4.55	0.000	.2509024	.6299193
loggdpcapita	1.34214	.2737265	4.90	0.000	.8056458	1.878634
soneAES	-.9884738	.1389429	-7.11	0.000	-1.260797	-.7161508
soneBGO	1.134358	.1733564	6.54	0.000	.7945853	1.47413
soneBOO	-.7418793	.2438352	-3.04	0.002	-1.219788	-.2639711
soneEVE	-1.248249	.3181854	-3.92	0.000	-1.871881	-.6246167
soneHAU	-1.519538	.1651142	-9.20	0.000	-1.843156	-1.19592
soneKRS	-.7419796	.2023461	-3.67	0.000	-1.138571	-.3453886
soneMOL	-1.810006	.3065325	-5.90	0.000	-2.410799	-1.209213
soneSVG	.3129799	.1541717	2.03	0.042	.0108088	.6151509
soneTOS	-.1650528	.3405972	-0.48	0.628	-.832611	.5025054
soneTRD	0 (omitted)					
dummyeuro	.3838259	.2280147	1.68	0.092	-.0630747	.8307265
_cons	-3.959386	3.758821	-1.05	0.292	-11.32654	3.407767
sigma_u	.31355284					
sigma_e	.42070627					
rho	.35710903 (fraction of variance due to u_i)					

Forklaring av variabelnavn: *logpaxtotal* = log(antall reiser), *logairfare* = log(billettpris), *logtravelspeedalt* = log(reisehastighet), *logbefolkningdist* = log(Befolkning utenlandsk sone/distanse), *loggdpcapita* = log(BNP per capita i utenlandsk sone). *Dummyeuro* = dummyvariabel for reiser fra Europa til SVG, TRD og BGO. Denne modellen har i tillegg til de kontinuerlige forklaringsvariablene også inkludert dummyvariabler for hver enkelt flyplass (sone) som kontrollerer for flyplassenes attraktivitet som reisemål.

Figur V.12 viser hvordan de modellberegnete trafikkstrømmene fra de økonometriske beregningene stemmer overens med de observerte trafikkstrømmene:

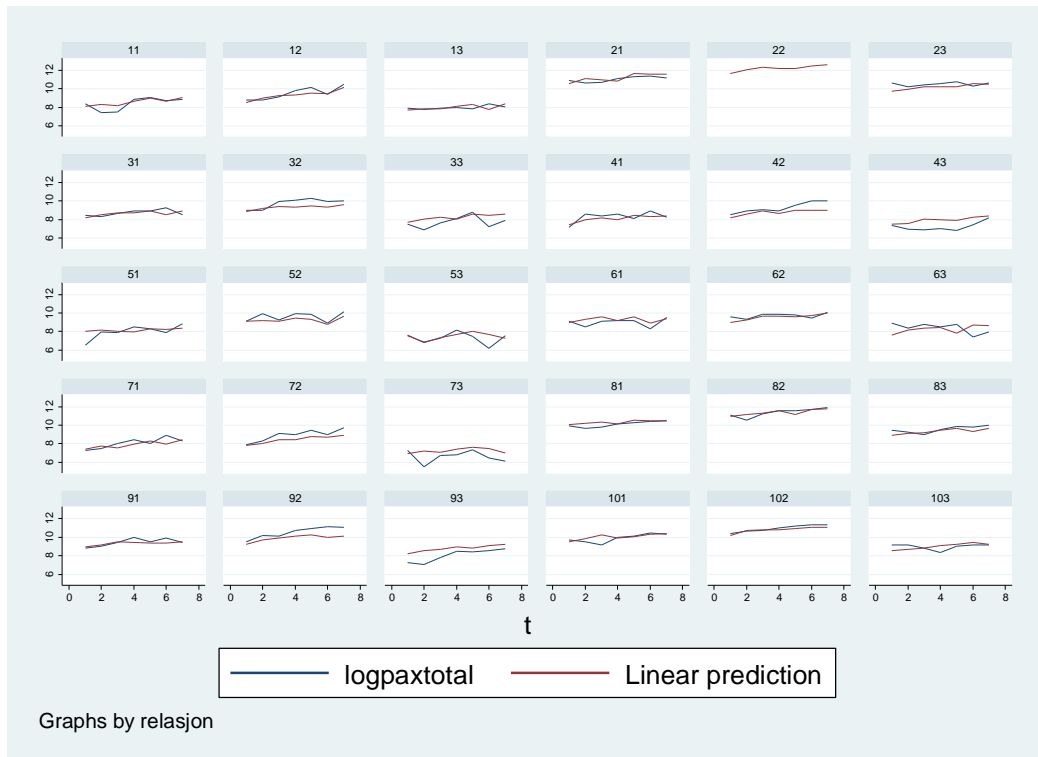




Figur V.12. Overenstemmelse mellom modellberegnete trafikkstrømmer og observerte trafikkstrømmer for samtlige OD-par i alle tidsperioder for modell 2B. Predikert PAX måles langs y-aksen og observert PAX langs x-aksen. Rød linje angir hvor disse to er identiske. Logaritmisk skala.

Fra figuren ser vi at samsvaret mellom modellberegnete og observerte trafikkstrømmer er relativt godt. Det ser ut til å være noe overrepresentasjon av positive feilledd for OD-par med lav trafikkstrøm, og tilsvarende større grad av negative feilledd for OD-par med høy trafikkstrøm. Dette ser imidlertid ikke ut til å være et betydelig problem.

I figur V.13 ser vi på hvordan de modellberegnete trafikkstrømmene stemmer med observerte trafikkstrømmer for de forskjellige OD-parene.



Figur V.13. Overenstemmelse mellom modellberegnete trafikkstrømmer og observerte trafikkstrømmer fordelt på OD-par for modell 2B. Y-aksen angir logaritmen av PAX, rød graf angir predikerte trafikkstrømmer og blå graf angir faktiske trafikkstrømmer. X-aksen angir tidsserien fra 1 (2003) til 7 (2013).

I figuren angir Y-aksen logaritmen av PAX, mens X-aksen angir tidsenhet fra 1 (2003) til 7 (2013). Det første sifferet i nummeret over hver graf angir den regionale flyplassen fra 1 til 10:

1. Ålesund (AES)
2. Bergen (BGO)
3. Bodø (BOO)
4. Evenes (EVE)
5. Haugesund (HAU)
6. Kristiansand (KRS)
7. Molde (MOL)
8. Stavanger (SVG)
9. Tromsø (TOS)
10. Trondheim (TRD)

Det siste sifferet i nummeret angir den utenlandske sonen:

Oversikt over utenlandske soner i Modell 2B:

1 = Norden, 2 = Europa, 3 = Interkontinental

Den røde linjen angir modellberegnete trafikkstrømmer, mens den blå angir observerte trafikkstrømmer. Vi ser igjen at modellprediksjonene er nokså gode for

mange av OD-parene, men at det er noen OD-par, spesielt blant de med lave verdier, som i mindre grad treffer tilfredsstillende.

### Modell 2C: Arbeidsreiser fra regionale lufthavner til utlandet

$$\log(PAX)_{OD,t} = \beta_1 * \log(reisetid_{OD,t}) + \beta_2 * \log(handel_{OD,t}) + \sum Destinasjon_i$$

I alt følger vi 30 OD-par<sup>8</sup> (tverrsnittsenheter) over 7 tidsperioder, noe som gir 210 observasjoner. Resultatene for de økonometriske beregningene for Modell 2C er gitt i tabell V.7:

Tabell V.7. Resultater fra økonometriske beregninger for Modell 2C.

Random-effects GLS regression	Number of obs	=	210
Group variable: relasjon	Number of groups	=	30
R-sq: within = 0.0734	Obs per group: min	=	7
between = 0.9854	avg	=	7.0
overall = 0.9252	max	=	7
	Wald chi2(11)	=	13040.32
corr(u_i, X) = 0 (assumed)	Prob > chi2	=	0.0000

(Std. Err. adjusted for 30 clusters in relasjon)

logpaxtotal	Coef.	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
logtraveltime	-.320198	.0502459	-6.37	0.000	-.4186783 - .2217178
dummy1	-1.330979	.1770137	-7.52	0.000	-1.677919 - .9840386
dummy2	.6406963	.1050898	6.10	0.000	.4347241 .8466685
dummy3	-2.145267	.1337287	-16.04	0.000	-2.407371 -1.883164
dummy4	-2.779918	.1264283	-21.99	0.000	-3.027712 -2.532123
dummy5	-1.495067	.1035098	-14.44	0.000	-1.697943 -1.292192
dummy6	-.559391	.1621979	-3.45	0.001	-.8772929 -.241489
dummy7	-2.292745	.1165201	-19.68	0.000	-2.52112 -2.06437
dummy8	.6337972	.1786674	3.55	0.000	.2836154 .9839789
dummy9	-1.697479	.1400388	-12.12	0.000	-1.97195 -1.423008
dummy10	0 (omitted)				
logtrade	.8347634	.0508863	16.40	0.000	.7350281 .9344988
_cons	-9.517857	1.506926	-6.32	0.000	-12.47138 -6.564337
sigma_u	.15365085				
sigma_e	.36666195				
rho	.14937456	(fraction of variance due to u_i)			

Forklaring av variabelnavn: *logpaxtotal* = log(antall reiser), *logtraveltime* = log(gjennomsnittlig reisetid), *loggdptotal* = log(BNP totalt i utenlandsk sone), *logtrade* = log(summen av import og eksport fra Norge til utenlandsk sone). Denne modellen har i tillegg til de kontinuerlige forklaringsvariablene også inkludert dummyvariabler for hver enkelt flyplass.

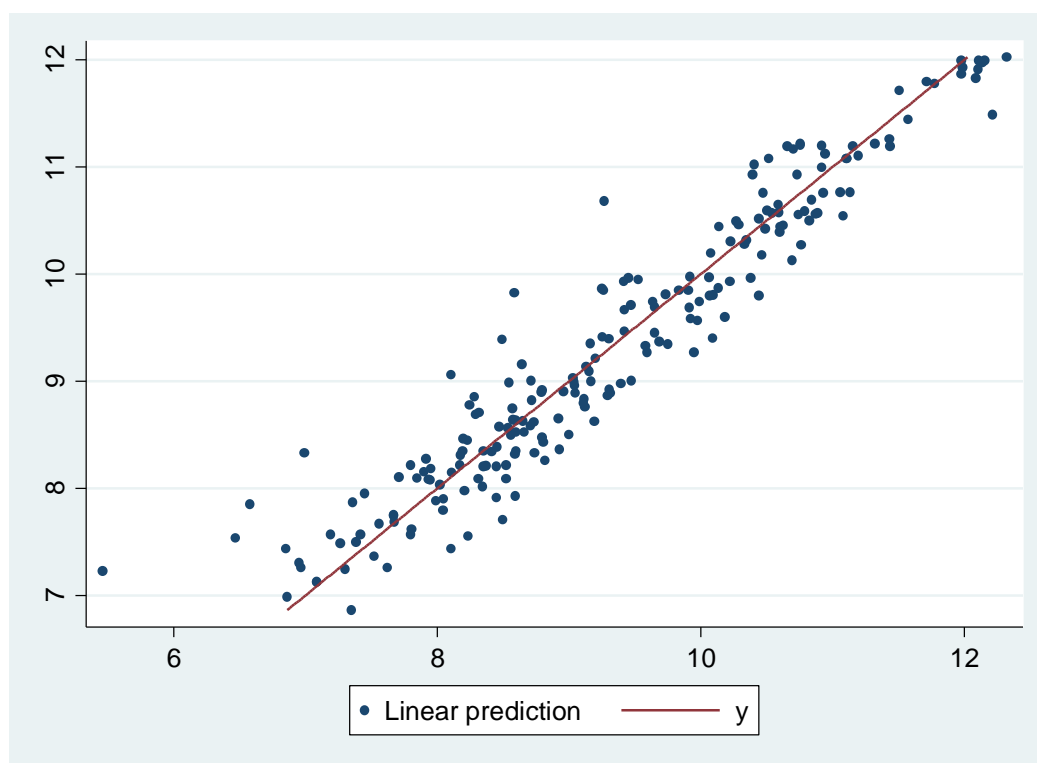
Det er verdt å merke seg at de regionale modellene for arbeidsreiser (2C og 2D) er fundamentert på et langt svakere datagrunnlag enn de andre modellene. Det har vært vanskelig å finne data som gjør oss i stand til å forklare trafikkstrømmene for arbeidsreiser på OD-par nivå i de regionale modellene. Eksempelvis måler vi i

<sup>8</sup> 10 flyplasser \* 3 destinasjonssoner

variabelen «trade» handelen mellom Norge og en gitt destinasjonssone, når vi egentlig er mer interessert i handelen mellom den geografiske sonen rundt hver flyplass og destinasjonssonen. Vi er derfor ikke i stand til å detaljert modellere hvordan handelsomfanget for hver enkelt flyplass og OD-relasjon virker inn på trafikkstrømmene, men er nødt til å benytte langt mer grovkornede data. Usikkerheten rundt prediksjonsevnen til modell 2C og 2D er dermed antatt å være større enn for de andre modellene.

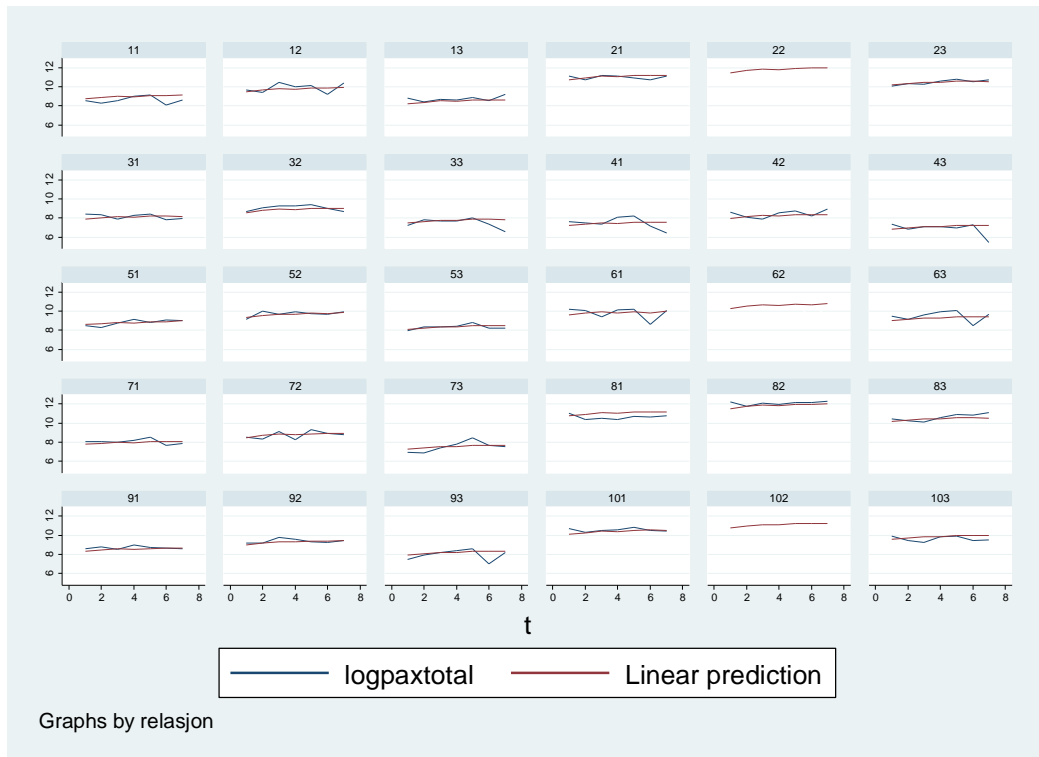
Det er ikke inkludert billettpris eller BNP som forklaringsvariabel i denne modellen, da denne kommer ut med feil fortegn (positiv, men insignifikant).

Figur V.14 viser hvordan resultatene fra de modellberegnete trafikkstrømmene samsvarer med de observerte trafikkstrømmene:



Figur V.14. Overenstemmelse mellom modellberegnete trafikkstrømmer og observerte trafikkstrømmer for samtlige OD-par i alle tidsperioder for modell 2C. Predikert PAX måles langs y-aksen og observert PAX langs x-aksen. Rød linje angir hvor disse to er identiske. Logaritmisk skala.

I figur V.15 ser vi på hvordan de modellberegnete trafikkstrømmene samsvarer med observerte trafikkstrømmer for de forskjellige OD-parene.



Figur V.15. Overenstemmelse mellom modellberegnete trafikkestømmer og observerte trafikkestømmer fordelt på OD-par for modell 2C. Y-aksen angir logaritmen av PAX, rød graf angir predikerte trafikkestømmer og blå graf angir observerte trafikkestømmer. X-aksen angir tidsserien fra 1 (2003) til 7 (2013).

I figuren angir Y-aksen logaritmen av PAX, mens X-aksen angir tidsenhet fra 1 (2003) til 7 (2013). Det første sifferet i nummeret over hver graf angir den regionale flyplassen fra 1 til 10:

1. Ålesund (AES)
2. Bergen (BGO)
3. Bodø (BOO)
4. Evenes (EVE)
5. Haugesund (HAU)
6. Kristiansand (KRS)
7. Molde (MOL)
8. Stavanger (SVG)
9. Tromsø (TOS)
10. Trondheim (TRD)

Det siste sifferet i nummer angir den utenlandske sonen:

Oversikt over utenlandske soner i Modell 2C:

1= Norden, 2=Europa, 3=Interkontinental

De røde linjene angir modellberegnete trafikkestømmer, mens de blå angir observerte trafikkestømmer. Vi ser igjen at modellprediksjonene er nokså gode for mange av OD-parene, men at det er noen OD-par som i mindre grad treffer tilfredsstillende.

## Modell 2D: Arbeidsreiser fra utlandet til regionale lufthavner

$$\log(PAX)_{OD,t} = \beta_1 * \log(reisetid_{OD,t}) + \beta_2 * \log(handel_{OD,t}) + \beta_3 * \log(BNPtotal_{OD,t}) + \sum Destinasjon_i$$

I alt følger vi 30 OD-par<sup>9</sup> (tverrsnittsenheter) over 7 tidsperioder, noe som gir 208 observasjoner<sup>10</sup>. Resultatene for de økonometriske beregningene for Modell 2D er gitt i tabell V.8:

Tabell V.8. Resultater fra økonometriske beregninger for Modell 2D.

Random-effects GLS regression	Number of obs	=	208
Group variable: relasjon	Number of groups	=	30
R-sq: within = 0.1372	Obs per group: min =		5
between = 0.9668	avg =		6.9
overall = 0.8907	max =		7
	Wald chi2(12)	=	2455.20
corr(u_i, X) = 0 (assumed)	Prob > chi2	=	0.0000

(Std. Err. adjusted for 30 clusters in relasjon)

logpaxtotal	Robust				
	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
loggdptotalnorway	1.113342	.3963433	2.81	0.005	.3365234 1.890161
logtrade	.5394266	.0742988	7.26	0.000	.3938037 .6850495
logtraveltime	-.9455297	.0819361	-11.54	0.000	-1.106121 -.7849379
soneAES	-1.220502	.0716958	-17.02	0.000	-1.361023 -1.079981
soneBGO	.8103369	.0786466	10.30	0.000	.6561925 .9644814
soneBOO	-1.672017	.2754386	-6.07	0.000	-2.211867 -1.132167
soneEVE	-2.113898	.0768558	-27.50	0.000	-2.264532 -1.963263
soneHAU	-1.444269	.1490199	-9.69	0.000	-1.736342 -1.152195
soneKRS	-.8563965	.2244847	-3.81	0.000	-1.296379 -.4164146
soneMOL	-1.787728	.0816362	-21.90	0.000	-1.947732 -1.627724
soneSVG	.926572	.2132541	4.34	0.000	.5086016 1.344542
soneTOS	-.8627694	.1362486	-6.33	0.000	-1.129812 -.595727
soneTRD	0	(omitted)			
_cons	-14.43878	5.586504	-2.58	0.010	-25.38812 -3.489431
sigma_u	.28657132				
sigma_e	.43286406				
rho	.30473033	(fraction of variance due to u_i)			

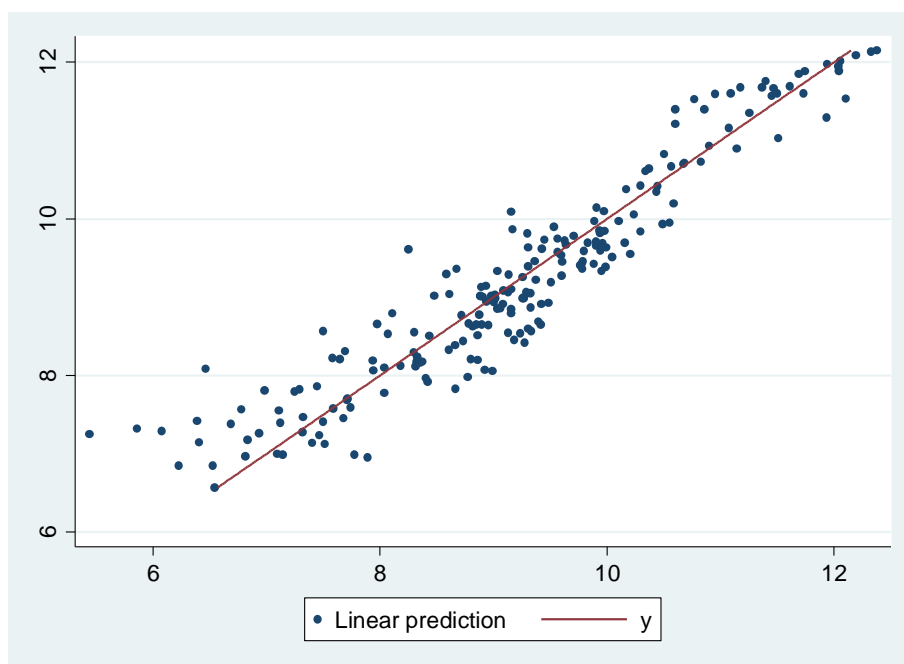
Forklaring av variabelnavn: *logpaxtotal* = log(antall reiser), *logtraveltime* = log(gjennomsnittlig reisetid), *loggdptotalnorway* = log(BNP totalt i Norge), *logtrade* = log(summen av import og eksport fra Norge til utenlandsk sone) Denne modellen har i tillegg til de kontinuerlige forklaringsvariablene også inkludert dummyvariabler for hver enkelt lufthavn.

Det er ikke inkludert billettpris som forklaringsvariabel i denne modellen, da denne kommer ut med feil fortegn (positiv, men insignifikant).

Figur V.16 viser hvordan resultatene fra de modellberegnete trafikkkstrømmene stemmer overens med de observerte reisestrømmene:

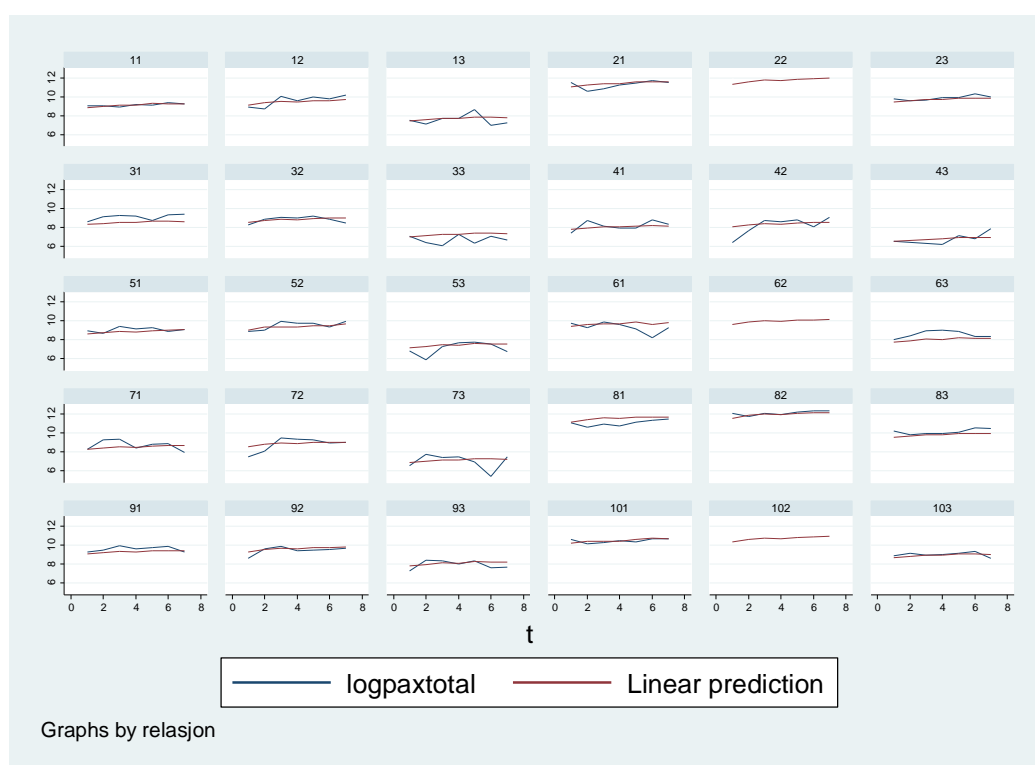
<sup>9</sup> 3 utenlandssoner \* 10 flyplasser

<sup>10</sup> To observasjoner fjernet pga manglende data



Figur V.16. Overenstemmelse mellom modellberegnete trafikkestømmer og observerte trafikkestømmer for samtlige OD-par i alle tidsperioder for modell 2D. Predikert PAX måles langs y-aksen og observert PAX langs x-aksen. Rød linje angir hvor disse to er identiske.

I figur V.17 ser vi på hvordan de modellberegnete trafikkestømmene samsvarer med observerte trafikkestømmer for de forskjellige OD-parene.



Figur V.17. Overenstemmelse mellom modellberegnete trafikkestømmer og observerte trafikkestømmer fordelt på OD-par for modell 2D. Y-aksen angir logaritmen av PAX, rød graf angir predikerte

trafikkstrømmer og blå graf angir faktiske trafikkstrømmer. X-aksen angir tidsserien fra 1(2003) til 7 (2013).

I figuren angir Y-aksen logaritmen av PAX, mens X-aksen angir tidsenhet fra 1 (2003) til 7 (2013). Det første sifferet i nummeret over hver graf angir den regionale flyplassen fra 1 til 10:

1. Ålesund (AES)
2. Bergen (BGO)
3. Bodø (BOO)
4. Evenes (EVE)
5. Haugesund (HAU)
6. Kristiansand (KRS)
7. Molde (MOL)
8. Stavanger (SVG)
9. Tromsø (TOS)
10. Trondheim (TRD)

Det siste sifferet i nummeret angir den utenlandske sonen:

Oversikt over utenlandske soner i Modell 2D:

1= Norden, 2=Europa, 3=Interkontinental

Den røde linjen angir modellberegnete trafikkstrømmer, mens den blå angir observerte trafikkstrømmer. Modellprediksjonene er relativt gode for mange av OD-parene, mens det for noen OD-par er noe mindre samsvar mellom modellberegningene og observert trafikk. Mer konkret kan det se ut som modellen ikke makter å fange opp store variasjoner i trafikkstrømmene fra år til år for hvert enkelt OD-par.





## 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](http://www.toi.no).

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se [www.ciens.no](http://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](mailto:toi@toi.no)  
[www.toi.no](http://www.toi.no)