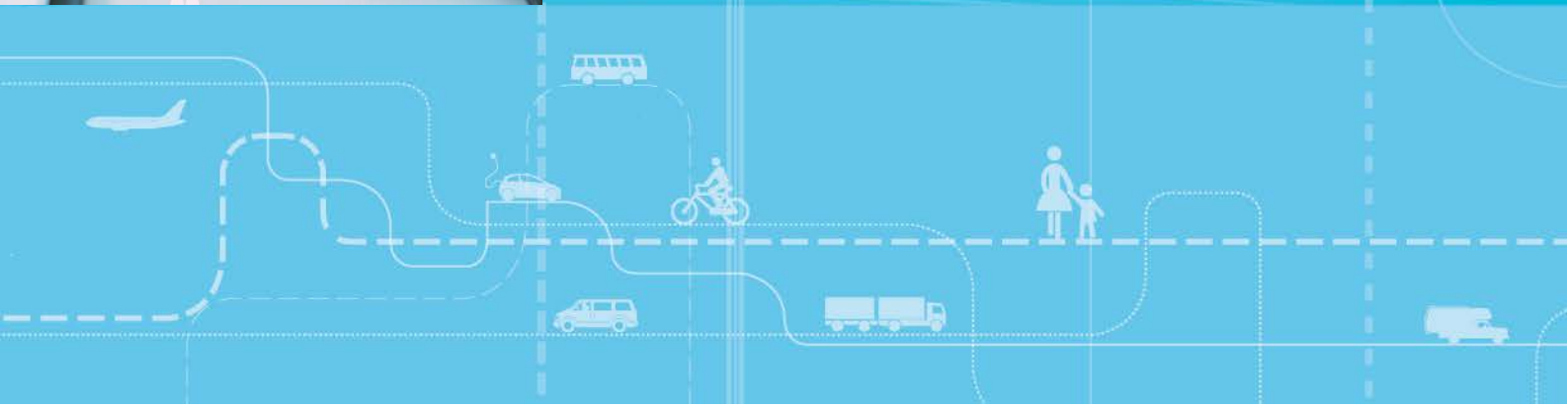
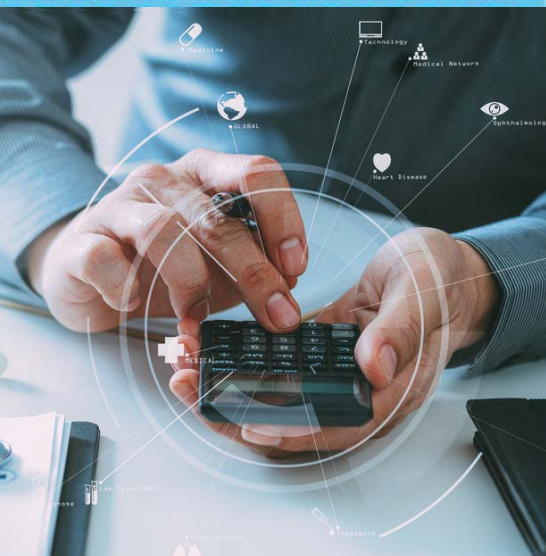


# Variabilitetsanalyse av transporttid og etterspørsel i godstransport





# Variabilitetsanalyse av transporttid og etterspørsel i godstransport

Inger Beate Hovi  
Guri Natalie Jordbakke  
Daniel Ruben Pinchasik  
Marit Killi  
Eirik Auråen

Forsidebilde: Shutterstock

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:** Variabilitetsanalyse av transporttid og etterspørsel i godstransport

**Forfattere:** Inger Beate Hovi  
Guri Natalie Jordbakke  
Daniel Ruben Pinchasik  
Marit Killi  
Eirik Auråen

**Dato:** 06.2018

**TØI-rapport:** 1644/2018

**Sider:** 91

**ISSN:** 2535-5104

**ISBN elektronisk:** 978-82-480-2160-5

**Finansieringskilder:** Norges forskningsråd  
NTP Transportanalyser

**Prosjekt:** 4278 – SCALE

**Prosjektleder:** Inger Beate Hovi

**Kvalitetsansvarlig:** Kjell Werner Johansen

**Fagfelt:** Næringslivets transportbehov

**Emneord:** Godstransport  
Pålitelighet  
Variabilitet  
Etterspørsel

#### Sammendrag:

I denne rapporten dokumenteres arbeid med å forsøke å kvantifisere usikkerhet i hhv. etterspørsel etter transport og transporttid for ulike transportmodi, samt for nærdistribusjon og hhv. innenriks og utenriks langtransport. Arbeidet viser at det er vanskelig å utføre konsistente analyser mellom transportmidlene, da ulik organisering av de ulike transportformene bidrar til at det er ulik grad av informasjon tilgjengelig. F.eks er det for jernbane konkrete rutetider, mens det for sjøtransport er rutedager og lastebiltransport ikke er konkrete avgangstidspunkt, men at man tilpasser avgangene til når kunden har behov for transport.

**Title:** Variability in transport time and demand for freight transport in Norway

**Authors:** Inger Beate Hovi  
Guri Natalie Jordbakke  
Daniel Ruben Pinchasik  
Marit Killi  
Eirik Auråen

**Date:** 06.2018

**TØI Report:** 1644/2018

**Pages:** 91

**ISSN:** 2535-5104

**ISBN Electronic:** 978-82-480-2160-5

**Financed by:** The Norwegian Research Council,  
The National Road Administration,  
The National Coastal  
administration and the National  
Railway administration

**Project:** 4278 – SCALE

**Project Manager:** Inger Beate Hovi

**Quality Manager:** Kjell Werner johansen

**Research Area:** Næringslivets transportbehov

**Keywords:** Freight transport  
Reliability  
Variability  
Demand

#### Summary:

This report documents work related to quantify uncertainty in, respectively demand for transport and transport time, for different modes of transport, as well as for distribution and respectively domestic and foreign long-haulage. The work has shown that it is difficult to get consistent analysis between the means of transport, as various modes of transport are organized in different manners, and thereby contributes to the different levels of information available. For example, rail have specific timetables, shipping services have arrival days, while road transport not have any specific departure time, but customize their level of services to customer needs for transport.

**Language of report:** Norwegian

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

Institute of Transport Economics  
Gaustadalleen 21, N-0349 Oslo, Norway  
Telephone +47 22 57 38 00 - [www.toi.no](http://www.toi.no)

# Forord

Prosjektet SCALE har hatt som formål å utvikle en konseptuell modell for transportmiddelvalg som tar hensyn til usikkerhet i fremføringskjeden. Denne rapporten er utarbeidet innenfor SCALE-prosjektet og har som hovedformål å dokumentere arbeidet med å kvantifisere usikkerhet i etterspørsel etter godstransport og usikkerhet i transporttid for ulike transportmidler som inngår i en transportkjede. Utfordringen har vært å fremskaffe relevante data for hver transportform, samt for etterspørselen. En viktig del av arbeidet har derfor vært å sondere nye datakilder som kan gi informasjon om variabilitet i etterspørsel eller transporttid.

Arbeidet ved TØI har vært ledet av forskningsleder Inger Beate Hovi, som også har skrevet kapittel 1, 2.1 og 7. Guri Natalie Jordbakke har gjennomført analysen av variasjon i etterspørsel etter godstransport og variasjon i anløpstidspunkt for skip og skrevet kapitlene 2.2, 3 og 5. Marit Killi har gjennomført analysen av variabilitet for jernbane og skrevet kapittel 4, mens Daniel Ruben Pinchasik har gjennomført analysen av variabilitet i transporttid basert på SVVs reisetidsmålinger og skrevet kapittel 6 sammen med Eirik Auråen som har trukket ut informasjon om reisetider fra Google maps matrix og analysert reisetidsvariasjon basert på disse dataene. Daniel Ruben Pinchasik har dessuten i samarbeid med Inger Beate Hovi bearbeidet arbeidet til en felles rapport. Bjørn Gjerde Johansen har utarbeidet figur 2.1 og 2.2.

Arbeidet som presenteres i rapporten er hovedsakelig utført i perioden fra sommeren 2016 og fram til sommer 2017. Dette forklarer hvilke årganger som er benyttet til analysearbeidet i rapporten.

Trude Kvalsvik har hatt ansvaret for endelig redigering av rapporten, mens avdelingsleder Kjell Werner Johansen har kvalitetssikret rapporten.

Oslo, juni 2018

Transportøkonomisk institutt

*Gunnar Lindberg*

*Direktør*

*Kjell Werner Johansen*

*Avdelingsleder*



# Innhold

## Sammendrag

### Summary

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>7</b>
1.1	Bakgrunn.....	7
1.2	Formål/hypoteser.....	7
1.3	Avgrensning .....	7
1.4	Rapportstruktur .....	8
<b>2</b>	<b>Teorigrunnlag, data og metode</b> .....	<b>9</b>
2.1	Tilpasning under usikkerhet.....	9
2.2	Mål på usikkerhet .....	11
2.3	Datagrunnlag.....	12
<b>3</b>	<b>Variabilitet i etterspørsel etter transport</b> .....	<b>16</b>
3.1	Innledning.....	16
3.2	Valg av strekninger og case.....	16
3.3	Transport av klær.....	19
3.4	Transport av næringsmidler .....	31
<b>4</b>	<b>Variabilitet i transporttid for gods på bane</b> .....	<b>44</b>
4.1	Innledning.....	44
4.2	Casevalg .....	44
4.3	Innstilte tog .....	44
4.4	Forsinkelser og variabilitet i ankomsttid .....	51
4.5	Markedseffekter av forsinkede godstog.....	61
<b>5</b>	<b>Variasjon i anløpstidspunkt for skip</b> .....	<b>63</b>
5.1	Innledning.....	63
5.2	Casevalg .....	63
5.3	Fordeling av anløp over tid.....	63
5.4	Variasjon i og avvik fra rutetid .....	68
<b>6</b>	<b>Variasjon i transporttid for lastebil</b> .....	<b>71</b>
6.1	Innledning.....	71
6.2	Casevalg .....	71
6.3	Fordeling av forsinkelser basert på reisetidsmålinger .....	72
6.4	Variasjon i reisetider basert på Google Maps.....	82
<b>7</b>	<b>Diskusjon og videre arbeid</b> .....	<b>87</b>
7.1	Innledning.....	87
7.2	Varetransportundersøkelsen 2014 (VTU).....	87
7.3	TIOS.....	87
7.4	Havnestatistikken og AIS.....	88
7.5	SVVs reisetidsmålinger og Google Maps sin API Distance Matrix.....	88
7.6	Videre arbeid .....	89
<b>8</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>90</b>





## Sammendrag

# Variabilitetsanalyse av transporttid og etterspørsel i godstransport

TOI rapport 1644/2018

Forfattere: Inger Beate Hovi, Guri Natalie Jordbakke, Marit Killi, Daniel Ruben Pinchasik og Eirik Auråen

Oslo 2018 91 sider

*Denne rapporten er en analyse av og forsøk på å kvantifisere variabilitet i godstransport. Dette inkluderer etterspørsel etter transport og transporttid for ulike transportformer og for nærdistribusjon og langtransport. Vi finner at det er større variabilitet i etterspørsel etter godstransport enn i transporttid og at det er større variabilitet i transporttiden for nærdistribusjon enn for langtransport. Resultater fra dette arbeidet inngår i en konseptuell modell, utviklet for å analysere hvordan usikkerhet påvirker avsendernes transportmiddelvalg.*

## Innledning

Prosjektet SCALE har hatt som hovedformål å utvikle en bedre forståelse av transportkjøperens beslutninger når det gjelder transportmiddelvalg under usikkerhet.

Det er innenfor prosjektet utarbeidet en teoretisk modell for transportkjøpers valg av transportmiddel (Minken and Johansen, 2018), der den største forskjellen fra tidligere modeller er at modellen tar hensyn til usikkerhet i framføringstid og etterspørsel. Denne rapporten dokumenterer det empiriske grunnlaget til modellen om forsinkelser og variabilitet i transporttid for ulike transportformer, samt eksempler på variabilitet i transportetterspørsel. Selve implementeringen av empirien i den teoretiske modellen er dokumentert i en egen rapport (Johansen et.al., 2018).

## Etterspørsel

Som grunnlag til å fremskaffe informasjon om variasjon i etterspørsel etter transport, har vi tatt utgangspunkt i SSBs Varetransportundersøkelse (VTU). Vi har lagt til grunn et kriterium om at det må være konkurranse mellom minst to transportmidler for utvalgte varer og strekninger, og på bakgrunn av det valgt ut fire case. Ettersom VTUen inkluderer innenriks transport er det her valgt å fokusere på to strekninger der veg- og jernbanetransport konkurrerer (Oslo-Trondheim og Oslo-Bergen). For disse strekninger har vi sett nærmere på transport innen to segmenter: Engroshandel med klær, og (mer tidskritisk) transport av næringsmidler. Til sammen gir dette fire case:

### Oslo-Trondheim – Engroshandel med klær

Innen forbruksvarer er engroshandel med klær den største varegruppen i VTUen, målt i tonn, som blir sendt fra Oslo til Trondheim. For denne varegruppen sendes det på denne strekningsretningen 60% fra Alnabru, noe som sørger for at både lastebil og jernbane er reelle transportalternativ. I 2014 skiller 3. kvartal seg ut ved at hele 46% av den årlige godsmengden sendes i disse månedene. Dette tyder på en betydelig grad av sesongvariasjon. Også antall sendinger øker i disse månedene, men økningen er ikke proporsjonal med økningen i transporterte mengder.

Når det gjelder variasjon i etterspørsel over virkedager sendes det -sett over hele året - mest på mandag og tirsdag og kun marginale mengder i helgene. Dette mønsteret er imidlertid sterkt preget av store godsvolumer i 3. kvartal, og varierer betydelig fra kvartal til kvartal.

Variasjon over døgnet er stort sett konsentrert rundt normalarbeidstiden, med et toppunkt rundt kl. 13-14, i snitt for hele 2014, og er stort sett likt for de ulike virkedagene. Dette gjelder i hovedtrekk for alle kvartalene, men 3. kvartal (og i mindre grad 4. kvartal) skiller seg ut med større godsvolumer før kl. 13 på dagen og større andel utgående sendinger på kvelden.

### **Oslo-Bergen – Engroshandel med klær**

På strekningen Oslo-Bergen utgjør engroshandel med klær om lag en firedel av den totale mengden forbruksvarer som blir transportert i VTU. Ut fra Oslo sendes drøyt halvparten av denne varemengden fra Alnabruområdet, slik at både lastebil- og jernbanetransport er reelle alternativer. Sett over året 2014 sendes de største godsmengdene i februar, etterfulgt av september. Sammenliknet med det vi så for strekningen Oslo-Trondheim er det også betydelig mer variasjon over alle månedene. I sommermånedene blir det sendt svært lite varer, antageligvis på grunn av lavere aktivitet i sommerferien og lettere sesongklær.

Fordelingen over virkedager viser at det er tirsdager det blir sendt størst volumer, men at fordelingen ellers er relativt jevn. Også på denne strekningen sendes det svært lite på lørdager og søndager, mens antall sendinger er størst på fredager. Når det gjelder døgnfordeling av sendinger og antall tonn sendt, ser vi også her at det meste sendes innen normalarbeidstid med toppunkt rundt kl. 13. Dette kan tyde på at transporten fra Oslo til både Bergen og Trondheim i stor grad går om kvelden og om natten. Denne døgnfordelingen er relativt konsistent fra kvartal til kvartal, men i likhet med caset over er det større spredning over døgnet i kvartalene det sendes mye gods.

### **Oslo-Trondheim – Næringsmidler (spesialisert)**

Engroshandel med spesialiserte næringsmidler er en av to største matvaregruppene som sendes fra Oslo til Trondheim, med en andel på 25%. Innenfor denne varegruppen blir 31% av det som sendes fra Oslo til Trondheim sendt fra Alnabruområdet, og det er de første kvartalene og november som skiller seg ut med størst godsmengder. Månedene der det sendes minst næringsmidler er juli, august og desember. Den lave aktiviteten i sommermånedene er ikke ulikt mønsteret vi observerte for engroshandel med klær. Dette kan trolig forklares av lavere etterspørsel på grunn av sommerferien. Variasjonen i antall sendinger ser ut til å være noe mindre enn for tonn.

Fredag er dagen det i gjennomsnitt blir sendt mest målt i tonn, og det er flest sendinger på torsdager. Det er færrest tonn og sendinger på mandager. Det er ikke stor forskjell på antall sendinger over dagene.

For denne varen er det enda tydeligere enn for klær at det meste sendes innenfor normalarbeidstiden (08-16). En tilsvarende fordeling pr virkedag viser at fredager har en tidligere topp og at det sendes mindre gods etter kl. 12. En mulig årsak til dette kan være at man vil ha godset ferdig distribuert i god tid før helgen, da næringsmidler er mer avhengig av riktig lagring enn f.eks. klær.

### **Oslo-Bergen – Næringsmidler (spesialisert)**

På strekningen Oslo-Bergen er det tatt utgangspunkt i engroshandel med spesialiserte næringsmidler, som i VTUen utgjør de største volumene innen næringsmidler, med en andel på 24% av næringsmidler som sendes fra Oslo til Bergen. På denne strekningen ble det sendt mest gods i mars, målt i tonn, tett fulgt av september og november. I forhold til de andre casene virker det å være større variasjon i løpet av året, og det er ikke like tydelig at det fraktes minst om sommeren, og mest på slutten av året. Ingen måneder skiller seg spesielt ut når det gjelder antall sendinger.

Sett over hele året er torsdag den dagen det sendes mest, men dette mønsteret varierer noe fra kvartal til kvartal. Minst sendes det på mandager og fredager.

Når det gjelder fordelingen av tonn over døgnet sendes det også her mest i normalarbeidstiden med lokale topper litt tidligere på dagen og nesten ingen sendinger etter kl. 16.

## Variasjon i transporttid

### Studieobjekt

I analysen av variabilitet i transporttid har vi for jernbanetransport analysert innstilte containertog, forsinkelser og variabilitet i ankomsttid, mens vi for sjøtransport har sett på variasjon i anløpstidspunkt og avvik fra rutetider for containerskip. Variabilitet i transporttid for vei er i denne rapporten dels diskutert som tilbringerledd for tog- og sjøtransport, men det er også gjort en analyse av variabilitet i transporttid på vei mellom de store byene i Norge og for tre utvalgte utenriksrelasjoner.

Årsaken til at det er analysert ulike elementer for de ulike transportmidlene er dels hva som er tilgjengelig av informasjon og hvordan de ulike transportene er organisert. For containertransport på jernbane er hver enkelt togavgang registrert i togoperativsystemet TIOS, og det er et forventet avgangs- og ankomsttidspunkt, uavhengig av om den er utført eller ikke. For sjøtransport er det ikke samme tidsregime og man har rutetid snarere enn rutetidspunkt. For vegtransport er det ikke rutetider, så der har vi målt variasjonen i transporttiden på utvalgte lenker.

### Datagrunnlag

For jernbane har vi innhentet data fra TIOS, for årene 2012-2015, fra Jernbanedirektoratet. SSBs havnestatistikk og i AIS-data for årene 2013-2015 danner grunnlaget for analysen av variabilitet for skipsanløp. For vegtransport har vi brukt Statens vegvesen (SVV) sine reisetidsmålinger for (kortere) tilbringerstrekninger, mens et mindre datasett fra Google Maps sin API Distance Matrix er benyttet til å illustrere variabilitet i transporttid på lengre distanser. For analyser av transporttider på veg er utfordringen at SVVs reisetidsmålinger ikke skiller mellom lastebiler og personbiler og er dessuten kun tilgjengelig for relativt korte strekninger tilknyttet de store byene. Mens det er nærliggende å tenke at det i hovedsak er på slike kortere strekninger inn til og ut fra byer det oppstår forsinkelser, gjør denne mangelen det umulig å analysere variabilitet over lengre strekninger. Data fra Google Maps er derfor brukt til å se på lengre strekninger, men heller ikke den skiller mellom lastebiler og personbiler. Observasjonene i datasettet er dessuten langt færre og mindre representative enn reisetidsmålingene til SVV. Denne analysen må derfor mer regnes som eksempler på anvendelse av dataene fra Google, enn en representativ analyse.

### Jernbane

Tallene fra TIOS viser at 9,1% av containertogene ble innstilt i gjennomsnitt for årene 2012-2015, men skiller ikke mellom planlagte og utforutsette innstillinger. Hovedårsakene til innstillingene er skader og reparasjoner etter ekstremvær, nødvendig vedlikehold og forbedringer på banestrekninger, ikke tilstrekkelig godsgrunnlag, eller slotts som systematisk ikke benyttes fordi etterspørselen endres eller ikke blir som forventet. Både antall og andel innstilte containertog har hatt en markant økning gjennom 2014 og 2015 og varierer betydelig mellom de ulike togstrekningene. Mens antall forsinkede tog har økt gjennom hele perioden på Bergensbanen, hadde Dovrebanen flest innstilte tog i 2012. For alle containertogene under ett er forsinkelsene redusert fra i gjennomsnitt nær 13 minutter i 2012, til litt over 11 minutter i 2015. For containertog til Trondheim ble antall

forsinkelsesminutter til terminalen redusert til 1/3 fra 2013 til 2015 (fra 25 minutter til 9 minutter), mens antall forsinkelsesminutter til terminalen i Bergen økte betydelig (fra 9 minutter i gjennomsnitt til 15 minutter) i samme periode. For containertog med ankomst Alnabu er det for innenrikstog liten variasjon i gjennomsnittsforsinkelser mellom 2012 og 2015, mens forsinkelsene for tog med opprinnelsesstasjon i utlandet (utgjør kun en liten andel) er større og varierer mer.

Når det gjelder variasjonen i ankomsttid vises det en markant nedgang i spredningen av forsinkelser for Trondheim, mens terminalen i Bergen har hatt en betydelig økning. For Alnabu er det kun små variasjoner i spredningen av forsinkelsene. Hvilket år som studeres har mye å si, det har også dag til dag variasjoner. For Bergen ser forsinkelser f.eks. ut til å være lavere de tre siste virkedagene pr uke for alle fire årene, mens for Alnabu er spredningen i forsinkelser ganske lik over de fire årene, og med en klar tendens til at variasjonen i forsinkelser øker utover uken.

### **Sjøtransport**

Med grunnlagsdata fra Havnestatistikken og AIS-data som utgangspunkt har vi analysert variasjon i anløpstidspunkt for containerskip i Oslo havn for årene 2013-2015. Fordelingen av anløp over døgnet er volatil, men med flest anløp mellom kl. 03 og 16. For 2015 er gjennomsnittlig ankomsttid i Havnestatistikken og AIS-data henholdsvis kl. 11:20 og 10:00. Dette indikerer et ønske om å losse tidlig med mulighet til å videredistribuere godset i løpet av dagen. Fordelingen over måneder viser store forskjeller mellom årene. 2013 viser en relativt jevn fordeling av anløp over året, mens 2014 viser betydelig flere anløp for perioden januar-juni, sammenliknet med juli-desember. I 2015 ligger antall anløp i den siste delen av året noe høyere enn i første halvår.

Når det gjelder fordelingen av anløp over virkedager er det påfallende at de fleste anløp skjer tidlig i uken, reduseres onsdag og torsdag, og med få anløp på fredag, lørdag og søndag. Dette mønsteret tilsvarende noen av resultatene fra etterspørselsanalysen.

Vi så videre på variasjon i og avvik fra rutetiden, som grunnet manglende data ble definert som gjennomsnittlig ankomsttid. Gjennomsnittlig timesavvik ligger rundt null for alle år og gjelder både Havnestatistikken og AIS-data, men avviket øker utover perioden og er størst i 2015. Avvik fra 'rutetid' er størst i 2015, for begge datakildene.

### **Vegtransport, nærdistribusjon**

Pålitelighet for godstransport på veg er ikke bare viktig for transport som utføres med lastebil, men fordi lastebil gjerne inngår som tilbringertransport til/fra havn og terminaler, påvirkes også påliteligheten i intermodale transportkjeder. For analyser av transporttid på veg er utfordringen at SVVs reisetidsmålinger ikke skiller mellom lastebiler og personbiler og er dessuten kun tilgjengelig et begrenset antall relativt korte strekninger rundt de store byene. Det vil si at disse data kun danner grunnlag for en analyse av forsinkelser ved distribusjon til terminaler eller havner, og ikke for lengre strekninger. Hvis det oppstår forsinkelser ved distribusjon på disse delstrekninger, kan dette enten bety at lasten kommer forsinket til havn eller jernbaneterminal, eller forsinket til videre distribusjon på ankomststed.

Basert på SVVs reisetidsdata har vi analysert ulike strekninger i Oslo, Bergen og Trondheim. For Oslo ser vi at forsinkelsene, avhengig av strekningsretning, er størst i morgen- og ettermiddagsrushet, med små forsinkelser i helgene. På strekningen Karihaugen - Helfyr er det en 'forsinkelsespeak' og relativt stor variabilitet både om morgenen og på ettermiddagen. Forsinkelsene varierer over året og ligger fra noen sekunder til ca. 2,5 minutt i gjennomsnitt. Litt avhengig av strekning er forsinkelsene i gjennomsnitt lavere om sommeren enn i resten av året. Også variasjonen i forsinkelser varierer over året og er relativt stor, noe som tyder på relativt stor usikkerhet. Når det

gjelder dag til dag variasjon er det lite forskjell fra mandag til torsdag, mens vi for fredager ikke finner noe entydig mønster. For Oslo under ett finner vi variasjonskoeffisient, dvs. størrelsen på standardavviket i forhold til gjennomsnitts forsinkelser, på mellom 44% og 54%. Dette vil si at standardavviket sett over hele året i gjennomsnitt utgjør ca. halve den normale reisetiden. For den lengste strekningen (Bjørvika-Fiskevollbukta), som har en normal reisetid på ca. 8 minutter, er gjennomsnittlig standardavvik på ca. 4 minutter.

For Bergen finner vi ikke en 'forsinkelsespeak' i morgenrushet. Gjennomsnitts forsinkelser varierer betydelig utover året, uten å vise et entydig mønster. Også fra virkedag til virkedag er det noe variasjon i forsinkelser, der fredag skiller seg ut med de største forsinkelsene ut av Bergen og de minste forsinkelsene inn til Bergen. Variasjonskoeffisient for Bergen ligger ett sted mellom 11% og 23% og er dermed betydelig lavere enn for Oslo.

For Trondheim er det i hovedsak to større 'forsinkelsespeak' i morgenrushet og ettermiddagsrushet, avhengig av retning på de strekningene vi har sett på. I gjennomsnitt kommer forsinkelsene dog ikke ut over 1 minutt per time, og er minst i sommermånedene, og noe høyere i resten av året. Variasjonen i standardavviket følger variasjonen i gjennomsnitts forsinkelser i betydelig grad. Påfallende for Trondheim er at det er relativt lite variasjon i forsinkelser utover uken og at forsinkelser i helgen ligger på ca. samme nivå som i resten av uken, noe som ikke var tilfellet for strekningene i Oslo og Bergen. Også variasjonen i forsinkelser er relativt jevnt fordelt over hele uken. Dette innebærer at usikkerheten rundt transporttider i gjennomsnitt ikke varierer betydelig fra dag til dag. Variasjonskoeffisienten for Trondheim er 12%-16%, altså noe lavere enn for Oslo og Bergen.

### **Vegtransport, langtransport**

I tillegg til analysene basert på SVVs reisetidsmålinger har vi brukt et mindre datasett fra Google Maps til å også se på lengre strekninger. Det skal nevnes at observasjonene i datasettet er langt færre og mindre representative enn reisetidsmålingene til SVV. Denne delen av analysen må derfor mer regnes som eksempler på anvendelse av dataene fra Google, enn som en representativ analyse.

Datasettet viser at variasjonen målt i andel av gjennomsnitt transporttid, er mer enn 3 ganger større for (kortere) innenriks distribusjonsstrekninger enn for innenriks langtransport. Dette er ikke overaskende med tanke på at en mye større andel av reiseruten til innenriks distribusjon er eksponert mot rushtidstrafikk.

Videre er det verdt å legge merke til at det innad i kategorien innenriks distribusjon er store forskjeller på andelen variasjon. På rutene innad i Oslo ligger disse verdiene på godt over 30%, mens andelen i Bergen ligger rundt ca. 15% i gjennomsnitt, og er enda mindre i de andre byene. Dette er rimelig i samsvar med SVVs reisetidsmålinger.

Videre kommer det fram at variasjon målt i andel av transporttiden er rundt dobbelt så høy ved utenriks langtransport sammenliknet med innenriks langtransport. En mulig forklaring kan være at dette (delvis) skyldes forsinkelser knyttet til grenseoverganger.

Mer spesifikt er det sett på variasjon i gjennomsnittlig transporttid for ulike rutevalg mellom Oslo og hhv Bergen og Trondheim. For Oslo-Bergen er det rutene via RV7 og RV52 som har lavest gjennomsnittlig transporttid, mens transporttiden i gjennomsnitt er høyest for ruten over Haukeli. Det er også indikasjoner på at transporttiden via E16 varierer i mindre grad enn via de andre rutene.

For Oslo-Trondheim ser transporttiden ut til å variere mindre og å være mer forutsigbare via E6 enn for ruten via RV3. På den annen side er gjennomsnitt transporttid lavere for RV3.

## Avslutning

Vi har med arbeidet i denne rapporten vist at det er betydelig variasjon i etterspørsel etter transport og transporttid for ulike transportmodi, samt for nærddistribusjon og hhv. innenriks og utenriks langtransport. Arbeidet viser at det er vanskelig å utføre konsistente analyser mellom transportmidlene, da ulik organisering av de ulike transportformene bidrar til at det er ulik grad av informasjon tilgjengelig. F eks er det for jernbane konkrete rutetider, mens det for sjøtransport er rutedager og lastebiltransport ikke har konkrete avgangstidspunkt, men tilpasser avgangene til når kunden har behov for transport. Dette har gjort det utfordrende å lage estimer som er konsistente på tvers av transportformer.

Vi har likevel fått vist at det er større variasjonskoeffisient i etterspørsel etter godstransport enn det er for transporttiden og at derfor usikkerhet i etterspørsel spiller en større rolle for bedriftens tilpasning når det gjelder usikkerhet enn det transporttid betyr. Dette siste er imidlertid ikke vist i denne rapporten, men i en rapport som dokumenterer modellen som er utviklet i dette prosjektet (Johansen et.al., 2018).

## Summary

# Variability of transport time and demand

TØI Report 1644/2019

Authors: Inger Beate Hovi, Guri Natalie Jordbakke, Daniel Ruben Pinchasik, Marit Killi og Eirik Auråen  
Oslo 2018 91 pages Norwegian

---

*This report presents an analysis of and attempts to quantify variability in freight transport. This includes demand for transport and transport time for different modes of transport, as well as for distribution and long-haulage transport. We find that there is higher variability in demand for transport than in transport time. The variability is also higher for transport time of near distribution than for long-haulage, and for long-haulage, the variability is higher for foreign compared to domestic transports. The results of this work are input to a conceptual model developed in the project, designed to analyse how uncertainty affects consignor's choice of transport.*

## Introduction

The SCALE project has as its main objective to develop a better understanding of the consignor's decisions regarding transport options under uncertainty. Within the project, a theoretical model for consignor's choice of means of transport (Minken and Johansen, 2018) has been prepared, where the main contribution to state of the art of current transport models is that the model takes uncertainty in lead time and demand into account.

This report documents the empirical basis for the model with regard to delays and variability in transport time for different modes of transportation, as well as examples of variability in transport demand. Implementation of the empirical data in the theoretical model is documented in a separate report (Johansen et al., 2018).

In this work, six different data sources are used to measure variability in transport and transport demand. All of these sources have strengths and weaknesses, and a challenge has been that data sources provide different information for the variables we seek to measure.

## Data sources

The analysis of variability in transport demand is based on the Norwegian commodity flow survey, that have information at shipment level about date and time of day of outbound transport. This is used as basis for analysis of variations in demand for transport during the day, week and year.

For rail, we have obtained data from the TIOS train operating system, for the years 2012-2015, from the Norwegian Railway Directorate. Statistics Norway's port statistics and AIS data for the years 2013-2015 form the basis for the analysis of variability for port calls. For road transport, the Norwegian Public Road Administration's (NPRA) travel time measurements for (shorter) stretches around the bigger cities in Norway are used as basis, while a smaller data set from Google Maps' API Distance Matrix has been used to illustrate variability in transport time at both shorter and longer distances. NPRA's travel time measurements do not differ between lorries and passenger cars and are only available for relatively short stretches associated with the major cities. While it is nearby to think that it is mainly on such shorter stretches into and out of cities there are delays, this lack makes it impossible to analyze variability over longer stretches. Data from Google Maps is therefore

used for longer stretches. Moreover, the observations in the data set are far fewer and less representative than the travel time measurements of NPRA. Therefore, this analysis must be considered more as examples of using data from Google Maps' API Distance Matrix than a representative analysis.

## **Demand for transport**

We have analyzed two cases and two stretches, respectively wholesale of clothes and grocery goods.

### **Oslo-Trondheim - Wholesale of clothing**

With regard to variation in demand for working days, it is throughout the year sending mostly on Monday and Tuesday and only marginal amounts in weekends. However, this pattern varies considerably from quarter to quarter.

Variation over the day is mostly concentrated around normal working hours, with a peak around 13-14, and are largely similar to the different business days. This is mainly true for all quarters, but Q3 (and, to a lesser extent, Q4) stands out with higher volumes before 13 on the day and greater proportion of outgoing shipments in the evening.

### **Oslo-Bergen - Wholesale of clothing**

Viewed in 2014, the largest freight volumes was sent in February, followed by September. Compared to the Oslo-Trondheim stretch, there is also significantly more variation over all the months. During the summer months, very little goods are shipped, probably due to lower activity in the summer holiday and seasonal clothes.

The distribution of the working day shows that Tuesdays is the day with the highest volumes, and that the distribution for the other business days are relatively equal. Also on this stretch, very little volumes is sent on Saturdays and Sundays, while the number of shipments is highest on Fridays. When it comes to the daily distribution of shipments and the number of tonnes sent, we also see that most of the shipments are sent within normal working hours with a peak around 13. This may indicate that the transport from Oslo to both Bergen and Trondheim largely is delivered "over the night". This daily distribution is relatively consistent from quarter to quarter, but with a somewhat larger spread in the quarters with highest amounts of goods shipped.

### **Oslo-Trondheim - Foods (specialized)**

Within this commodity group it is the first quarters and November that consists the highest cargo volumes. The months in which the least food is sent, is July, August and December. The low activity in the summer months is similar to the pattern we observed for wholesale trade in clothes. This can be explained by lower demand due to the summer vacation. The variation in the number of shipments appears to be somewhat less than the number of tonnes.

Friday is the day with the average highest number of tons, while Thursday has the highest amounts of shipments. There are fewer tonnes and shipments on Mondays, and there is no big differences between the number of shipments over the days.

For this segment it is even clearer than for clothes that mostly are shipped within the normal working hours (08-16). A similar breakdown per working day shows that Fridays have a peak earlier in the morning and less freight is shipped after 12. A possible reason for this may be that goods must be ready for delivery well in advance of the weekend as food is more dependent on the correct storage than for example clothes.



### **Oslo-Bergen - Foods (specialized)**

On this stretch most goods was sent in March, measured in tonnes, closely followed by September and November. Compared to the other cases, there seems to be higher variation during the year, and it is not as clear that summer has least tonnes, and end of the year have most. No months differ in terms of number of shipments.

Viewed throughout the year is Thursday the day with the most activity, but this pattern varies somewhat from quarter to quarter. Mondays and Fridays have the least amounts.

With regard to the distribution of tons over the day, it is also sent here most during normal working hours with local peaks a bit earlier in the day and almost no shipments after 16.

## **Railway**

The figures from TIOS (The Norwegian Railway Administration's rail operating system) show that 9,1 % of container trains was cancelled on average in the years 2012-2015, but does not distinguish between planned and unforeseen cancellations. The main reasons for the cancellations are damages and repairs after extreme weather, maintenance and improvements on track lines, insufficient landfills and slots that are systematically not used. Both the number and proportion of container trains have increased significantly throughout 2014 and 2015 and vary considerably between the lines. While the number of delayed trains has increased throughout the entire period on the Bergen track, the Dovre track had the highest amount of cancelled trains in 2012.

For all container trains, the delays have been reduced from an average of 13 minutes in 2012 to just over 11 minutes in 2015. For container trains to Trondheim, the number of delay minutes to the terminal was reduced to 1/3 from 2013 to 2015 (from 25 minutes to 9 minutes), while the number of delay minutes to the Bergen terminal increased significantly (from 9 minutes on average to 15 minutes) in the same period. Container arrivals at Alnabru has a small variation in average delays between 2012 and 2015, while the delays for border crossing trains are larger and varies more.

Regarding the variation in the arrival time, there is a significant decline in the spread of delays for Trondheim, while the Bergen terminal has had a significant increase. For Alnabru, there are only small variations in the spread of delays. For Bergen, delays appear to be lower on the last three business days at weekly basis for all four years, while for Alnabru, the spread in delays is quite similar over the four years and with a clear tendency that the variation in delays increases beyond the week.

## **Sea transport**

With access to base data from Statistics Norway's port statistics and AIS data, we have analyzed the variation at the time of arrival of container ships in port of Oslo for the years 2013-2015. The distribution of calls over the day is volatile, but with the most calls between 03 and 16. For 2015, the average arrival time in the port statistics and AIS data is at 11:20 and 10:00. This indicates a preference to early unloading, with the opportunity to redistribute the goods during the day. The breakdown over months shows great differences between the years: 2013 shows a relatively equal distribution of calls over the year, while 2014 shows significantly more calls for the period January-June, compared to July-December. By 2015, the number of calls in the latter part of the year is somewhat higher than in the first half of the year.

Regarding the allocation of calls over business days, most calls are early in the week, reducing at Wednesday and Thursday, and with few calls on Friday, Saturday and Sunday. This pattern corresponds to some of the results from the demand analysis.

We have analyzed variations and deviations from the average arrival time, since a ship call is scheduled to a specific day rather than a specific time of the day. Average hourly disturbances are around zero for all years, and apply to both port statistics and AIS data, but the deviation increases beyond the period and is highest in 2015. Deviation from 'routing days' are highest in 2015, in both data sources.

## **Road transport, local distribution**

Reliability of road transport is not only important for transport by truck, but truck is also included as distribution transport to/from ports and rail terminals. Reliability in intermodal transport chains is therefor also affected by unpredictable road transport. The challenge is that NPRA's travel time measurements do not differ between lorries and passenger cars and are only available for a limited number of relatively short stretches around the major cities in Norway. These data therefor only form the basis for an analysis of reliability in distribution to terminals or ports, and not for long-haul.

Based on NPRA's travel measurements data, we have analyzed various stretches in Oslo, Bergen and Trondheim. For Oslo, the delays, depending on the direction of transport, are highest in the morning and afternoon peak hours, with slight delays on weekends. Depending on the distance, the delays are on average lower in the summer than in the rest of the year. The variation in delays also varies over the year and is relatively large compared to transport time, indicating relatively high uncertainty. When it comes to day to day variation, there's little difference between Monday to Thursday, while for Fridays we cannot find an unique pattern. For Oslo, we find the coefficient of variation, i.e. the standard deviation of the average delays as ratio to the average transport time, to be between 44% and 54%. This means that the standard deviation seen over the year on average amounts to approx. half the normal travel time.

For Bergen average delays vary considerably throughout the year, without showing an unique pattern. Also, from day to day, there is some variation in delays, where Friday stands out with the highest delays out of Bergen and the slightest delays into Bergen. Variation coefficient for Bergen is somewhere between 11% and 23%, and is thus significantly lower than for Oslo.

For Trondheim, there are two major peaks in the morning and afternoon peak-hours, depending on the direction of the stretches we have seen. The variation in the standard deviation significantly follows the variation in average delays. For Trondheim there is relatively little variation in delays throughout the week and delays in the weekends are approximately the same level as the rest of the week, which was not the case for the routes in Oslo and Bergen. Also the variation in delays is relatively equal distributed throughout the week. This implies that on average, the uncertainty about transport times does not vary significantly from day to day. The coefficient of variation for Trondheim is 12% -16%, which is somewhat lower than for Oslo and Bergen.

## **Road transport, long-haulage**

In addition to the analysis based on NPRA's travel time measurements, we have used a data set from Google Maps API Distance Matrix, that also opens for analyzing longer stretches.

It should be noted that observations in the data set are far fewer and less representative than the travel time measurements of NPRA. This part of the analysis must therefore be considered as examples of using the data from Google rather than a representative analysis.

The data set shows that the variation measured in proportion of average transport time is more than 3 times higher for (shorter) domestic distribution distances than for domestic long-haulage. This is not overwhelming considering that a much larger share of the itinerary for domestic distribution is exposed to rush hour traffic.

Furthermore, it is worth noting that within the category of domestic distribution there are major differences in the proportion of variation. On the routes in Oslo, these values are above 30%, while the proportion in Bergen is around 15% on average, and is even smaller in the other cities. This is reasonable in accordance with NPRA's travel time measurements.

Furthermore, it appears that the variation measured in the proportion of transport times is about twice as high as for foreign long-haulage compared to domestic long-haulage. One possible explanation may be that this (partly) is due to delays related to border crossings.

More specifically, the average transport time varies for different route options between Oslo and Bergen and Trondheim. For Oslo-Bergen the routes via RV7 and RV52 have the lowest average transport time, while the average transport time is highest for the Haukeli route. There are also indications that transport time via E16 varies to a lesser degree than through the other routes.

For Oslo-Trondheim, the transport time seems to vary less and to be more predictable via E6 than for the route via RV3. On the other hand, average transport time is lower for RV3.

## **Conclusions**

With the work in this report, we have shown that there is considerable variation in demand for transport and transport time for different modes of transport, as well as for distribution and respectively domestic and foreign long-haulage. The work has also shown that it is difficult to carry out consistent analyzes between different means of transport, as different modes of transport are organized in different manners and contributes to different levels of information available. For example, rail have specific timetables, while shipping services have specific arrival days. Road transport do normally not have a specific departure time, but tailor the departures to when the customer needs transport. This differences made it challenging to make estimates for reliability that are consistent across modes.

Nevertheless, we have shown that there is a greater coefficient of variation in the demand for freight transport than it is for the transport time. Thereby uncertainty in demand plays a greater role in terms of uncertainty in the logistics costs than transport time. However, this latter is not shown in this report, but in the report that documents the model developed in this project (Johansen et al., 2018).



# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

I følge Nasjonal transportplan (NTP) 2017-2029 skal 30 % av godstransport på veg på distanser lenger enn 300 km overføres til sjø- og jernbanetransport innen planperiodens utløp. Målet er blant annet å redusere energibruk, klimagassutslipp og andre eksterne kostnader knyttet til ulykker, støy og kødannelse. Det er innført insentivordninger og gjort flere forsøk på å overføre gods fra vei til sjø og bane, men det gjenstår fortsatt viktige spørsmål rundt hvilke mekanismer som bestemmer avsenderens transportmiddelvalg.

## 1.2 Formål/hypoteser

Hovedformålet med prosjektet SCALE har vært å øke forståelsen rundt hvilke faktorer som påvirker avsenderens transportmiddelvalg, og hvordan interaksjonen mellom ulike avsenderne resulterer i en endelig transportmiddelfordeling. Det er særlig rettet fokus mot hvilken rolle usikkerhet og stordriftsfordeler spiller på valg av transportmiddel. Dette er analysert ved en generisk modell for den enkelte avsenders transportmiddelvalg, utviklet for prosjektet, og utformet for å kunne beregne effekten på transportmiddelfordelingen av ulike tiltak som bl a reduserer usikkerheten.

En viktig del av arbeidet har derfor vært å kvantifisere usikkerhet i transporttid for de ulike transportformer og usikkerhet i etterspørselen etter varer i de ulike bedrifter. Den største utfordringen har vært knyttet til å fremskaffe relevante data, slik at det har vært lagt ned arbeid i å tilveiebringe dette. Foreliggende rapport dokumenterer arbeidet med å fremskaffe informasjon om variabilitet i hhv. etterspørsel etter transporttjenester og framføringstid for ulike transportmodi innenfor godstransport.

Det er i arbeidet lagt vekt på å ta i bruk nye og alternative kilder til informasjon om variabilitet i transporttid, og der det foreligger mer enn en kilde er dette omtalt og sammenliknet i rapporten.

## 1.3 Avgrensning

Foreliggende rapport presenterer ikke den generiske modellen, dette gjøres i Johansen et al. (2018) og i Minken og Johansen (2018). I stedet er denne rapporten en dokumentasjon på innsamling av data for (1) variabilitet i etterspørsel for ett år og et utvalg av varegrupper og (2) ledetid og variabilitet i ledetid for vei, sjø og bane.. En viktig forutsetning i valget av transportmiddel er pålitelig transporttid og at godset kommer frem til avtalt tid. Forsinkelser vil gi variasjoner i ledetid, noe som fører til ekstrakostnader, uansett om disse er, eller ikke er hensyntatt i tilpasningen.

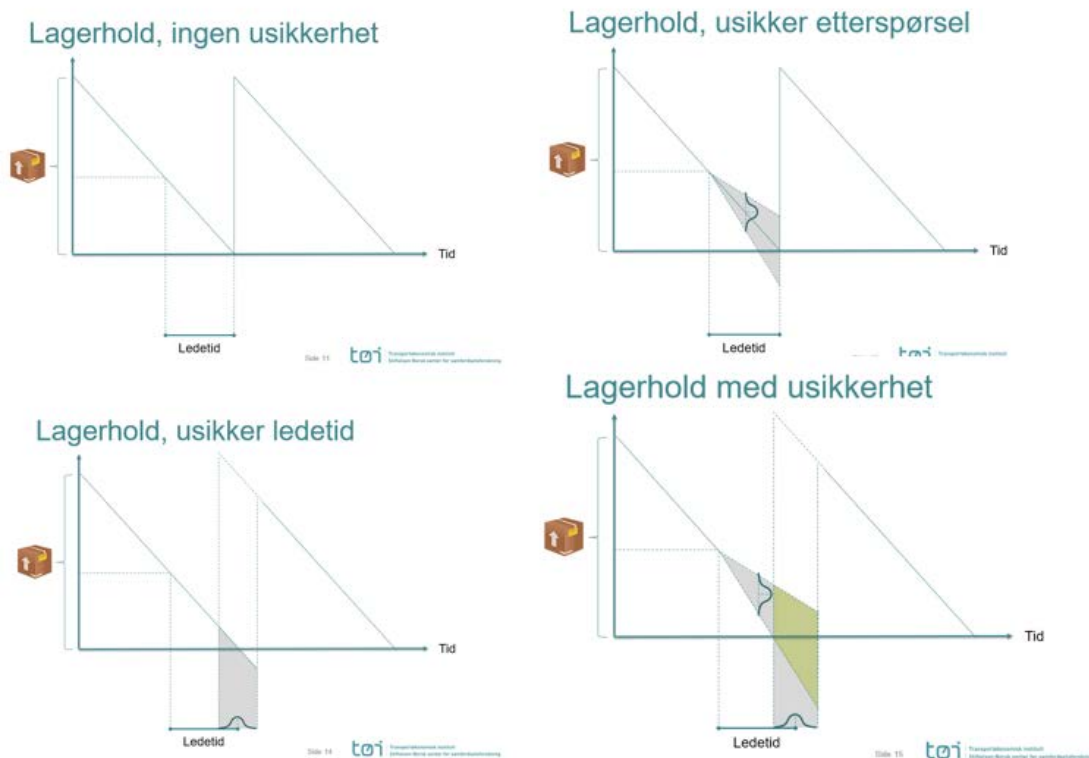
## **1.4 Rapportstruktur**

Resten av rapporten er disponert som følger: I kapittel 2 presenteres data og metode for beregningene. Kapittel 3 dokumenterer variabilitet i etterspørsel etter godstransport eksemplifisert for to varer og to strekninger. Kapittel 4 presenterer variabilitet i godstransport på jernbane, mens kapittel 5 og 6 presenterer tilsvarende for sjø og vegtransport. Avslutningsvis blir det i kapittel 7 trukket konklusjoner av hovedfunn og gitt en diskusjon av datagrunnlaget som ligger til grunn for analysene.

## 2 Teorigrunnlag, data og metode

### 2.1 Tilpasning under usikkerhet

Den statistiske utbredelsen av usikker etterspørsel i ledetiden er tatt opp i Hadley og Whitin (1963), Das (1976, 1983), Tyworth (1991, 1992), Namit og Chen (1999), Tyworth og Ganeshan (2000) Cobb (2013), Cobb et al (2013), Cobb et al (2015) og Wanke og Leiva (2015), blant andre. Vernimmen et al. (2008) gjennomgår denne litteraturen. Hadley og Whitin (1963) sin analyse presenterer en lagerholdsmodell både med og uten usikkerhet. De viser hvordan bedriftens tilpasning endres med usikker etterspørsel og usikker ledetid. Disse effektene er forsøkt visualisert i figur 2.1.



Figur 2.1: Lagerhold uten usikkerhet og med usikkerhet i etterspørsel og ledetid. Y-aksen viser ordrestørrelsen (i f.eks. kr, kg eller antall enheter). Fritt etter Hadley og Whitin (1963).

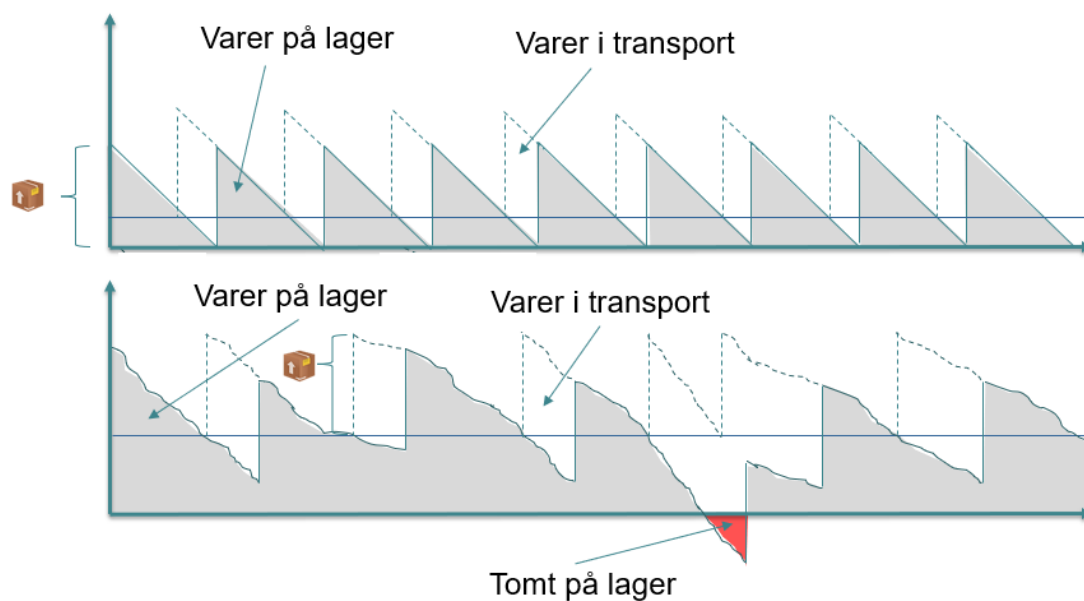
Figurens øvre kvadrant (til venstre) viser hvordan lageret fylles opp når en ny forsendelse ankommer for så å reduseres fram til neste leveranse. Høyden på kurven målt fra X-aksen tilsvarer ordrestørrelsen. Gjennomsnittlig lagerstørrelse er  $\frac{1}{2} * Q$ , der Q er ordrestørrelsen. Desto større ordrestørrelser, desto høyere blir lagerkostnadene. Helningen på kurven indikerer: hvor fort lageret tømmes, og er bestemt av etterspørselen Uten usikkerhet

kjenner bedriften ledetiden<sup>1</sup>. De kan velge det optimale ordrepunktet, som gjør at de aldri går tom for varer på lager.

Fra en ny forsendelse er bestilt kan etterspørselen være høyere eller lavere enn forventet. Lav etterspørsel gjør at lageret tømmes sakte og at bedriften har varer igjen på lageret når ny leveranse ankommer, mens høy etterspørsel gir mulighet for å gå tom på lager før leveransen ankommer. For å kompensere for dette vil bedriften ha et høyere lagerhold enn den ellers ville hatt. Dette kaller vi for sikkerhetslager. Uten usikkerhet vil bedriften ikke ha behov for sikkerhetslager.

Usikkerhet i ledetiden gjør også at bedriften har en risiko for å gå tom for varer på lager før ny leveranse ankommer. Med usikkerhet i både etterspørsel og ledetid er alle punktene innenfor det grønne arealet i figurens nedre kvadrant mulig. Dersom beslutningstakeren har kjennskap til disse to fordelingene, vet innkjøperen hvor i det grønne arealet det er sannsynlig å havne. Det er dette elementet som inngår som nytt i transportmodellsammenheng, og som er forsøkt modellert i SCALE.

Usikker etterspørsel medfører at det er variasjon i hvor fort lageret tømmes, mens usikker ledetid medfører at det er variasjon i hvor lang tid det tar før leveransen kommer frem. Bedriften vil sannsynligvis velge høyere ordrepunkt, men med en viss risiko for å både ha varer igjen på lager (medfører økte logistikkostnader) eller gå tom på lager (medfører at bedriften pådrar seg mankokostnader). Dette er illustrert i figur 2.2.



Figur 2.2: Illustrasjon av ordrefrekvens, ordrepunkt lagerbeholdning og varer i transport vi en situasjon uten usikkerhet (øvre del av figur) og med usikkerhet (nedre del av figuren).

Figur 2.2 illustrerer hvordan ordrepunktet i en situasjon med *kjent etterspørsel og ledetid*, slår inn på nøyaktig det tidspunktet der leveransen ankommer når varelageret er tomt. Dersom bedriften står overfor usikkerhet i etterspørsel og/eller ledetid vil lagerbeholdningen kunne bygge seg opp, samtidig som bedriften vil påløpe en risiko for at bedriften går tom for varer på lager. Så lenge varer er under transport er de ikke tilgjengelige for bedriften eller

<sup>1</sup> Ledetiden tilsvarer tiden fra en ordre mottas til leveringen (av produktene) er fulltallig levert.



bedriftens kunder. Bedriften vil mest sannsynlig velge ordrepunkt slik at forventede mankokostnader balanseres mot økte lagerkostnader.

Bedrifter gjør som regel tilpasninger for å sikre seg mot konsekvensene av forsinkelser og uventede hendelser i transport, i form av et sikkerhetslager, som er utformet for å opprettholde et optimalt servicenivå. Hva dette nivået er, vil være resultatet av minimering av alle relevante logistikkostnader. Et politisk tiltak som reduserer forventet transporttid eller usikkerhet i transporten, vil gjøre det mulig for bedrifter å redusere sine sikkerhetslagre for et gitt servicenivå, eller for å forbedre servicenivået for et gitt nivå på sikkerhetslageret. Slik kan infrastrukturtiltak bidra til å øke økonomisk effektivitet. I tillegg vil det medføre kostnadsbesparelser fordi en gitt bilpark kan utføre flere transportoppdrag per dag. Pålitelighetsforbedringer vil også bidra til å redusere planlagt slakk mellom jobbene.

## 2.2 Mål på usikkerhet

Hovedfokuset i denne rapporten er å vise fordelingen og variasjon i etterspørsel og transporttid, i form av ankomsttidspunkt eller transporttid. For å måle variasjonen kan man velge å benytte seg av ulike spredningsmål, som bl.a. varians, variansbredde, standardavvik, variasjonskoeffisient (relativt standardavvik) eller kvartiler<sup>2</sup>.

Når det gjelder variasjon i transporttid argumenterer Fosgerau & Engelson (2011) for å bruke varians i stedet for standardavvik. Fordelen med å bruke varians er at den, i motsetning til standardavviket, kan summeres til total varians dersom flere transportmidler benyttes i en transportkjede. Gitt at variansen i de ulike etappene er uavhengig av hverandre (kovarians lik null), muliggjør denne tilnærmingen å addere variansen i de ulike transportetappene for så å finne variansen for hele transportkjeden. Denne egenskapen er ønskelig når en videre skal se på de totale transportkostnadene i en transportkjede med flere transportmidler.

Ulempen med å bruke varians er at det ikke er et like intuitivt mål som standardavviket. Variansen måles i kvadrerte enheter, mens standardavviket måles i samme enhet som gjennomsnittet. Standardavviket kan derfor brukes til å beregne variasjonskoeffisienten for å si noe om hvor stor variasjonen er i prosent av gjennomsnittlig transporttid.

Det er verdt å merke at selv om Fosgerau & Engelson (2011) argumenterer for å bruke varians, understreker de også at valget av måten en måler variabiliteten på bør bestemmes ut ifra bekreftelse fra observerte data og ikke enkelhets skyld.

En metode som kan brukes ved anvendelse av standardavvik er «tre sigma», en metode som bl.a. brukes av Haram (2016) i analyse av skipenes «anløp i forhold til rutetabell». Denne metoden baserer seg på verdien på standardavviket for å si noe om hvor mye av datasettet som ligger innenfor et intervall. «Tre sigma»-metoden forutsetter at datasettet er tilnærmet normalfordelt, noe som etter sentralgrenseteoremet i de fleste tilfeller vil være en rimelig antakelse, dersom størrelsen på datasettet er stort nok.

«Tre sigma»-metoden forteller oss at, dersom man lager et intervall på +/- tre standardavvik ( $\sigma$ ) om forventningsverdien ( $\mu$ ), så vil intervallet inneholde 99,7% av observasjonene. Tilsvarende vil et intervall med bredde +/- to standardavvik inneholde

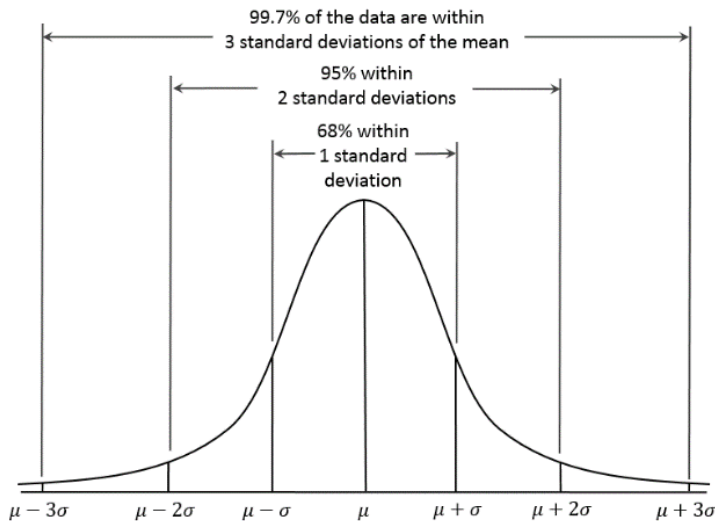
<sup>2</sup> Varians er det forventede kvadratiske avviket fra gjennomsnittet, standardavviket tolkes som forventet avvik fra gjennomsnittet eller hvor mye datasettet varierer rundt snittet. Variansbredden er forskjellen mellom maksimum og minimum observasjon. Variasjonskoeffisienten eller relativt standardavvik er standardavviket dividert på gjennomsnittet, altså hvor mange prosent av gjennomsnittet standardavviket er.

95% av observasjonene i en normalfordeling, mens intervaller med bredde +/- ett standardavvik vil inneholde 68% av observasjonene i en normalfordeling. Dette illustreres i figur 2.3 og kan oppsummeres slik:

$$p(\mu - \sigma \leq x \leq \mu + \sigma) \approx 0,6827$$

$$p(\mu - 2\sigma \leq x \leq \mu + 2\sigma) \approx 0,9545$$

$$p(\mu - 3\sigma \leq x \leq \mu + 3\sigma) \approx 0,9973$$



Figur 2.3: Illustrasjon av «Tre sigma»-metoden.

Det er imidlertid viktig å påpeke at diskusjonen over er teoretisk, og at datasett i praksis ikke nødvendigvis vil være (helt) normalfordelte. Likevel vil «tre sigma»-metoden kunne brukes for å skaffe seg et bilde av hvordan datasettet fordeler seg.

For å illustrere variasjon i rutetider blir det i denne rapporten tidvis også brukt såkalte Whisker-Boxes. Mens kvartiler deler datasettene i 4 deler, illustrerer Whisker-Boxes variasjonen ved å rapportere median og kvartilene 25-50% og 50-75%. Når variasjonen i dataene endres, vil boksene i Whisker-Boxes øke. I slike figurer rapporteres det også maksimum og minimum, noe som illustrerer variasjonsbredden i datasettene.

## 2.3 Datagrunnlag

### 2.3.1 Innledning

I denne studien vil vi, i tillegg til variasjon i transportetterspørsel, se på variasjon i transporttid for tog, skip, og lastebil. Det finnes i dag ingen enkelt kilde som kan belyse alle disse forholdene. Vi har derfor i denne analysen forholdt oss til seks ulike datakilder, en for jernbanetransport, to for både skipstransport og vegtransport, og en for variasjon i transportetterspørselen. Kildene har ulik karakter, noe som gjør at vi må tilpasse metoden for hver transportform, for å analysere variasjonen i transporttid og etterspørsel.

Analysenes tilnærminger vil av den grunn være noe forskjellige. I dette kapitlet presenterer vi disse datakilder og metoder hver for seg.

Ettersom ett av elementene i logistikkminimeringsproblemet er usikkerhet i ledetid, har vi i denne rapporten spesielt sett på usikkerhet knyttet til transporttid for jernbane- og sjøtransport. I en transportkjede med tog eller skip vil imidlertid nesten alltid vegtransport

også være en del av kjeden, da en som regel har lastebiltransport i hver ende. For eksempel vil transport fra Alnabru til Nygårdstangen i Bergen, være avhengig av vegtransport til jernbaneterminalen på Alnabru og vegtransport for videre distribusjon til destinasjon ved ankomst Bergen. For veitransport vil vi derfor fokusere på variabilitet i transporttid for tilbringertransport til og fra terminaler, men vi belyser også variabilitet på lengre strekninger der det er konkurranse med skip og jernbane.

### 2.3.2 Etterspørsel etter transport

For å analysere variasjon i etterspørsel etter transport har vi i denne rapporten benyttet grunnlagsdata fra SSBs varetransportundersøkelsen (VTU). Denne varetransportundersøkelsen har 2014 som basisår, og består av en utvalgsundersøkelse om innenriksforsendelser blant virksomheter innenfor næringene bergverk og utvinning, industri, engroshandel og gjenvinning, samt et tilleggsutvalg for de 6-7 største samlastere og speditører i Norge. Bl.a. inkluderer dette alle transportoppdrag utført av de største samlastere og speditører i Norge, som Bring, DB Schenker, Kühne-Nagel, DHL, NorLines, PostNord, Freja og DSV Road. Varetransportundersøkelsen gir informasjon på enkeltsendingsnivå, og variabler som er relevant til denne rapporten er f.eks. sendingstidspunkt, varemengde, avsendersted, mottakersted og næring. I analysen er det fraktberegningsvekt og ikke reell vekt som ligger til grunn. Informasjon om klokkeslett for utgående transport er kun tilgjengelig for samlasterne. Når det gjelder næring gir datasettet oss informasjon om næringskode (NACE-kode) på et svært detaljert nivå (5-sifre). Kombinert med informasjon om postnummer til både avsender og mottaker gir dette oss et rikt og detaljert datasett, til tross for at VTUen også har en rekke utfordringer (se f.eks. Hovi, Pinchasik, Auråen og Natvig, 2016) eller Hovi (2018).

Varetransportundersøkelsen inneholder altså innenriksforsendelser for hele Norge for 2014. Da vi i denne rapporten vil begrense oss til et antall strekninger og case (se seksjon 3.2), vil kun en del av datasettet anvendes her.

Ved å bruke VTUen i denne analysen antar vi at variasjon i forsendelser over tid kan brukes til å måle variasjon i etterspørselen. Dette er en ikke helt urimelig antagelse fordi over en lengre periode (som her er ett år), bør det være samsvar mellom hvor mye sendingsstørrelse og etterspørsel varierer. Ved å bruke variasjon i sendingstidspunkt som en proxy for variasjon i generell etterspørsel kan en stå i fare for å fange opp variasjon i ruteplaner for samlasterne, snarere enn etterspørsel. Dersom rutetidene er et resultat av etterspørsel, vil det ikke være en utfordring med denne tilnærmingen.

### 2.3.3 Tog

For togtransport har vi i analysen tatt utgangspunkt i data fra togoperativsystemet, TIOS. Disse dataene dekker (innenriksdelen av) alle togbevegelser. Vi har benyttet informasjon fra TIOS om godstog i Norge i perioden 2012-2015. Dette gir informasjon om hvilke tog som er innstilte, planlagte start- og endepunkt og klokkeslett på start- og endestasjon med både planlagte og faktiske tider. I tillegg blir hver togavgang registrert som enten gjennomført (N), delinnstilt (P) eller helinnstilt (Y). Når det gjelder togavganger som er registrert som delinnstilt, gjelder dette ofte feil i data, mens det i andre tilfeller kan være at en avgang rutes om og får nytt tognummer underveis. Bare en sjelden gang skyldes det havari. Nesten uten unntak er det turer mellom Norge og Sverige i 2015 at det er registrert delinnstilte tog.

### 2.3.4 Skip

Analysegrunnlaget for sjøtransport er basert på hhv AIS-data og grunnlagsdata fra SSBs kvartalsvise Havnestatistikk, begge for årene 2013-2015. AIS er et automatisk identifikasjonssystem som er innført av IMO, sjøfartsorganisasjonen til FN, for å øke tryggheten for skip og miljø, og forbedre trafikkovervåkingen og sjøtrafikktenester. Fartøy over 300 bruttotonn, og/eller fartøy som fører farlig eller forurensende last er pålagt å ha en AIS-transponder ombord. AIS inkluderer en tracking av skipsseilaser. Basert på dette grunnlaget har Kystverket etablert en anløpsdatabase, der de har definert polygoner rundt ulike havneavsnitt. Alle skipspasseringer av en viss varighet innenfor polygonene, regnes som anløp.

De største havnene i Norge er pålagt å registrere spesifikke data fra deres havn, og sende inn dette til SSB kvartalsvis eller årlig. SSB setter dataene sammen til et felles datasett, som utgjør grunnlaget for kvartalsvis Havnestatistikk. De ulike havnene bruker ulike fagsystemer (IT-systemer for administrasjon og håndtering av havnedrift) for registrering av data. Det mest brukte systemet er Seamless (Portwin), mens andre fagsystemer som også brukes, er Import og Amesto. De ulike fagsystemene benytter informasjon fra hhv ulike skipsregistre, opplysninger fra havnebrukerne (speditører, skipsmeglere og rederier), opplysninger fra Maritime Single Window sin plattform, mens noe data registreres manuelt.

I denne rapporten fokuserer vi på ett case, som inneholder transport med containerskip til/fra Oslo havn (se seksjon 5.2). Før analysen er det derfor gjort en filtrering etter kategorien containerskip og området Oslo. I tillegg ble dataene sortert etter dato og så på identifikasjonsnummer (MMSI<sup>3</sup>- eller IMO<sup>4</sup>-nummer), for å få hvert enkelt skip samlet etter tidspunkt. Ut ifra dette summerte vi antall anløp hvert skip hadde i løpet av året. I den videre analysen fjernet vi skip med færre enn 20 anløp i løpet av et år, ettersom disse skip i mindre grad antas å være rutegående eller/og ville hatt for få observasjoner til å kunne si om skipet avviker fra sin «rutetid». Videre ekskluderte vi skip som viste 5 eller færre dager mellom hvert anløp. Ved å inkludere disse ville vi stått i fare for en del dobbelttelling siden anløp i noen tilfeller registreres som flere anløp, avhengig av hensikten med anløpet. Et skip kan eksempelvis bli registrert med 3 anløp for hhv lossing, lasting og bunkring.

For analysen av variasjon i og avvik fra rutetid, er også anløp med mer enn 10 dagers mellomrom sortert vekk. I en del tilfeller ble det oppdaget at det ble brukt unormalt lang tid mellom hvert anløp, fra dobbelt så lang tid som vanlig, og opp til flere måneder mellom hvert anløp. For at disse ekstremverdiene ikke skulle påvirke resultatene, ble disse utelatt fra beregningene. Dette er i tråd med Haram (2016), som i sin punktlighetsanalyse bl.a. fant ut at i 83% av tilfellene (90% i Oslo) var det et tilsvarende anløp uken før for samme havn og samme rute. Grunnen til at denne verdien ikke lå rundt 100% er at shippingselskapene til tider bytter skip på rutene, eller endrer hele ruten etter for eksempel sesong. Basert på Haram sine funn bør det derfor være rimelig å anta at ekstremverdiene som vi oppdaget i denne analysen skyldes slike tilfeller. En annen forklaring kan være at datasettene ikke har registrert samtlige anløp, noe som gir en ytterligere grunn til å se bort fra disse observasjonene.

For gjenstående data ble det sett på fordeling over tid, herunder over måneder og virkedager. Det er også sett på variasjon i selve anløpstidspunktet over døgnet. I tillegg er det beregnet antall timer mellom anløp, da dette kan si noe om hvilke skip som tilsynelatende gikk i rute. Analysen inkluderer også variasjon i og fordeling av avvik fra antatt rutetid målt i antall timer, der antatt rutetid er basert på den gjennomsnittlige

---

<sup>3</sup> Maritime Mobile Service Identities

<sup>4</sup> International Maritime Organization

anløpstiden. Denne tilnærmingen er i tråd med Haram (2016). Årsaken til at man er nødt til å anvende gjennomsnittlig anløpstidspunkt per skip, er at rutetiden for containerskip gjerne er fastsatt til en virkedag snarere enn et tidspunkt på dagen, slik det er for jernbanetransport.

### 2.3.5 Vegtransport

Vegtransport blir i denne rapporten i første omgang diskutert som tilbringertransport for tog- og sjøtransport. På lengre distanser har lastebil større fleksibilitet og mulighet for omkjøring enn jernbanetransport. Likevel konfronteres også lastebiler med forsinkelser, f.eks. som følge av kø, ulykker, eller stenginger.

For å se på variasjoner i transporttid for lastebil har vi hatt tilgang til data fra Statens vegvesen (SVV) sine reisetidsmålinger for ettårsperioden 01.05.15 – 30.04.2016. Disse reisetidsmålingene er basert på autosyspasseringer på ulike strekninger og registrerer all trafikk som passerer ulike antenner, og er tilgjengelig både med 5-minutters og 60-minutters intervaller. Datasettet inneholder informasjon om måletidspunkt, reell reisetid, normal reisetid, forsinkelse, antall kjøretøyregistreringer innenfor et tidsintervall, strekningslengde, og kjøretøyets hastighet mellom målepunktene. En ulempe, spesielt til analyseformålene i denne rapporten, er at vi ikke kan skille mellom personbiler og godsbiler. De største forsinkelsene opptrer derfor i rushtiden. Trafikktelling viser likevel at lastebiler ofte prøver å unngå å kjøre i rushtiden, slik at forsinkelser for godstransport kan være mindre enn analysene basert på dette datagrunnlaget antyder. En annen ulempe er at disse reisetidsmålingene kun danner tall for relativt korte strekninger, mens vi også er interessert i forsinkelser på lengre strekninger.

Vi har derfor i tillegg til Statens vegvesen sine reisetidsmålinger, hentet ut informasjon om reisetiddata gjennom Google Maps sin API Distance Matrix. Reisetidene i denne matrisen er basert på både historiske trafikkdata og sanntidsdata. I tillegg gir matrisen tre ulike reisetider på samme rute; hhv ett pessimistisk-, «best guess»- og optimistisk estimat. For utvalgte strekninger (se seksjon 6.2) er det gjort uttrekk av reisetider med avreisetidspunkt kl. 08.00, 12.00 og 16.00 mandag, onsdag og fredag. Uttrekkene er gjort tett opp til avreisetidspunktene slik at sanntidsdataen skal bli tatt mest mulig i betraktning. Videre er det trukket ut tider ved alle tre trafikkmodellene (pessimistisk, «best guess», optimistisk). Dette resulterer i 27 reisetider på hver analyserte strekning, som er langt færre og mindre representative enn reisetidsmålingene til SVV. Denne analysen må derfor mer regnes som eksempler på anvendelse av dataene fra Google, enn en representativ analyse.

## 3 Variabilitet i etterspørsel etter transport

### 3.1 Innledning

I dette kapitlet tar vi for oss en analyse av variasjon i etterspørsel etter transport på strekninger der en har tilgang til å benytte seg av flere transportmiddel. Vi har tilgang til grunnlagsdata fra SSBs varetransportundersøkelse fra 2014 (VTU 2014), som inneholder data om innenriks varestrømmer, inkludert informasjon om avgangstidspunkt for hver enkelte sending. Dataene brukes til å analysere case (strekninger og varegrupper) som har konkurranse mellom transportmidlene. I Hovi og Grønland (2011) blir konkurranseflater mellom transportmidler definert som:

*«Konkurranseflater i godstransport er kjennetegnet ved at transportbrukerne har alternative transporttilbud ut fra fysisk tilgjengelighet, kostnad og kvalitet på transporten».*

For å sørge for at både jernbane og vegtransport er reelle alternativ, har vi til analysen i dette kapitlet valgt ut de to største innenriks langdistansestrekningene, målt i fraktet godsvolum; Oslo - Trondheim og Oslo - Bergen. For disse strekninger har vi, som vil forklares i følgende delkapittel, fokusert på transport innenfor segmentene «engroshandel med klær» og «næringsmidler». Til sammen illustrerer vi variabilitet i etterspørsel for fire case; to strekninger per vare. I tillegg vil vi kunne illustrere om variasjonen i etterspørselen er konsistent over ulike strekninger og ulike varegrupper.

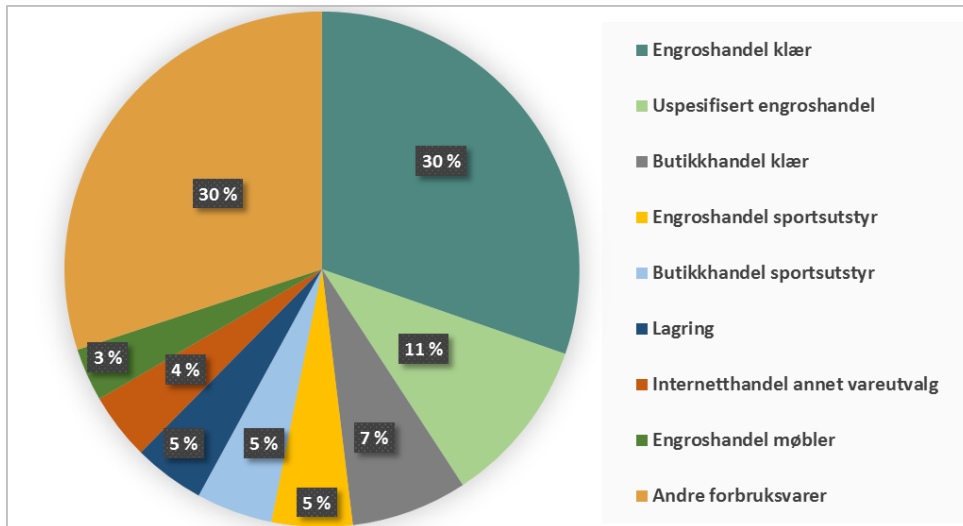
### 3.2 Valg av strekninger og case

#### 3.2.1 Transport av klær

Ettersom resultatene av våre analyser skal anvendes i en modell om transportkjøpers transportmiddelvalg, fokuserer vi i dette kapitlet på case der det eksisterer en reell konkurranseflate mellom ulike transportmidler. Innenriks er det jernbane som har den største konkurranseflaten til vegtransport, og for disse transportmidlene er det forbruksvarer som anses å ha den største konkurranseflaten for innenriks godstransport.

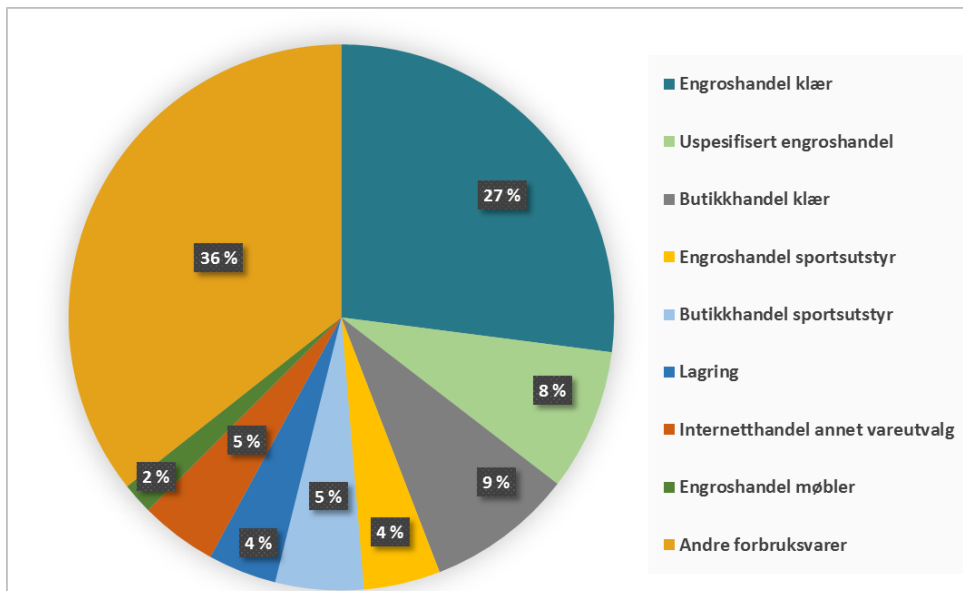
Gitt at de største konkurranseflatene finnes på lengre strekninger har vi valgt å fokusere på strekningene Oslo - Trondheim og Oslo - Bergen. Siden det er stor retningsubalanse og Oslo har en mye større leveransefunksjon for resten av landet enn både Trondheim og Bergen, er det sett på transporter *fra* Oslo. Det vil si at vi primært analyserer variabilitet i etterspørselen i Trondheim og Bergen.

Figur 3.1 viser at det i 2014 var «engroshandel med klær» og «andre forbruksvarer» som på strekningen Oslo – Trondheim stod for de største transportmengdene i 2014. En årsak til at klær har en så høy andel kan være at det i VTUen tas utgangspunkt i fraktberegningsvekt, istedenfor reell vekt. Ettersom «andre forbruksvarer» er en samlepost for varegrupper som individuelt sett står for <3% av transporterte mengder, og består av 52 individuelle 5-sifrede næringskoder, fokuserer vi i vår analyse på «engroshandel med klær».



Figur 3.1: Fordeling av varetyper innenfor forbruksvarer sendt fra Oslo til Trondheim i 2014.

Figur 3.2 viser en tilsvarende fordeling for strekningen Oslo – Bergen.

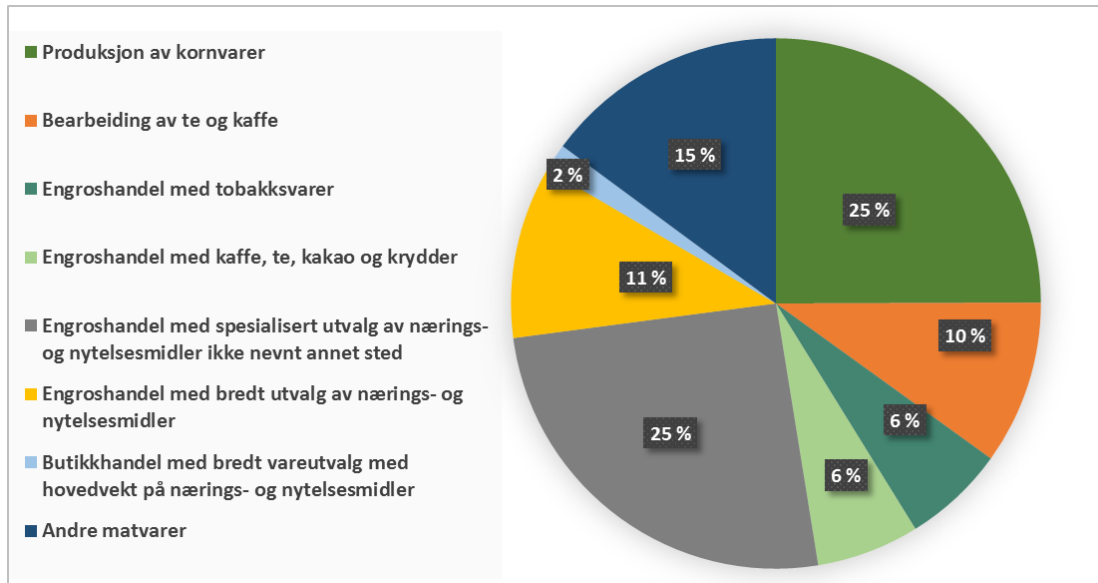


Figur 3.2: Fordeling av varetyper innenfor forbruksvarer sendt fra Oslo til Bergen i 2014.

Det framkommer av figuren at også på strekningen Oslo - Bergen er det engroshandel med klær som er den største individuelle varegruppen målt i tonn transportert i 2014. Sammenliknet med strekningen Oslo - Trondheim er andelen «andre forbruksvarer» noe høyere, mens engroshandel med klær er noe mindre (3 prosentpoeng).

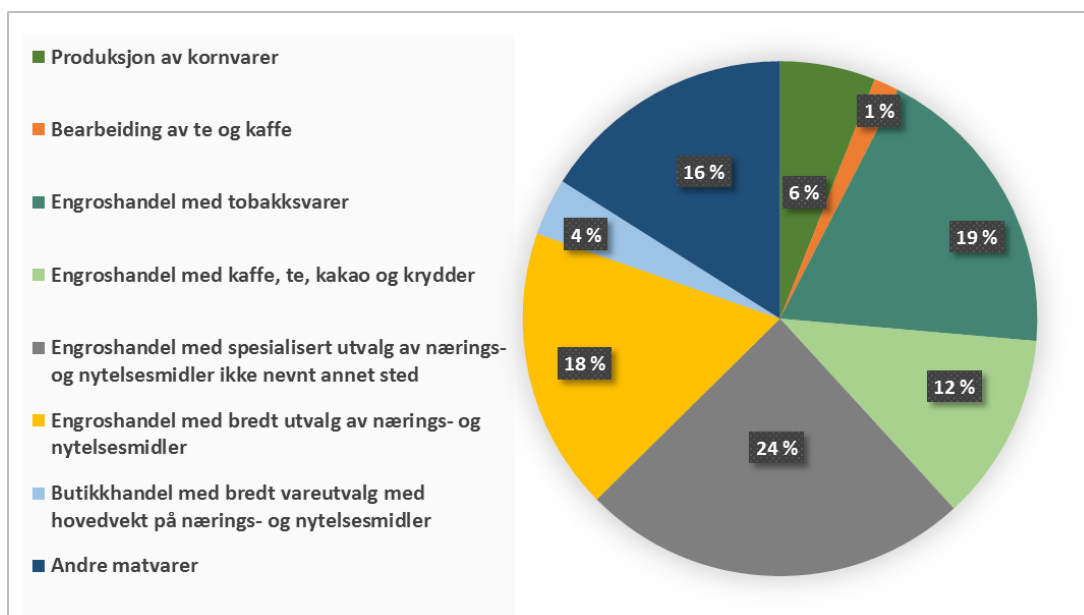
### 3.2.2 Transport av næringsmidler

I forrige avsnitt har vi begrunnet hvorfor vi vil se på transport av klær. Transport av klær er imidlertid i mindre grad tidskritisk, noe som betyr at klær i liten grad mister sin verdi dersom transporten tar lang tid. Vi har for de samme strekningene derfor også valgt å se på en mer tidskritisk varegruppe; næringsmidler. For strekningen Oslo - Trondheim viser figur 3.3 en fordeling av transporterte mengder innenfor denne varegruppen.



Figur 3.3: Fordeling av varettyper innenfor næringsmidler sendt fra Oslo til Trondheim i 2014.

Det framkommer av figuren at det er «produksjon av kornvarer» og «engroshandel med spesialisert utvalg av nærings- og nytelsesmidler ikke nevnt annet sted» (heretter nevnt engros med næringsmidler) som står for den største delen av transporten. En tilsvarende fordeling for strekningen Oslo - Bergen vises i figur 3.4.



Figur 3.4: Fordeling av varettyper innenfor næringsmidler sendt fra Oslo til Bergen i 2014.

På denne strekningen står engros med spesialisert utvalg av næringsmidler for den største andelen av næringsmidler i 2014. Det er derfor denne varegruppen vi har valgt å se videre på i denne rapporten.



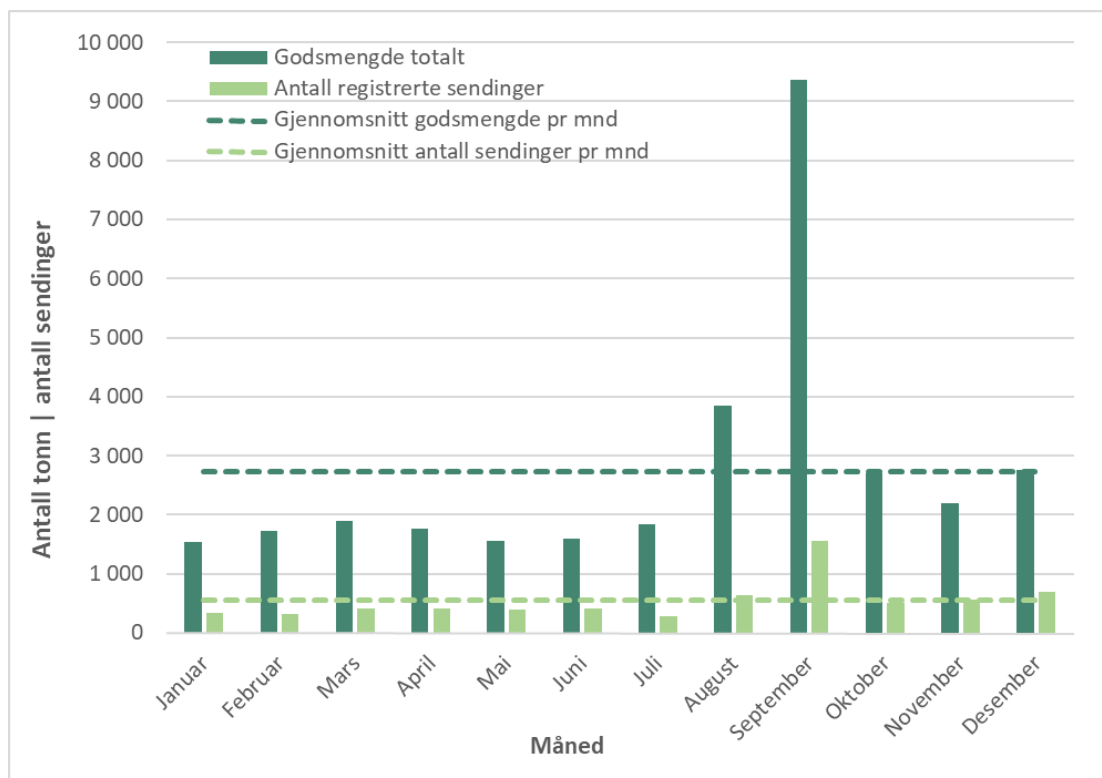
### 3.3 Transport av klær

Som del av vår analyse er vi interessert i å se på variasjon i etterspørsel over tid. I dette kapitlet ser vi derfor på variasjon over måneder, virkedager og døgn (per time). Det er verdt å merke seg at gjennomsnittstall per time ikke vil summere seg til dag, og at gjennomsnittstall per dag ikke vil summere seg til månedstall. Dette skyldes at det ikke er hensyntatt at det er tidspunkt (timer og dager) der det ikke er registrerte sendinger.

#### 3.3.1 Oslo-Trondheim

##### Variasjon over måneder

For å undersøke om det er sesongvariasjon i etterspørsel etter transport ser vi i første omgang på variasjon over måneder. Figur 3.5 viser fordelingen av godsmengde (tonn) og antall sendinger fra Oslo til Trondheim over måneder i 2014, med gjennomsnittlig godsmengde og antall sendinger per måned markert med stiplede linjer.



Figur 3.5: Gj.sn. antall tonn og sendinger pr måned i 2014, strekning Oslo-Trondheim. Engrosandel med klær.

I figuren skiller månedene august og september seg ut med større godsmengder og høyere antall sendinger. Økningen i antall sendinger ser ikke ut til å være proporsjonal med mengdeøkningen. Dette tyder på at mengdeøkningen ikke bare dekkes av flere sendinger, men også av at gjennomsnittsstørrelsen på sendingene øker. Om dette innebærer økt fyllingsgrad i transporten fremkommer imidlertid ikke av dataene.

Økt transportmengde i disse månedene kan ha flere årsaker, som bl.a. tyngre/større klær til vintersesongen og oppbygning av lagre til julehandelen. Særlig september, som står for 29 % av den totale godsmengden, bidrar stort til å trekke opp årsgjennomsnittet, og 3. kvartal utgjør hele 46% av varemengden sendt i 2014.

Tabell 3.1 oppsummerer informasjon om transporterte godsmengder og antall sendinger innenfor engroshandel med klær pr måned, i retning Oslo til Trondheim.

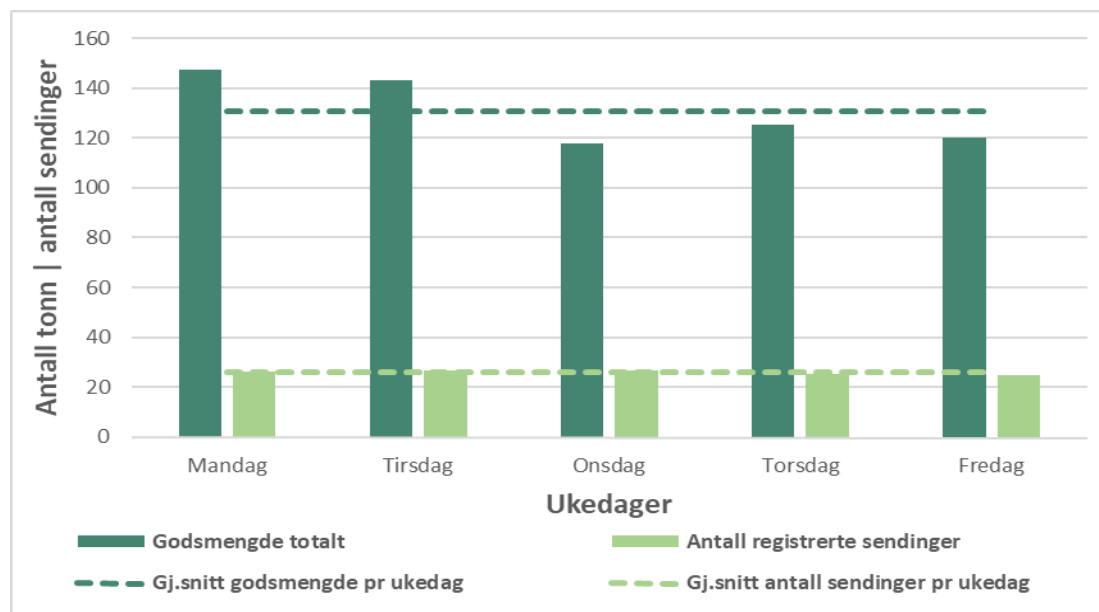
Tabell 3.1: *Summarisk statistikk for godsmengde i tonn og antall sendinger på strekning Oslo-Trondheim, fordelt over måneder i 2014. Engroshandel med klær.*

	Godsmengde i tonn	Antall sendinger
Gjennomsnitt	2 731	543
Standardavvik	2 195	345
Relativt standardavvik	80%	64%
Max	9 360	1 563
	September	September
Min	1 540	287
	Januar	Juli
N (antall)	32 770	6 784

Tabellen viser at september er den måneden med både flest tonn og flest antall sendinger, at januar er måneden der det fraktes færrest tonn, og at juli er måneden med færrest sendinger. Videre er det større variasjon i tonnmengde enn i antall sendinger, med relative<sup>5</sup> standardavvik på henholdsvis 80% og 64%.

### Variasjon over virkedager

I tillegg til variasjoner over måned og sesong kan også variasjonen mellom virkedager være av interesse for å identifisere om noen virkedager har større etterspørsel enn andre. Ved å analysere variasjon over virkedager vil man kunne fange opp en eventuell rutetidseffekt; ankommer det f.eks. mer gods i starten av eller senere i uken. Figur 3.6 viser fordelingen av gjennomsnittlig godsmengde og gjennomsnittlig antall sendinger over virkedagene for 2014, samt respektive gjennomsnitt over alle virkedager.



Figur 3.6: *Gj.sn. antall tonn og sendinger pr virkedag i 2014, strekning Oslo-Trondheim. Engroshandel med klær.*

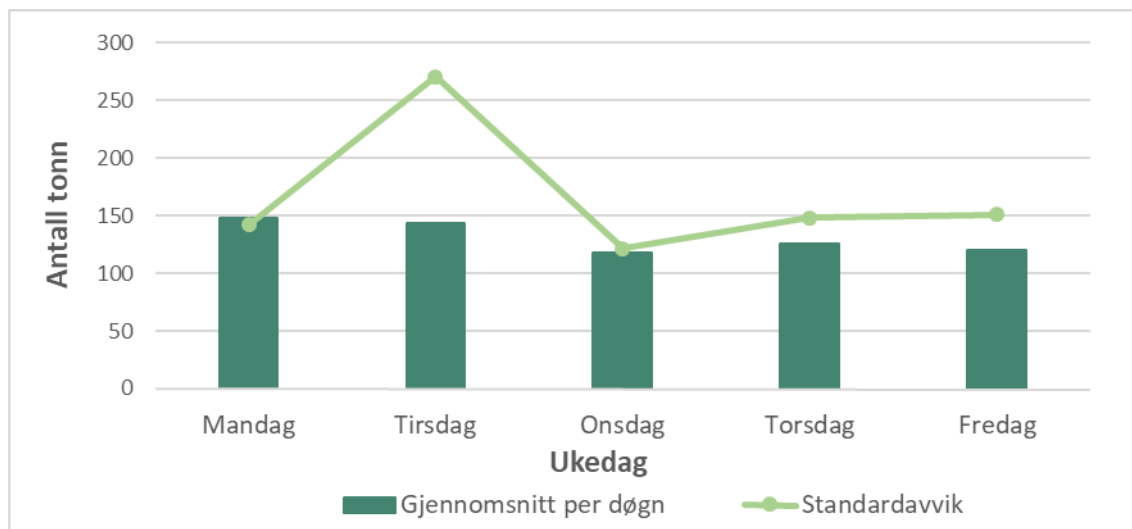
<sup>5</sup> Standardavviket delt med gjennomsnittet.

Figuren viser at det er mandag og tirsdag det blir sendt størst mengder med klær, mens tabell 3.2 viser at tirsdag er dagen med flest antall sendinger. Ettersom det blir sendt marginalt med gods, målt i tonn, på lørdager og søndager, er disse dagene utelatt i fordelingen over virkedager. En eventuell rutetidseffekt vil kunne tenkes å komme til uttrykk via antall sendinger, men her er det ingen av dagene som skiller seg spesielt ut, da antall sendinger ligger relativt stabilt mandag-fredag. En forklaring på dette kan være at det er daglige avganger, slik at en eventuell rutetidseffekt vil kunne komme fram når en ser på fordelingen over døgnet, snarere enn fordelingen over virkedager.

Tabell 3.2: Summarisk statistikk for godsmengde i tonn og antall sendinger på strekning Oslo-Trondheim, fordelt over virkedag i 2014. Engroshandel med klær.

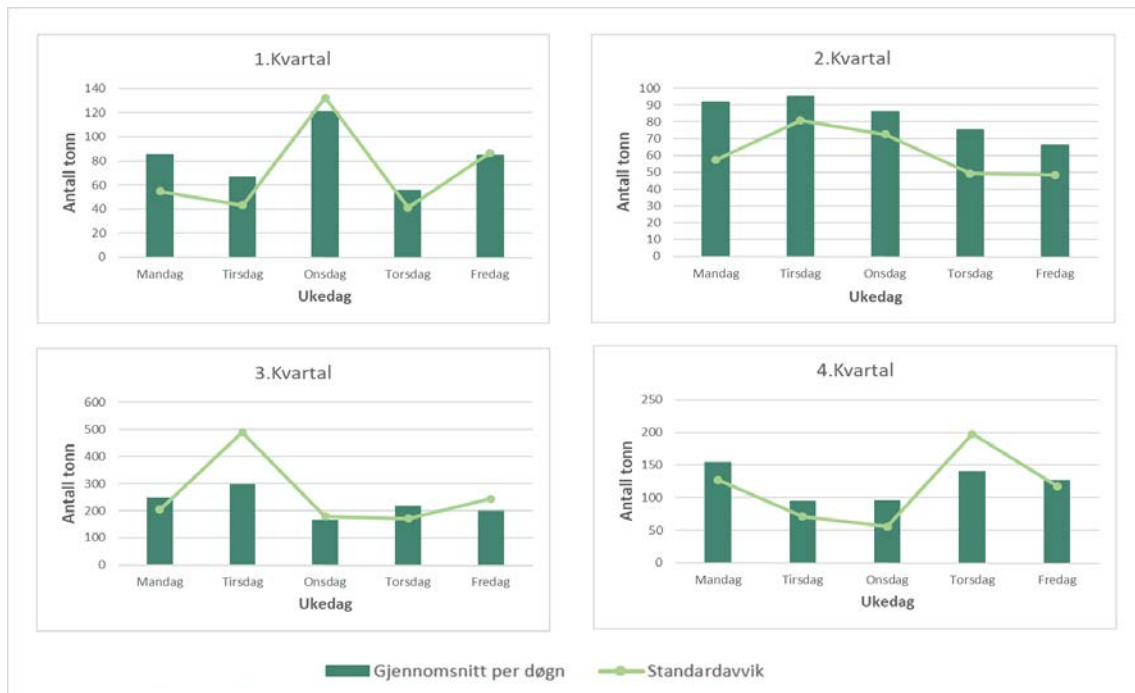
	Godsmengde i tonn	Antall sendinger
Gjennomsnitt	130,9	26,0
Standardavvik	174,9	28,3
Relativt standardavvik	134%	109%
Max	1909,6	285,0
	Mandag	Tirsdag
Min	0,0	1,0
	Onsdag	Fredag
Sum pr år	32 723	5 933

Figur 3.7 illustrerer gjennomsnittlig godsmengde sendt pr virkedag, samt tilsvarende standardavvik. Et høyt standardavvik tyder på at det er stor variasjon i hvor mye gods som sendes på denne dagen.



Figur 3.7: Gjennomsnitt og standardavvik til antall tonn sendt pr virkedag i 2014, strekning Oslo-Trondheim. Engroshandel med klær.

Det framkommer av figuren at det sendes noe mere gods, målt i tonn, tidlig i uken. Variasjonen i tonnmengden er størst på tirsdager, som også er dagen med flest sendinger. Som diskutert tidligere utgjør september ca. 23% av det totale godsvolumet, mens 3. kvartal utgjør ca. 46% godsvolumet sendt i hele 2014. Mønsteret i figuren over er derfor sterkt preget av 3. kvartal. Derfor viser figur 3.8 tilsvarende fordelinger over kvartal.

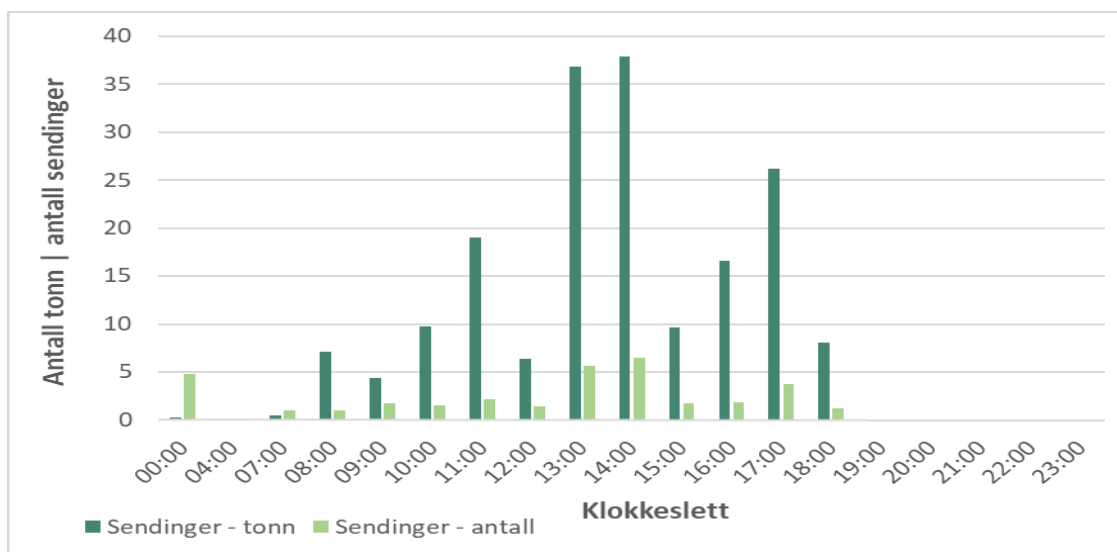


Figur 3.8: Gjennomsnitt og standardavvik til antall tonn sendt pr virkedag pr kvartal i 2014, strekning Oslo-Trondheim. Engros handel med klær.

Det framkommer at variasjonen over virkedager varierer fra kvartal til kvartal. Vi ser også at fordelingen i 3. kvartal er svært lik den vi så for hele året i figur 3.7, noe som understreker skjevheten mellom kvartalene. Et mer konsistent mønster, også over kvartal, er at dagen med høy(est) gjennomsnittlig sendingsstørrelse også er dagen med høyest variasjon.

### Variasjon over døgn (pr time)

I et forsøk å fange opp eventuelle rutetidseffekter ser vi i dette avsnittet nærmere på fordeling av tonn og sendinger over døgnet. For året 2014 framgår denne fordelingen av figur 3.9.



Figur 3.9: Gj.sn. antall tonn og sendinger pr time i 2014, strekning Oslo-Trondheim. Engros handel med klær.

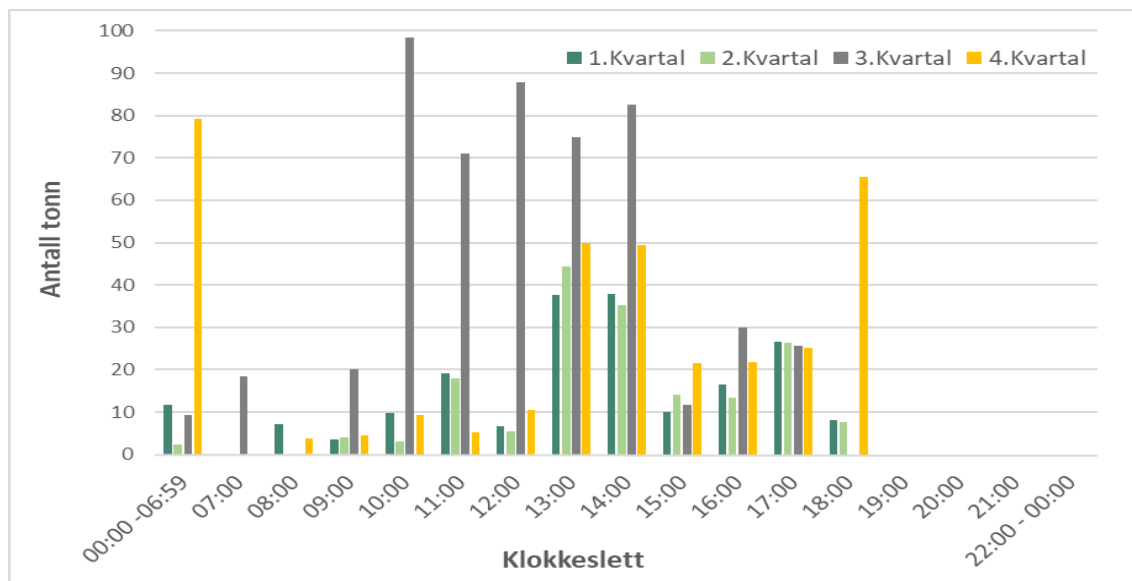
Det framkommer av figuren at hovedtyngden av sendingene ligger på dagtid mellom kl. 13 og 17. Med tanke på at 60% av godset sendes fra Alnabruområdet, og at en tur fra Oslo til Trondheim tar rundt 7-8 timer, kan en med rimelighet anta at mesteparten av godset transporteres på kvelden og over natten, da mesteparten av godset sendes ut innenfor normal arbeidstid.

Tabell 3.3 viser at det er stor variasjon både i antall tonn og antall sendinger over døgnet. For begge ligger toppunkt rundt kl. 13-14, med en ny topp rundt kl. 17.

Tabell 3.3: Summarisk statistikk for godsmenge i tonn og antall sendinger pr time i 2014, på strekning Oslo-Trondheim. Engrosandel med klær.

	Godsmenge i tonn	Antall sendinger
Gjennomsnitt	26,6	5,3
Standardavvik	62,1	10,0
Relativt standardavvik	233%	189%
Max	764,7	135,0
Min	0,0	1,0
N (antall)	6 491	6 491

Igjen er det interessant om dette er en fordeling som er konsistent over sesonger, spesielt med tanke på tyngden kvartal 3 har i dette datasettet. Figur 3.10 illustrerer derfor fordelingen av antall tonn over døgnet, per kvartal.



Figur 3.10: Gj.sn. antall tonn og sendinger pr time pr kvartal i 2014, strekning Oslo-Trondheim. Engrosandel med klær.

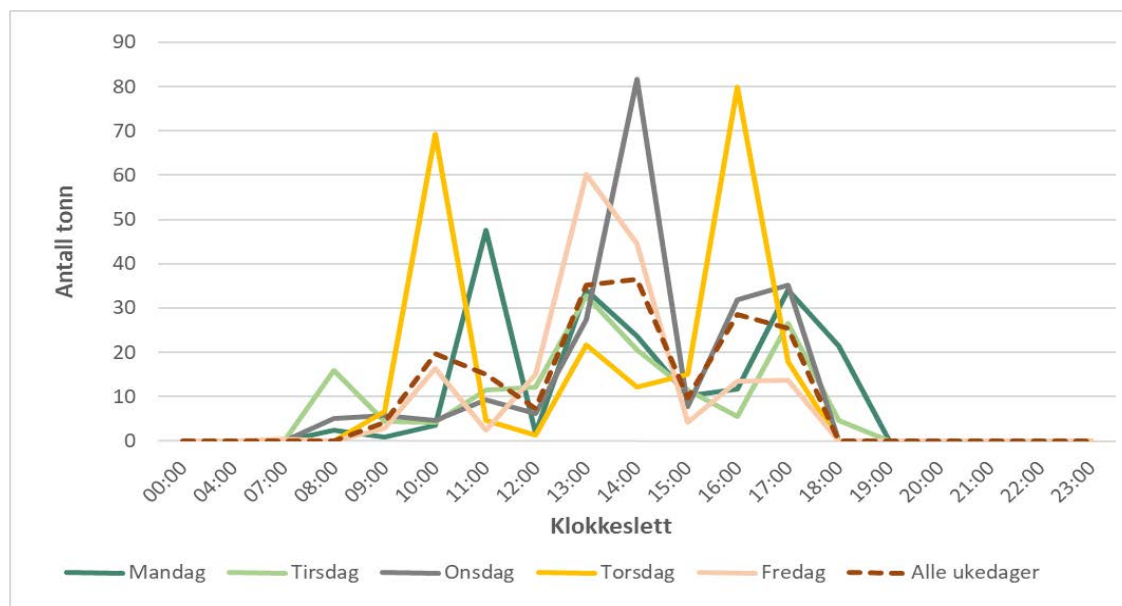
Fordelingen ser ut til å være rimelig konsistent over kvartalene, og det er tydelig at mesteparten av sendingene ekspederes mellom kl. 13 og 17, altså i løpet av normal arbeidstid. Igjen kommer det fram at det i 3. kvartal sendes betydelig større mengder gods enn øvrige kvartaler. For 3. kvartal er også peaken rundt kl. 13-14 betydelig større, i tillegg til at fordelingen er bredere over døgnet. En forklaring på dette kan være at det ikke er tilstrekkelig kapasitet på de «vanlige» rutene/tidspunktene til å sende alt som skal sendes, og at derfor avsendertidspunktet blir mer spredd.

Tabell 3.4 viser at ikke bare står 3. kvartal for en betydelig større andel av godset som blir sendt i 2014, men at det er også større variasjon over døgnet i dette kvartalet.

Tabell 3.4: Summarisk statistikk for godsmengde i tonn og antall sendinger pr time, for hvert kvartal i 2014, strekning Oslo-Trondheim. Engros handel med klær.

	1. kvartal	2. kvartal	3. kvartal	4. kvartal
Gjennomsnitt	18,5	18,3	43,7	22,5
Standardavvik	13,7	32,1	94,1	51,7
Relativt standardavvik	74%	175%	215%	230%
Max	310,3	230,7	764,7	607,2
Min	0,0	0,0	0,0	0,0
Antall observasjoner	1 069	1 201	2 485	1 736

I figur 3.11 vises fordelingen av transportmengde over døgn pr virkedag. Ettersom vi tidligere konkluderte med at transportmengdene i helgen var marginale, er lørdag og søndag utelatt fra figuren.



Figur 3.11: Gj.sn. antall tonn pr time, fordelt over døgnet pr virkedag i 2014, strekning Oslo-Trondheim. Engros handel med klær.

Fra figuren ser det ut til at fordelingen over døgnet er rimelig konsistent over virkedager fra mandag til fredag. Toppunktene ligger rundt kl. 13-14, og det er et synlig lokalt toppunkt senere på ettermiddagen. Igjen tyder dette på at mesteparten av godset sendes på kvelden og over natten på virkedager.

Tabell 3.5 viser summarisk statistikk for antall tonn over døgnet per virkedag.

Tabell 3.5: Summarisk statistikk for godsmengde pr time i 2014, fordelt over virkedag, strekning Oslo-Trondheim. Engros handel med klær.

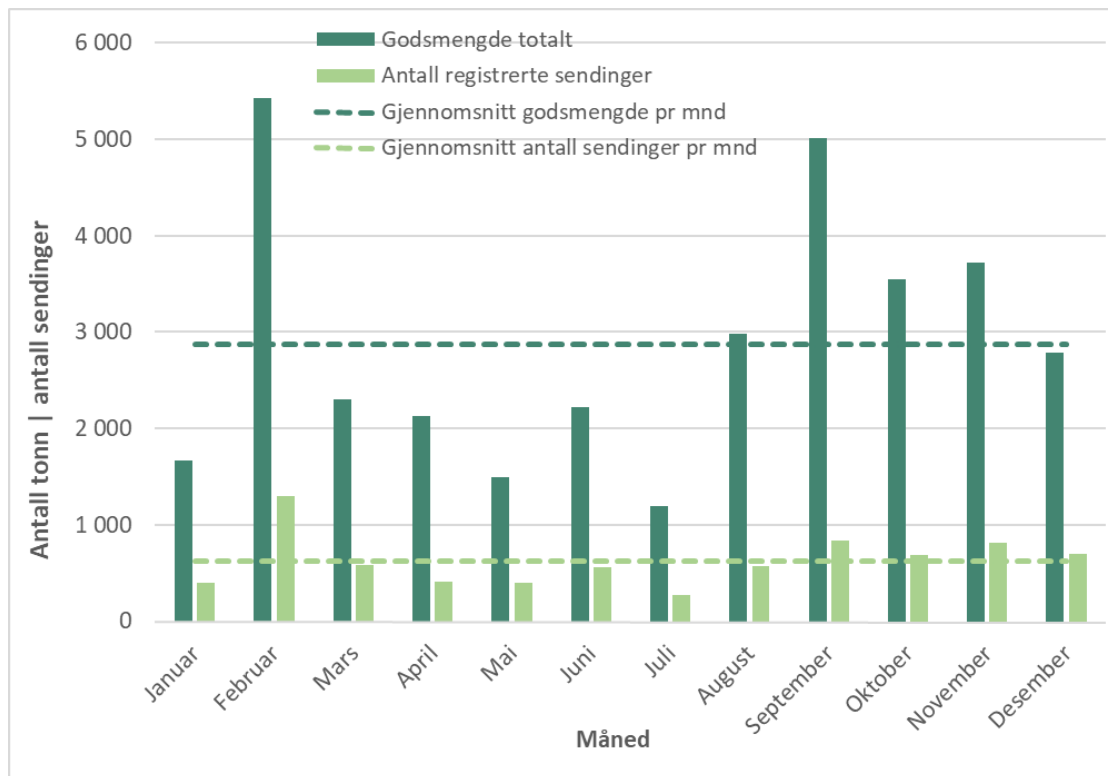
	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag
Gjennomsnitt	28,3	29,2	23,0	26,0	26,3
Standardavvik	58,5	75,2	49,9	58,0	66,2
Relativt standardavvik	207%	257%	217%	223%	252%
Max	493,1	755,8	492,2	607,2	764,7
Min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Antall sendinger	1 313	1 383	1 343	1 208	1 244

Gjennomsnittet per time er relativt jevnt fordelt på mandag/tirsdag (noe høyere), og på onsdag, torsdag, og fredag (noe lavere). På fredag er variasjonen over døgnet relativt stor, noe som også framgår av figur 3.11, der flere tonn sendes tidligere på dagen enn de øvrige virkedagene. En forklaring på dette kan være at en vil ha sendt ut og distribuert godset før helgen starter.

### 3.3.2 Oslo-Bergen

#### Variasjon over måneder

For strekningen Oslo – Bergen viser figur 3.12 antall tonn og sendinger fordelt over måneder i 2014, med tilhørende gjennomsnitt over alle måneder.



Figur 3.12: Gj.sn. antall tonn og sendinger pr måned i 2014, strekning Oslo-Bergen. Engroshandel med klær.

Fra figuren framkommer det noe sesongvariasjon; det er i februar og september at det blir sendt mest gods fra Oslo til Bergen, mens det kvartalsmessig er 4. kvartal det sendes størst godsmengder. I sommerhalvåret ligger både tonn og antall sendinger under årets gjennomsnitt over måneder. Dette kan delvis forklares av at sommerklær er lettere og tar mindre plass. I tillegg vil det kunne reflektere lavere etterspørsel, spesielt med tanke på juli, der mange har ferie og er bortreist.

Tabell 3.6 oppsummerer månedlig informasjon om transporterte godsmengder og antall sendinger innenfor engros med klær, i retning Oslo til Bergen.

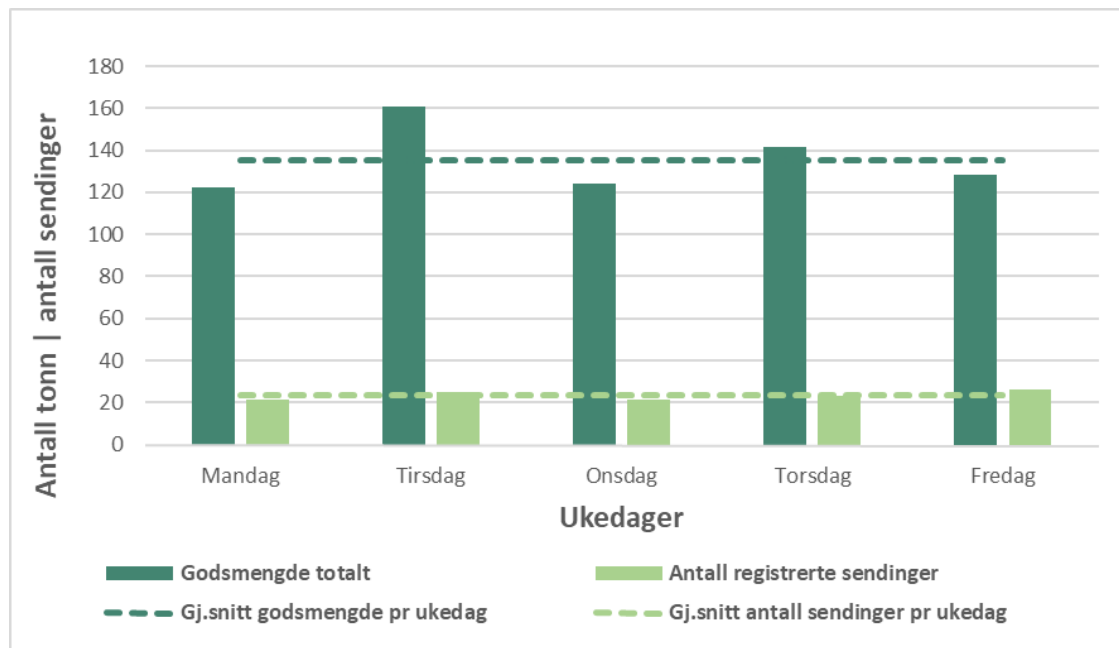
Tabell 3.6: Summarisk statistikk for godsmengde i tonn og antall sendinger på strekning Oslo-Bergen, fordelt over måneder i 2014. Engrosandel med klær.

	Godsmengde i tonn	Antall sendinger
Gjennomsnitt	2 874	628
Standardavvik	1 340	274
Relativt standardavvik	47%	44%
Max (mnd.)	5 429	1 298
	Februar	Februar
Min (mnd.)	1 199	274
	Juni	Juli
Sum pr år	34 487	7 541

Fordelingen i antall sendinger og tonn ser ut til å følge samme mønster. Siden det kan være vanskelig å sammenligne variasjonen (standardavviket) på tvers av sendinger og tonn brukes relativt standardavvik (standardavvikets andel av gjennomsnittet). Dette relative standardavviket ligger på 47% og 44% for hhv tonn og sendinger.

### Variasjon over virkedager

Også for strekningen Oslo - Bergen ser vi på fordelingen av antall tonn og sendinger over virkedagene for 2014 (figur 3.13). Igjen er lørdager og søndager utelatt på grunn av relativt marginale godsmengder.



Figur 3.13: Gj.sn. antall tonn og sendinger pr virkedag i 2014, strekning Oslo-Bergen. Engrosandel med klær.

Figuren viser at det også på denne strekningen er tirsdager det sendes mest målt i tonn, mens det er fredag det i gjennomsnitt fraktes flest sendinger. De relative standardavvikene er henholdsvis 133% og 148% for tonn og sendinger, noe som tyder på at det er betydelig variasjon. Når det gjelder variasjonsbredden (differansen mellom maksimum og minimum for en gjennomsnittlig virkedag), er det små forskjeller både i antall sendinger og i tonn på maksimumsdagen og minimumsdagen.

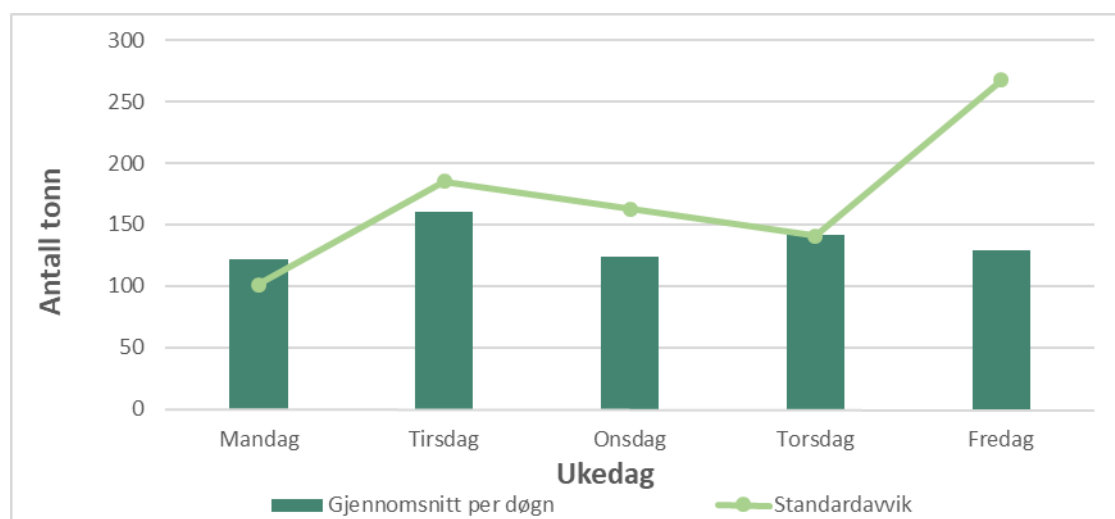


Tabell 3.7: Summarisk statistikk for godsmengde i tonn og antall sendinger på strekning Oslo-Bergen, fordelt over virkedag i 2014. Engrosandel med klær.

	Godsmengde i tonn	Antall sendinger
Gjennomsnitt	135,3	23,6
Standardavvik	179,5	35,0
Relativt standardavvik	133 %	148 %
Max (dag)	1 892,2	451
	Tirsdag	Tirsdag
Min (dag)	0,4	1,0
	Mandag	Mandag
Sum pr år	34 369	5 997

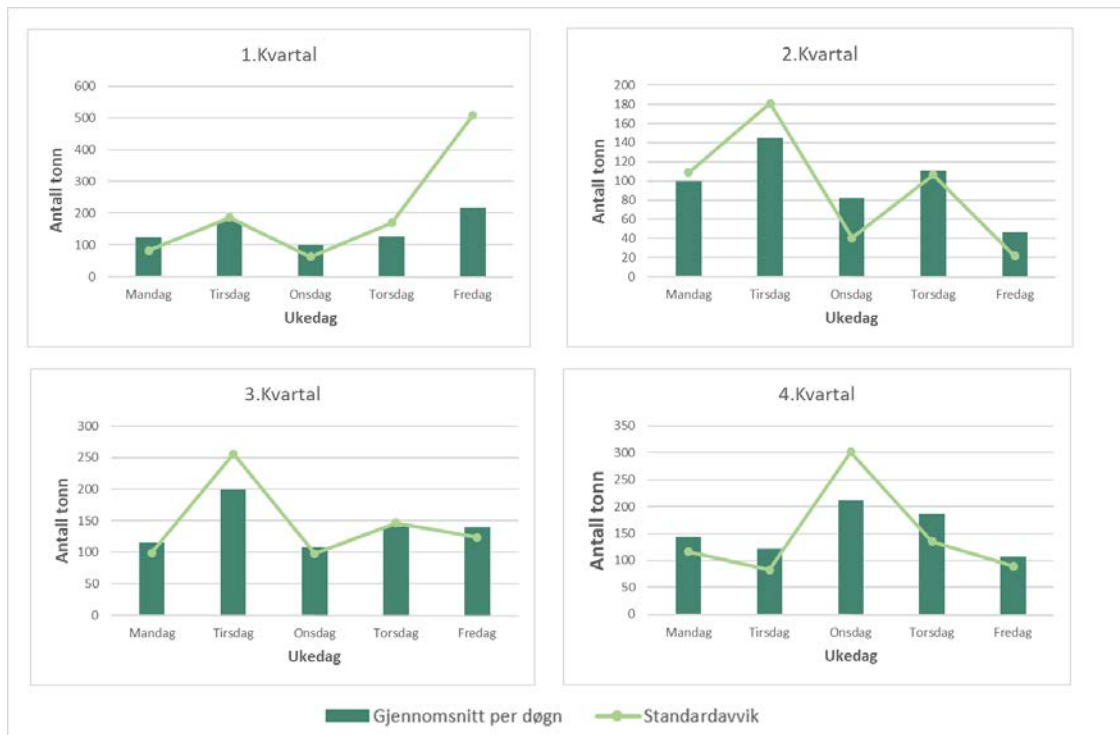
For å se på variasjonen innad hver virkedag, illustreres gjennomsnittlig godsmengde sendt per virkedag med tilhørende standardavvik for hver virkedag i figuren under.

Figur 3.14 illustrerer gjennomsnittlig godsmengde sendt pr virkedag, samt tilsvarende standardavvik.



Figur 3.14: Gjennomsnitt og standardavvik til antall tonn sendt pr virkedag i 2014, strekning Oslo-Bergen. Engrosandel med klær.

Standardavviket er minst både i absolutte og relative tall for mandager, mens den er høyest for fredag. I motsetning til caset for Oslo - Trondheim, er det altså ikke dagen med størst gjennomsnittlige godsmengder som har den største variasjonen på strekningen Oslo - Bergen. Figur 3.15 viser tilsvarende fordelinger per kvartal.



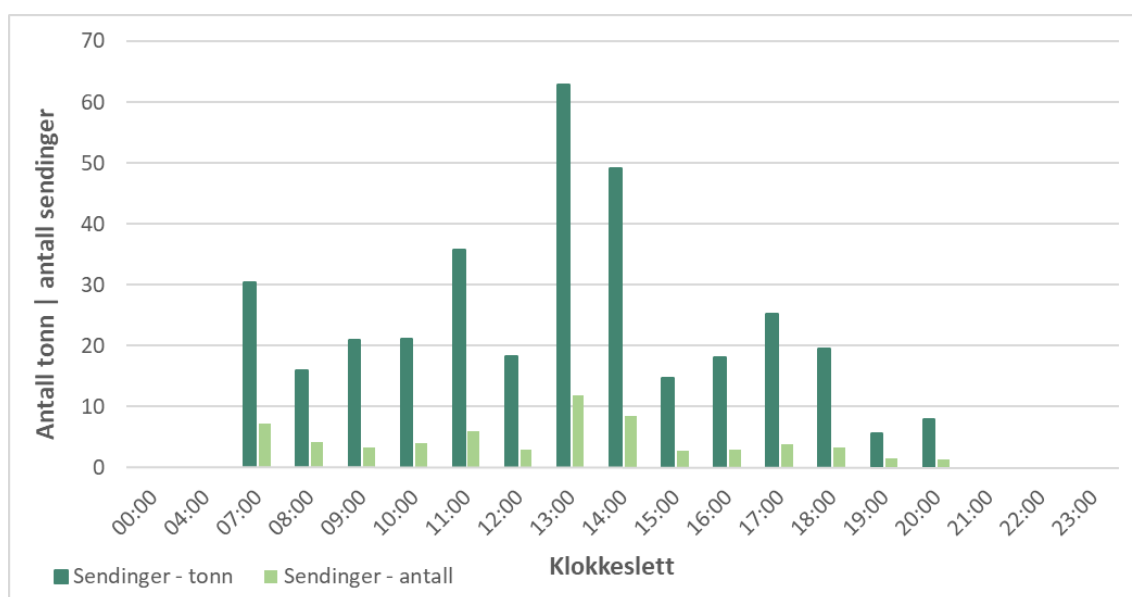
Figur 3.15: Gjennomsnitt og standardavvik til antall tonn sendt pr virkedag pr kvartal i 2014, strekning Oslo-Bergen. Engros handel med klær.

Det framkommer av figuren at også sett fra kvartal til kvartal er variasjonen minst på mandager: I hvert kvartal holder den gjennomsnittlige godsmengden på mandager seg rundt 100 tonn. At variasjonen er stor på fredager kan komme av at fredag kan virke som en «buffer» som leveringsdag, eller en justeringsdag. I kvartal med relativt få tonn sendt, er den totale godsmengden sendt på fredager liten (f.eks. kvartal 2), mens det i f.eks. første kvartal sendes mye gods, hvorav relativt mye på fredager.

Videre viser figuren at fordelingen i tonn og variasjonen per virkedag i liten grad er konsistent over kvartal, men at det for hvert kvartal er dagen med største godsmengder i gjennomsnitt som også har størst variasjon, bortsett fra for fredager i første kvartal. Samtidig er virkedagene med minst godsmengder i gjennomsnitt per kvartal, også de dagene med minst variasjon rundt gjennomsnittet.

### Variasjon over døgnet (pr time)

I et forsøk å fange opp eventuelle rutetidseffekter ser vi også for strekningen Oslo - Bergen nærmere på fordeling av antall tonn og sendinger over døgnet. Denne fordelingen framgår av figur 3.16.



Figur 3.16: Gj.sn. antall tonn og sendinger pr time i 2014, strekning Oslo-Bergen. Engroshandel med klær.

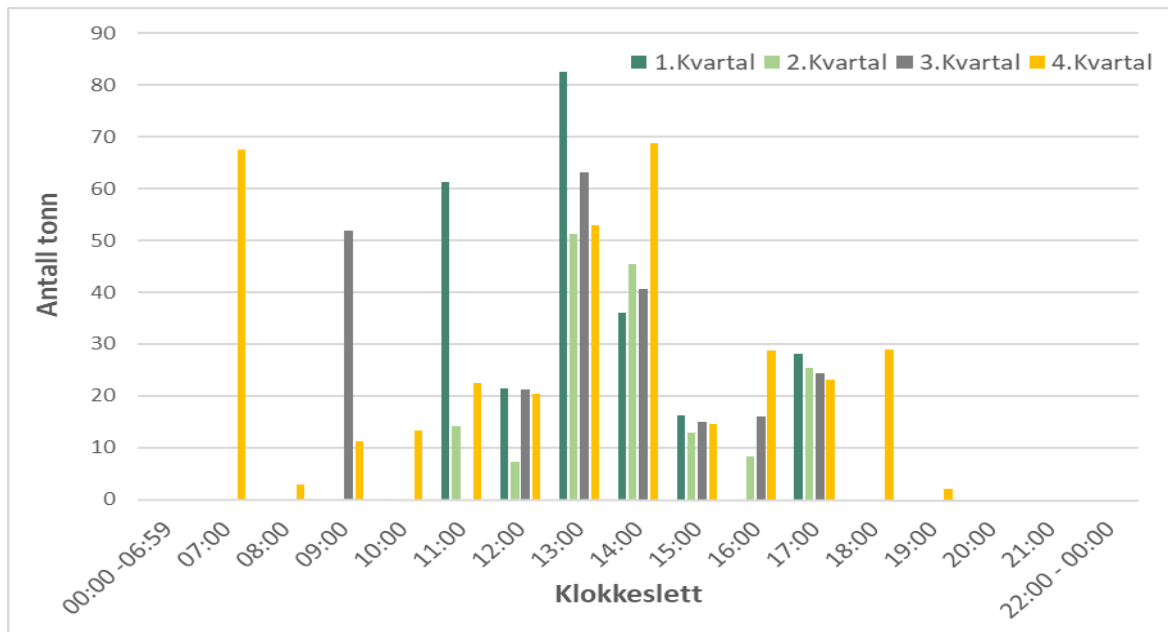
Figuren illustrerer at store deler av godsmengden og sendingene går midt på dagen, i 13-14-tiden. Det aller meste av godset sendes mellom kl. 13-17, og hovedtyngden sendes derfor i samme tidsrom som på strekningen Oslo - Trondheim. Godset sendes fra tidlig morgen og i tiltakende grad utover dagen. Det er få sendinger etter kl. 17/18. Igjen tyder dette på transport på ettermiddag og over natten til Bergen, noe som kan forklares av at godset ekspederes ut fra Oslo på ettermiddag, slik at det er klart for utlevering i Bergen neste morgen.

Tabell 3.8 viser stor variasjon over dagen, med relative standardavvik på 244% og 289% for henholdsvis antall tonn og antall sendinger.

Tabell 3.8: Summarisk statistikk for godsmengde i tonn og antall sendinger pr time i 2014, på strekning Oslo-Bergen. Engroshandel med klær.

	Godsmengde i tonn	Antall sendinger
Gjennomsnitt	30,5	5,3
Standardavvik	74,3	15,4
Relativt standardavvik	244%	289%
Max	1 777	443
Min	0,0	1,0
Sum pr år	34 413	6 032

Figur 3.17 illustrerer fordelingen av antall tonn over døgnet, per kvartal, for å synliggjøre eventuelle sesongeffekter.



Figur 3.17: Gj.sn. antall tonn og sendinger pr time pr kvartal i 2014, strekning Oslo-Bergen. Engrosandel med klær.

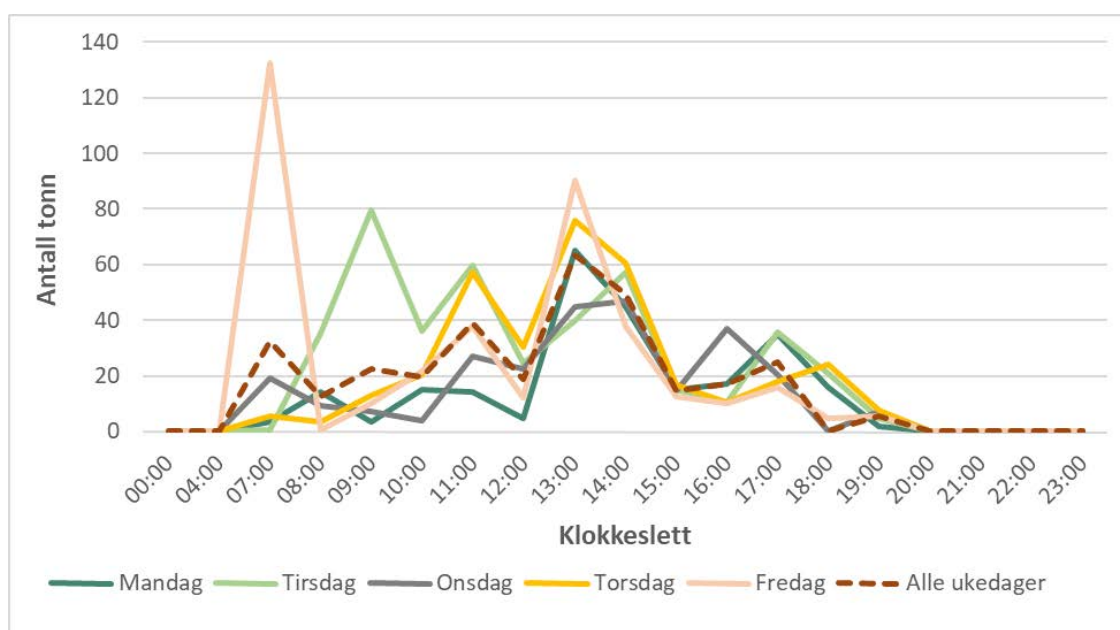
Det framkommer av figuren at variasjonen i betydelig grad er konsistent fra kvartal til kvartal; i alle kvartal sendes det f.eks. mest gods mellom kl. 13-14 på dagen. Spredningen i sendte tonn er størst tidlig på dagen, mens det er størst i utgående volumer fra kl 13-14, for å så gå nesten helt ned til null etter kl. 18 på kveldstid.

Tabell 3.9 viser summarisk statistikk over godsmengden av klær sendt over døgnet per kvartal på strekningen Oslo - Bergen for 2014. Som vi så tidligere er det på denne strekningen 4. kvartal som står for største delen av godstransporten, og ikke 3. kvartal, som på strekningen Oslo - Trondheim. På strekningen Oslo - Bergen er det også en mye jevnere fordeling av antall sendte tonn, noe som også kan avledes av at variasjonen (standardavvikene) ikke er så forskjellig. De relative standardavvikene ligger mellom 172% og 233% og er høyest for kvartal 1, og lavest for kvartal 3.

Tabell 3.9: Summarisk statistikk for godsmengde i tonn og antall sendinger pr time, for hvert kvartal i 2014, strekning Oslo-Bergen. Engrosandel med klær.

	1. kvartal	2. kvartal	3. kvartal	4. kvartal
Gjennomsnitt	34,2	24,6	32,6	30,9
Standardavvik	79,6	53,3	56,1	55,9
Relativt standardavvik	233%	217%	172%	181%
Max	1777,4	607,4	430,7	488,2
Min	0,0	0,0	0,0	0,0
Antall sendinger	1 882	1 040	1 280	1 795

Figur 3.18 illustrerer en tilsvarende fordeling av gods over døgnet per virkedag, der lørdag og søndag er utelatt på grunn av små godsmengder.



Figur 3.18: Gj.sn. antall tonn pr time, fordelt over døgnet pr virkedag i 2014, strekning Oslo-Bergen. Engroshandel med klær.

Det framkommer av figuren at fordelingen på forskjellige virkedager er ganske lik, og at tirsdag og fredag skiller seg litt ut ved å ha noe lengre hale på venstre side (tidlig på dagen). Dette kan komme av at det sendes mer på tirsdager enn de andre dagene, slik en så i figur 3.14, samt av et ønske om å sende ut godset før helgen.

Tabell 3.10 viser summarisk statistikk av fordelingen av tonn over døgn per virkedag.

Tabell 3.10: Summarisk statistikk for godsmengde pr time i 2014, fordelt over virkedag, strekning Oslo-Bergen. Engroshandel med klær.

	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag
Gjennomsnitt	28,1	34,8	26,6	33,6	31,1
Standardavvik	47,1	65,2	47,2	63,0	126,5
Relativt standardavvik	168%	187%	178%	187%	407%
Max	352,2	607,4	488,2	517,5	1 777,4
Min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Antall sendinger	1 119	1 311	1 071	1 150	1 346

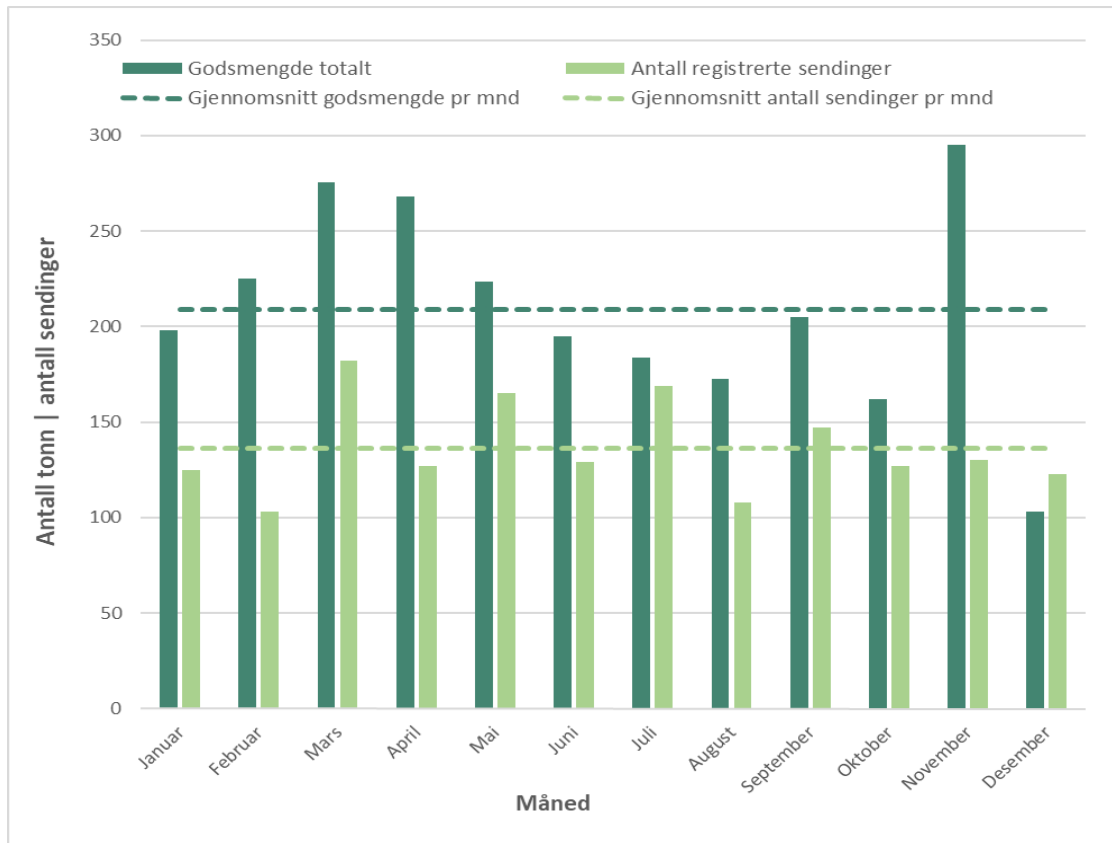
Av tabellen ser vi at også variasjonsbredden er størst på fredag, mens variasjonen rundt gjennomsnittet ligger jevnt mellom 168-187% for de andre dagene. Dette tyder på at det er på fredager det er knyttet mest usikkerhet til hvor mye det sendes i timen.

## 3.4 Transport av næringsmidler

### 3.4.1 Oslo-Trondheim

#### Variasjon over måneder

Også for transport av mat fra Oslo til Trondheim vises først fordelingen av antall tonn og sendinger over måneder, for året 2014 (figur 3.19).



Figur 3.19: Gj.sn. antall tonn og sendinger pr måned i 2014, strekning Oslo-Trondheim. Næringsmidler.

Det framkommer av figuren at det er de første kvartalene og november som skiller seg ut med de største utgående godsmengder. En mulig forklaring på at det sendes ut mest i november er at en frem mot jul bygger opp lagrene for julehandelen, i tillegg til at det er en rekke arrangementer som foregår på denne tiden av året. Samtidig kan det være noe overraskende at det bygges opp lagre av næringsmidler som kan være tidskritiske. Her kan det handle om salg av mye næringsmidler som har lengre holdbarhetstid, uten at dette framkommer av dataene.

Månedene der det sendes minst mat er juli, august og desember. Den lave aktiviteten i sommermånedene er ikke ulikt mønsteret vi observerte for engroshandel med klær. Dette kan trolig forklares av lavere etterspørsel på grunn av sommerferien. Variasjonen i antall sendinger ser ut til å være noe mindre enn for antall tonn. Dette framgår også av tabell 3.11, som viser summarisk statistikk for godsmengde og antall sendinger.

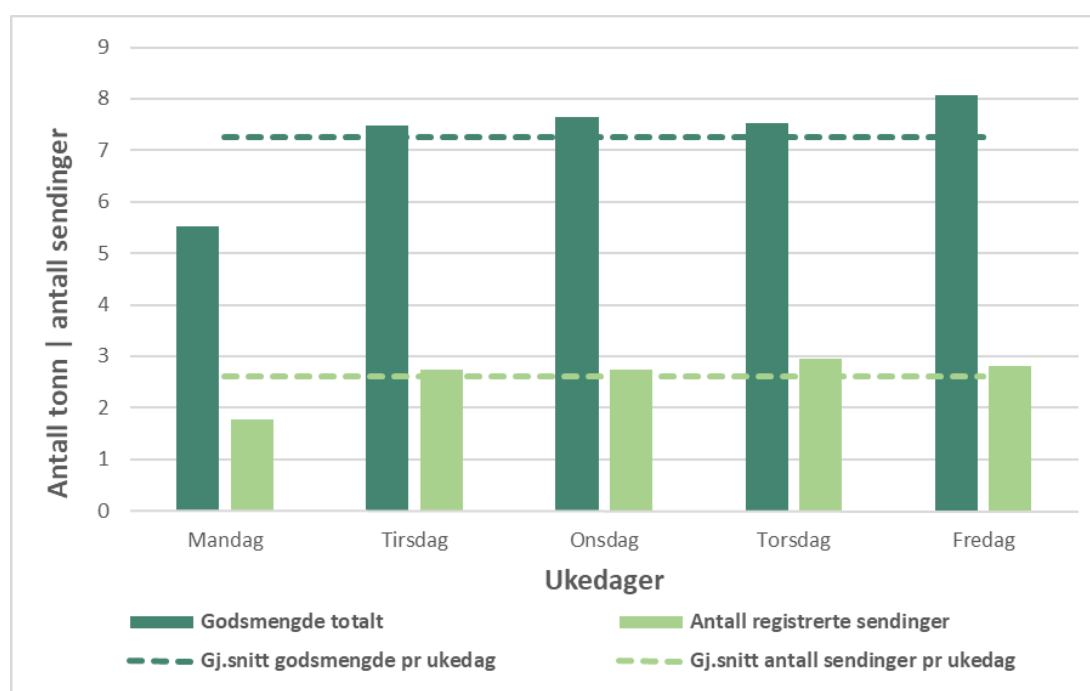
Tabell 3.11: Summarisk statistikk for godsmengde i tonn og antall sendinger på strekning Oslo-Trondheim, fordelt over måneder i 2014. Næringsmidler.

	Godsmengde i tonn	Antall sendinger
Gjennomsnitt	208,9	136,3
Standardavvik	53,5	24,5
Relativt standardavvik	26%	18%
Max (mnd.)	294,9	182,0
	November	Mars
Min (mnd.)	103,0	103,0
	Desember	Februar
Sum pr år	2506	1635

Med 26% og 18% for hhv tonnmengder og antall sendinger er de relative standardavvikene lavere enn for klær. Tabellen viser også at månedene det blir sendt mest og minst, målt i tonn, ikke samsvarer med månedene det blir sendt mest og minst, målt i antall sendinger. At det er mindre variasjon i antall sendinger enn i tonn tyder på at det er variasjon i sendingsstørrelse og med det fyllingsgraden til hver lastbærer.

## Variasjon over virkedager

I tillegg til variasjon over måneder, ser vi i dette avsnittet nærmere på variasjon over virkedager (figur 3.20). Grunnet marginale transportmengder i helgen ekskluderer vi igjen lørdager og søndager.



Figur 3.20: Gj.sn. antall tonn og sendinger pr virkedag i 2014, strekning Oslo-Trondheim. Næringsmidler.

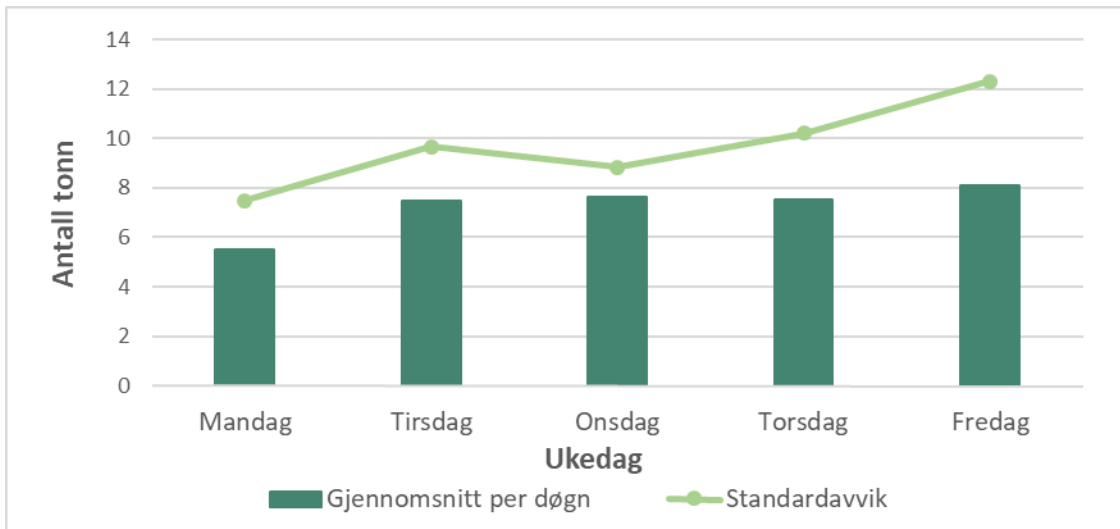
Figuren viser at fredag er dagen det i gjennomsnitt blir sendt mest målt i tonn, og at det er flest sendinger på torsdager. Det er færrest tonn og sendinger på mandager. Det er ikke stor forskjell på antall sendinger over dagene, og tabell 3.12 viser at variasjonen er liten.

Tabell 3.12. Summarisk statistikk for godsmengde i tonn og antall sendinger på strekning Oslo-Trondheim, fordelt over virkedag i 2014. Næringsmidler.

	Godsmengde i tonn	Antall sendinger
Gjennomsnitt	7,3	2,6
Standardavvik	9,7	1,9
Relativt standardavvik	134%	74%
Max (dag)	66,1	11,0
	Fredag	Torsdag
Min (dag)	0,0	1,0
	Mandag	Mandag
Sum pr år	1 335	461

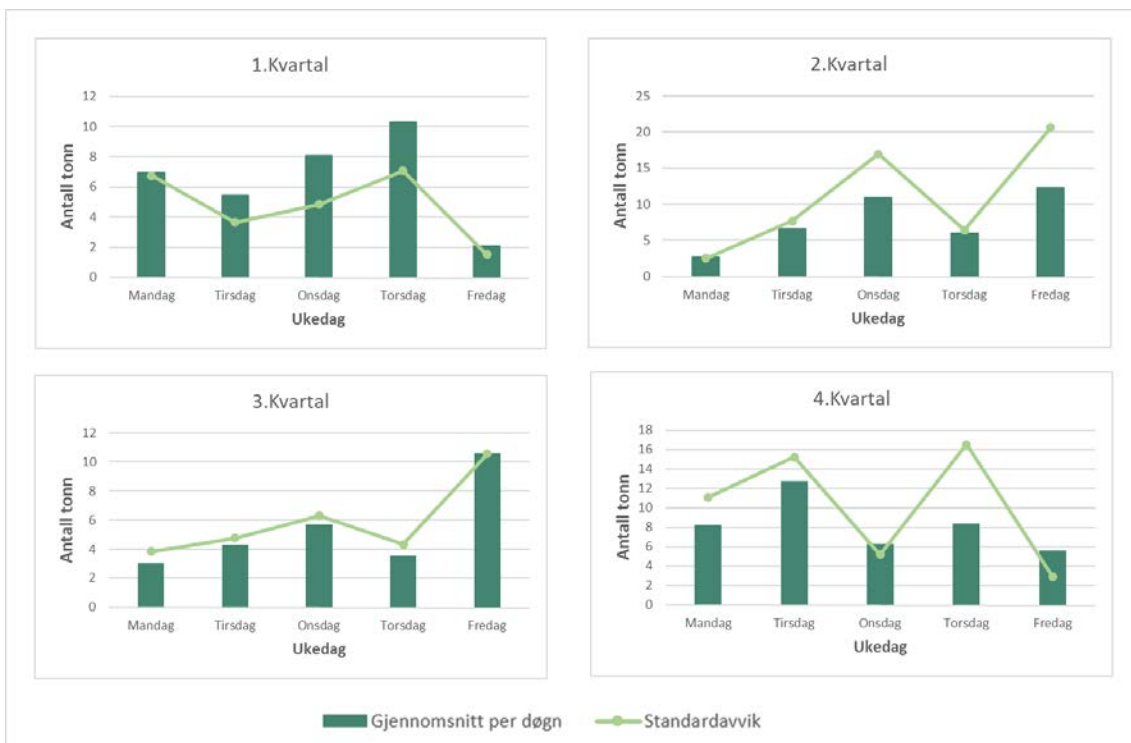
I figur 3.21 ser vi igjen gjennomsnittlig antall tonn sendt per døgn pr virkedag, men nå med tilhørende standardavvik for hver dag i samme figur. Variasjonen er størst for fredag og

torsdag, og det relative standardavviket er over 100% for alle dager, og størst for fredag, da det sendes mest gods.



Figur 3.21: Gjennomsnitt og standardavvik til antall tonn sendt pr virkedag i 2014, strekning Oslo-Trondheim. Næringsmidler.

En tilsvarende fordeling over virkedager per kvartal vises i figur 3.22. Det fremkommer at det varierer mellom kvartaler hvilken virkedag det blir sendt mest. Siste kvartal har størst godsmengder og er også kvartalet med størst variasjon både pr virkedag og over virkedagene.

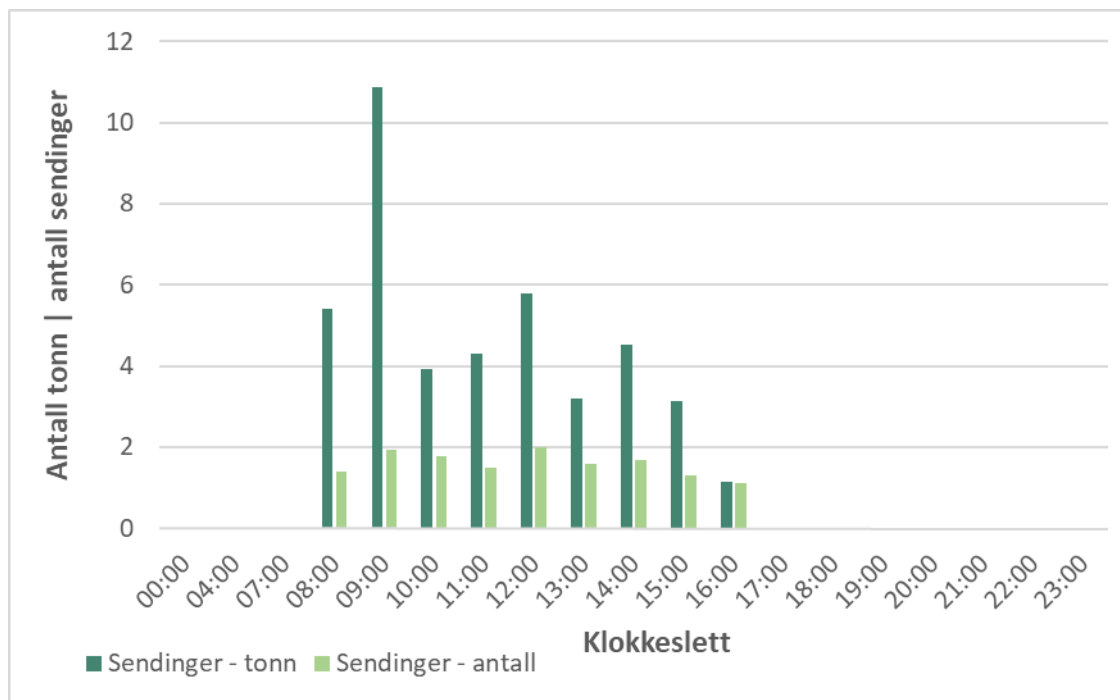


Figur 3.22: Gjennomsnitt og standardavvik til antall tonn sendt pr virkedag pr kvartal i 2014, strekning Oslo-Trondheim. Næringsmidler.



## Variasjon over døgnet (pr time)

Også for næringsmidler ser vi på fordelingen av tonn og antall sendinger sendt over døgnet på strekningen Oslo - Trondheim i 2014. Dette er illustrert i figur 3.23. Toppen for antall sendinger og tonn ligger tidlig på dagen, rundt kl. 9. Så godt som alle næringsmidler sendes ut mellom kl. 8 og 15 på dagen, altså innenfor normalarbeidstiden.



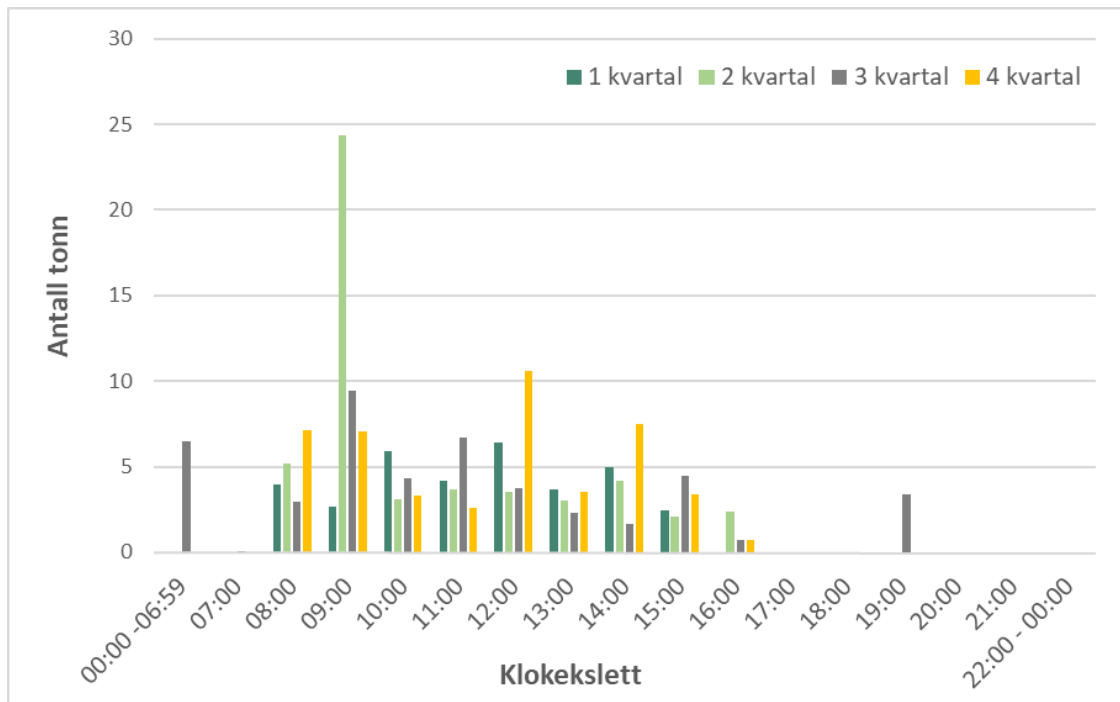
Figur 3.23. Gj.sn. antall tonn og sendinger pr time i 2014, strekning Oslo-Trondheim. Næringsmidler.

Denne fordelingen viser at hovedtyngden av transporten på denne strekningen ligger tidligere på dagen enn det vi så for transport av klær. Det ser også ut til at variasjonen i tonn er større enn i antall sendinger, noe en også ser ved at de relative standardavvikene ligger på henholdsvis 151% og 76% i tabell 3.13.

Tabell 3.13. Summarisk statistikk for godsmengde i tonn og antall sendinger pr time i 2014, på strekning Oslo-Trondheim. Næringsmidler.

	Godsmengde i tonn	Antall sendinger
Gjennomsnitt	4,6	1,7
Standardavvik	7,0	1,3
Relativt standardavvik	151%	76%
Max	63,3	8,0
Min	0,0	1,0
Antall observasjoner	479	479

Figur 3.24 illustrerer en tilsvarende fordeling for hvert kvartal. Det er i 1. og 4. kvartal det blir sendt mest, målt i tonn, men tidsspredningen ser ut til å være størst for 3. kvartal. Videre er fordelingen over døgnet relativt lik fra kvartal til kvartal, med hovedtyngden av utgående transport mellom kl. 9 og 14 på dagen.



Figur 3.24: Gj.sn. antall tonn og sendinger pr time pr kvartal i 2014, strekning Oslo-Trondheim. Næringsmidler.

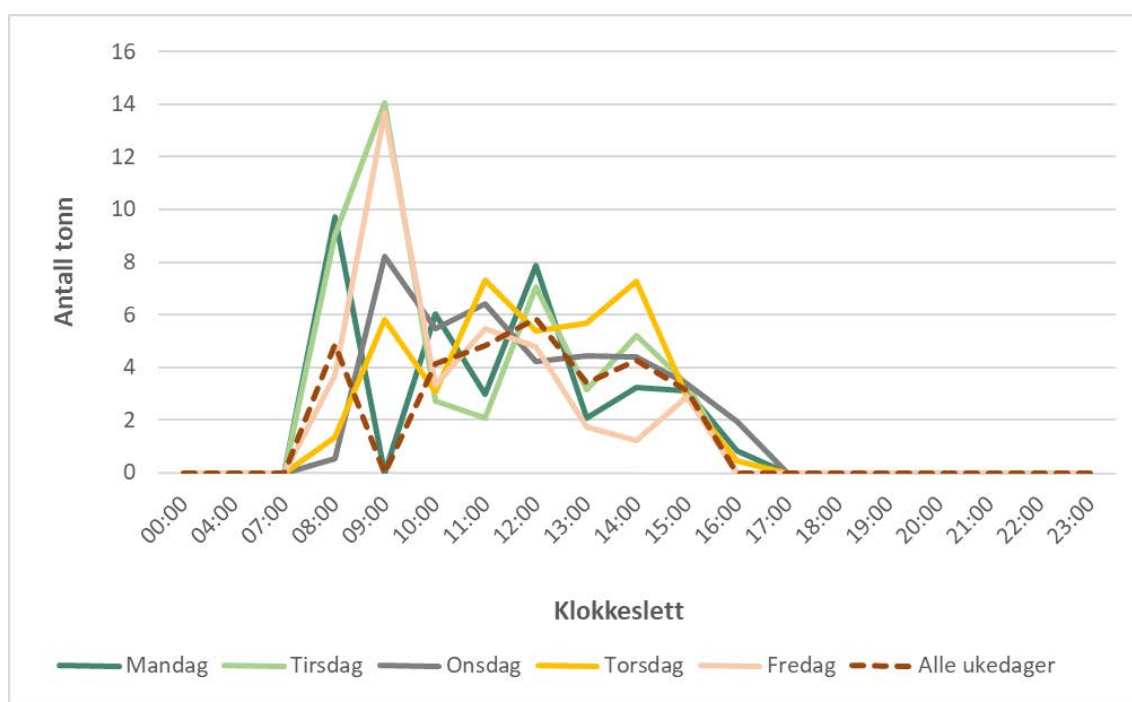
Tidspunkt på døgnet det sendes mest gods er kl. 12, 9, 9 og 12, for hhv 1., 2., 3. og 4. kvartal. Kvartalene viser også en relativt lik fordeling over døgnet, og forskjellene ser ut til å ligge i mengden gods som blir sendt pr kvartal. For eksempel blir det i 4. kvartal sendt mest gods, som gjør at mer av godset sendes tidligere og litt senere på dagen. Dette kan tyde på at de mest attraktive tidspunktene er fylt opp, slik at godset må sendes mer spredt ut over dagen.

Tabell 3.14 viser summarisk statistikk for samme kvartaler. Her ser vi at variasjonen er stor for alle kvartal, men at det relative standardavviket dog er noe større for 2. kvartal. Tredje kvartal har minst varer, målt i tonn, men er også eneste kvartal som har noen sendte tonn tidlig morgen eller på kvelden (utenfor normalarbeidstiden).

Tabell 3.14: Summarisk statistikk for godsmengde i tonn og antall sendinger pr time, for hvert kvartal i 2014, strekning Oslo-Trondheim. Næringsmidler..

	1. kvartal	2. kvartal	3. kvartal	4. kvartal
Gjennomsnitt	4,5	4,6	3,8	5,6
Standardavvik	5,0	8,8	5,2	8,2
Relativt standardavvik	111%	190%	138%	147%
Max	21,3	63,3	24,8	38,4
Min	0,0	0,0	0,0	0,0
Antall observasjoner	136	104	106	133

Figur 3.25 viser fordeling av tonn sendt over døgnet for hver virkedag, ekskludert lørdag og søndag på strekningen Oslo - Trondheim, for næringsmidler i 2014.



Figur 3.25: Gj.sn. antall tonn pr time, fordelt over døgnet pr virkedag i 2014, strekning Oslo-Trondheim. Næringsmidler.

Figuren illustrerer at det aller meste av godset, målt i tonn, sendes innenfor normal arbeidsdag, men med større variasjon over virkedagene enn vi så for transport av klær. Det fremkommer også tydelig at på fredag sendes varene ut tidligere på dagen, noe som er konsistent med det vi har sett tidligere og kan skyldes et ønske om å få godset fram og ferdig eksponert før helgen.

Tabell 3.15 viser tilhørende summarisk statistikk for antall tonn over døgnet i 2014.

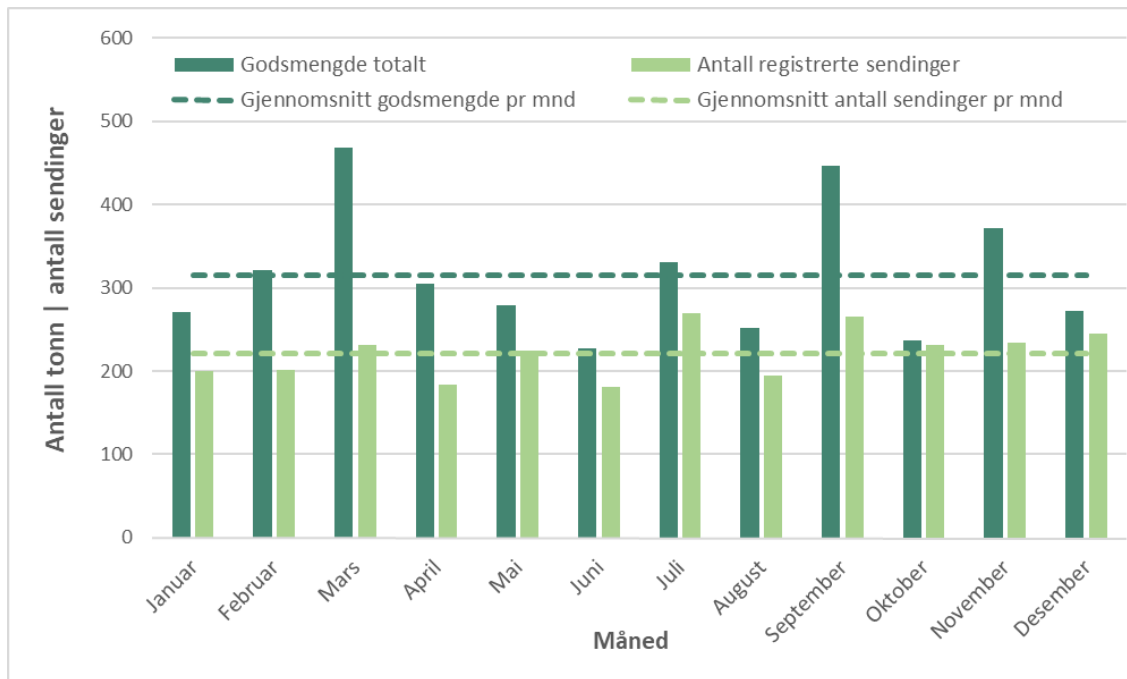
Tabell 3.15: Summarisk statistikk for godsmengde pr time i 2014, fordelt over virkedag, strekning Oslo-Trondheim. Næringsmidler.

	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag
Gjennomsnitt	3,9	4,6	4,9	5,2	4,6
Standardavvik	6,6	6,8	5,3	6,8	9,1
Relativt standardavvik	169%	146%	109%	132%	199%
Max	36,6	38,4	28,7	30,4	63,3
Min	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
Antall observasjoner	64	107	107	103	98

### 3.4.2 Oslo-Bergen

#### Variasjon over måneder

Når det gjelder variasjon over måneder, viser figur 3.26 fordelingen av tonnmengder og antall sendinger på strekningen Oslo – Bergen, for året 2014.



Figur 3.26: Gj.sn. antall tonn og sendinger pr måned i 2014, strekning Oslo-Bergen. Næringsmidler.

Av figuren fremgår det at det er mars, tett etterfulgt av september og november, det blir sendt mest næringsmidler målt i tonn. I forhold til de andre casene virker det å være mer variasjon i løpet av året, og det er ikke like tydelig at det fraktes minst i sommertiden, og mest på slutten av året. Ingen måneder skiller seg spesielt ut når det gjelder antall sendinger. Det ser en også tydelig fra tabell 3.16, som viser summarisk statistikk.

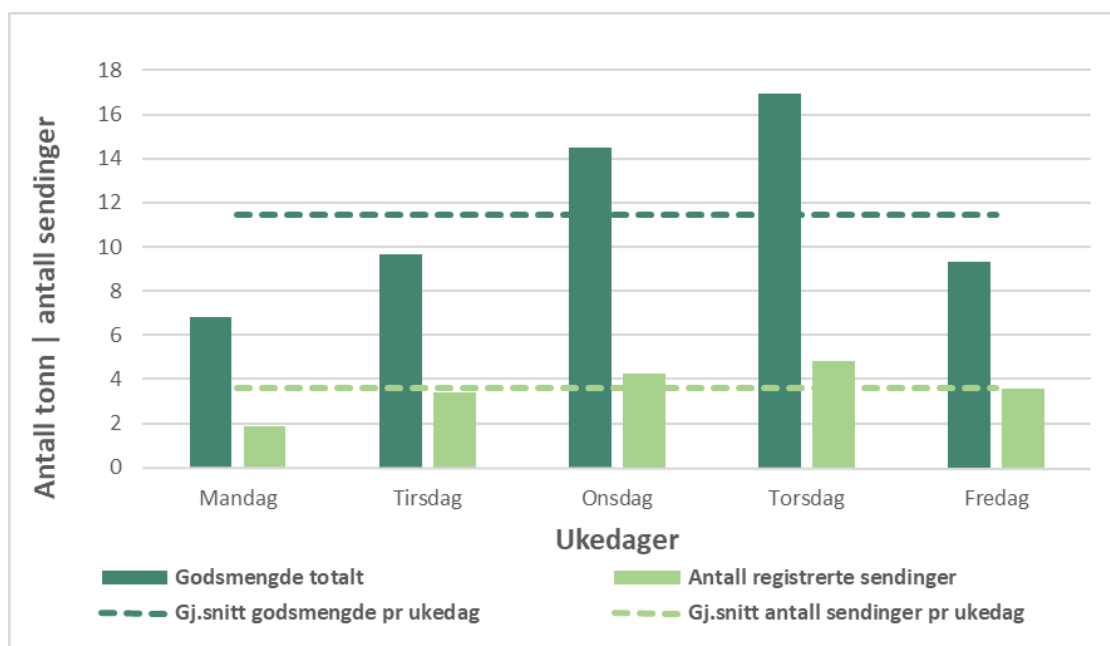
Tabell 3.16: Summarisk statistikk for godsmengde i tonn og antall sendinger på strekning Oslo-Bergen, fordelt over måneder i 2014. Næringsmidler.

	Godsmengde i tonn	Antall sendinger
Gjennomsnitt	315,2	221,7
Standardavvik	78,1	29,9
	25%	13%
Max (mnd.)	468,2	269,0
	Mars	Juli
Min (mnd.)	227,2	181,0
	Juni	Juni
Antall observasjoner	3 782	2 660

I gjennomsnitt fraktes det 315 tonn og 222 sendinger per måned, som gir en gjennomsnittsvekt på 1,4 tonn. Juni er måneden med færrest tonn og sendinger.

### Variasjon over virkedager

Når det gjelder utgående leveranser pr virkedag, viser figur 3.27 hvordan tonnmengder og antall sendinger i gjennomsnitt fordeler seg fra dag til dag, ekskludert lørdag og søndag.



Figur 3.27: Gj.sn. antall tonn og sendinger pr virkedag i 2014, strekning Oslo-Bergen. Næringsmidler.

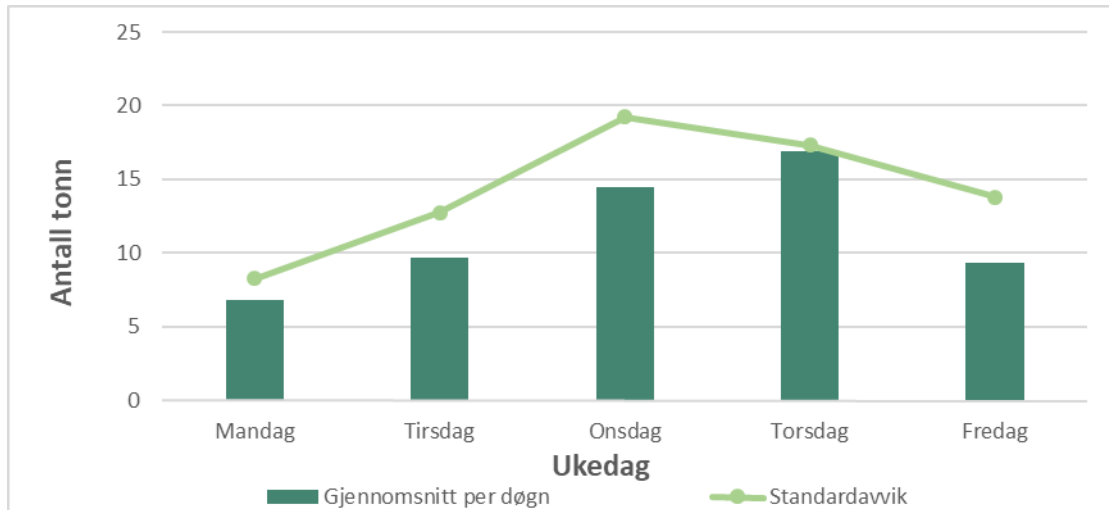
Som vi så for Trondheimscalet, sendes det i gjennomsnitt færre tonn og sendinger på mandager. Det er onsdag og torsdag som skiller seg ut med i gjennomsnitt flest tonn og sendinger for strekningen Oslo - Bergen, sett over hele året.

Tabell 3.17 viser summarisk statistikk for antall tonn og sendinger over virkedager i 2014.

Tabell 3.17: Summarisk statistikk for godsmengde i tonn og antall sendinger på strekning Oslo-Bergen, fordelt over virkedag i 2014. Næringsmidler.

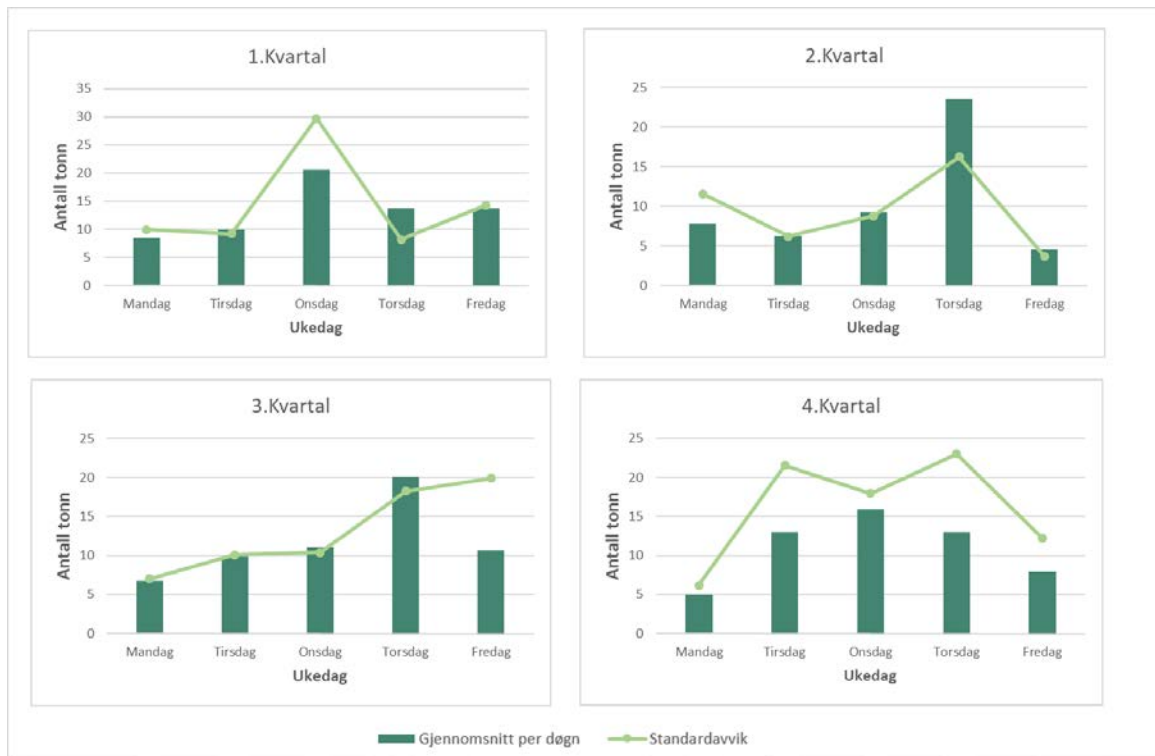
	Godsmengde i tonn	Antall sendinger
Gjennomsnitt	11,4	3,6
Standardavvik	15,0	3,3
Relativt standardavvik	132%	91%
Max (dag)	106,6	20,0
	Torsdag	Torsdag
Min (dag)	0,0	1,0
	Mandag	Mandag
Sum pr år	2 271	716

Tabellen viser at standardavviket er høyere enn gjennomsnittsverdien for godsmengde. Figur 3.28 illustrerer i tillegg at variasjonen (standardavviket) øker utover uken og med gjennomsnittlig antall tonn.



Figur 3.28: Gjennomsnitt og standardavvik til antall tonn sendt pr virkedag i 2014, strekning Oslo-Bergen. Næringsmidler.

Figuren illustrerer videre at torsdag er dagen det i gjennomsnitt sendes mest, etterfulgt av onsdag. Figur 3.29 viser tilsvarende informasjon, men nå for hvert kvartal.

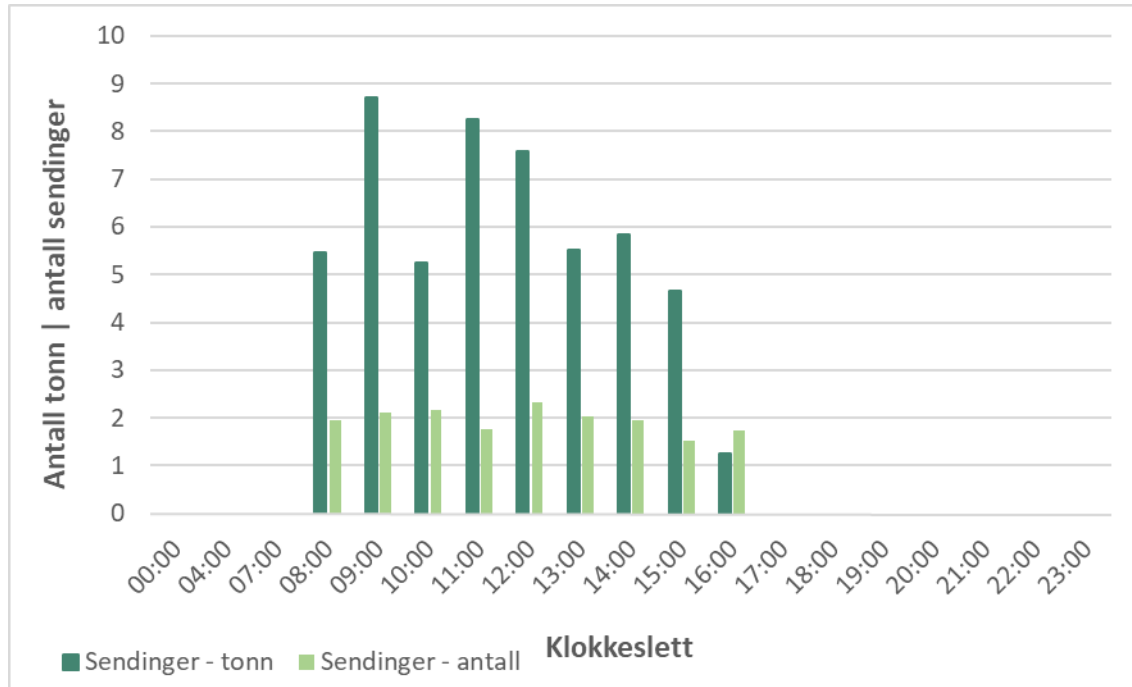


Figur 3.29: Gjennomsnitt og standardavvik til antall tonn sendt pr virkedag pr kvartal i 2014, strekning Oslo-Bergen. Næringsmidler.

Mens det fremkommer av figuren at det er noe sesongvariasjon, ser vi et konsistent mønster at det sendes mest i midten av uken. Det er også dagene med høy(est) transportmengde som viser størst variasjon.

### Variasjon over døgnet (pr time)

Etter å ha sett på variasjon over virkedager, ser vi i dette avsnittet på variasjon over døgnet. Figur 3.30 illustrerer fordelingen av antall tonn og sendinger med engroshandel med næringsmidler sendt fra Oslo til Bergen for hele året 2014.



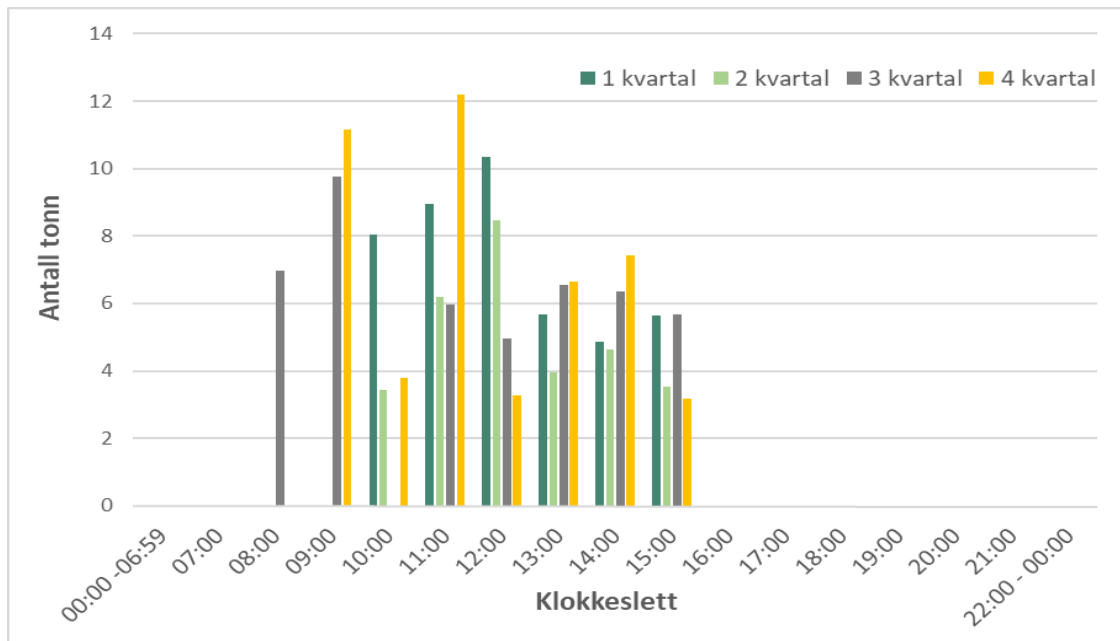
Figur 3.30: Gj.sn. antall tonn og sendinger pr time i 2014, strekning Oslo-Bergen. Næringsmidler.

Av figuren fremkommer det at så å si alle forsendelsene av næringsmidler fra Oslo til Bergen sendes på dagtid mellom kl. 8 og 16. Dette er også det vi har sett tidligere for klær og næringsmidler fra Oslo til Trondheim. I gjennomsnitt ligger toppunktet rundt kl. 9 for godsmengdene, og rundt kl. 12 for antall sendinger. Tabell 3.18 viser at det i gjennomsnitt blir sendt 6,4 tonn i timen, med et standardavvik på 9,4 tonn. Variasjonen er størst for antall tonn, noe en også ser i tabell 3.18 der de relative standardavviket er henholdsvis 147% og 101% for tonn og antall sendinger.

Tabell 3.18: Summarisk statistikk for godsmengde i tonn og antall sendinger pr time i 2014, på strekning Oslo-Bergen. Næringsmidler.

	Godsmengde i tonn	Antall sendinger
Gjennomsnitt	6,4	2,0
Standardavvik	9,4	2,0
Relativt standardavvik	147%	101%
Max	74,9	15,0
Min	0,0	1,0
Antall observasjoner	716	716

I figur 3.31 vises antall tonn fordelt over døgnet, men nå for de ulike kvartalene.



Figur 3.31: Gj.sn. antall tonn og sendinger pr time pr kvartal i 2014, strekning Oslo-Bergen. Næringsmidler.

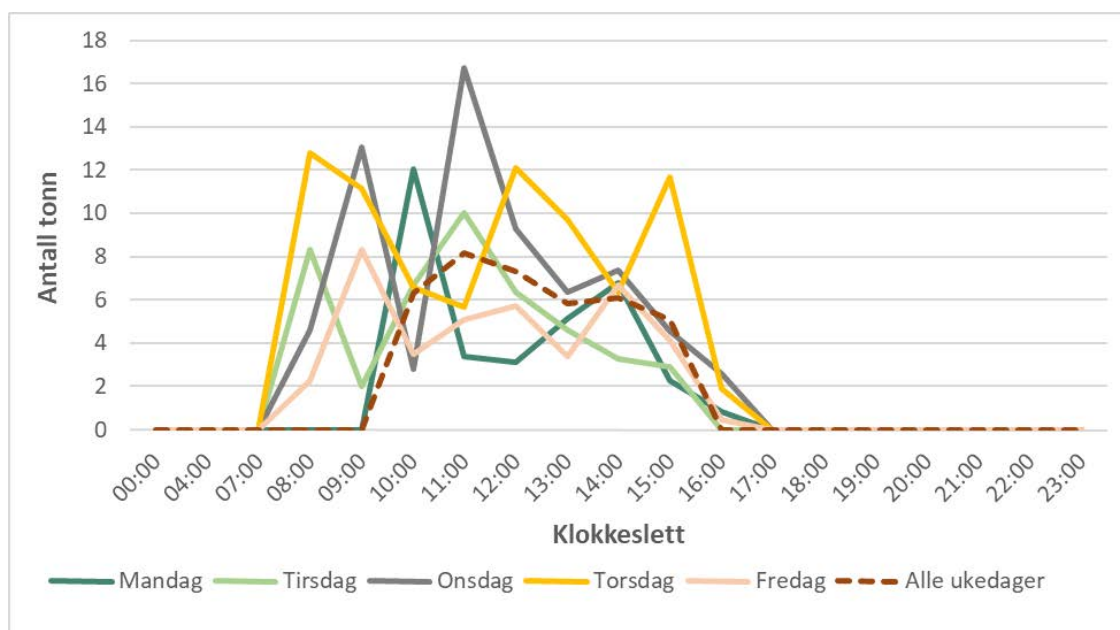
I kvartal 1 og 2 ligger toppunktet for utgående godsmengder rundt kl. 12, mens toppunktene for kvartal 3 og 4 er noe tidligere på døgnet, rundt kl. 9. Tredje kvartal skiller seg ut ved å ha større bredde på avsendertidspunkt, mens antall tonn er jevnere fordelt utover døgnet. Dette kommer også fram av tabell 3.19, som viser summarisk statistikk. Det er 3. kvartal som har det laveste relative standardavvik (130%), mens 4. kvartal (176%) viser det høyeste relative standardavvik.

Tabell 3.19: Summarisk statistikk for godsmengde i tonn og antall sendinger pr time, for hvert kvartal i 2014, strekning Oslo-Bergen. Næringsmidler.

	1. kvartal	2. kvartal	3. kvartal	4. kvartal
Gjennomsnitt	7,0	5,1	6,5	6,7
Standardavvik	9,5	7,1	8,5	11,8
Relativt standardavvik	134%	141%	130%	176%
Max	64,0	38,1	33,9	74,9
Min	0,3	0,0	0,0	0,0
Antall observasjoner	214	162	157	183

Som tidligere ser vi, i figur 3.32, på fordelingen av tonnmengde over døgnet for hver virkedag, der vi ekskluderer lørdag og søndag.





Figur 3.32: Gj.sn. antall tonn pr time, fordelt over døgnet pr virkedag i 2014, strekning Oslo-Bergen. Næringsmidler.

Som både figuren og statistikken i tabell 3.20 viser, er det torsdag det blir sendt flest tonn, etterfulgt av onsdag. Mandag er dagen det blir sendt minst, og toppen midt på dagen ligger derfor lavere, men også noe mellom de andre observerte toppene for øvrige dager. Det ser ut til at desto flere tonn som sendes, desto flere toppunkt observeres over døgnet.

Tabell 3.20.: Summarisk statistikk for godsmengde pr time i 2014, fordelt over virkedag, strekning Oslo-Bergen. Næringsmidler.

	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Alle dager
Gjennomsnitt	4,7	5,3	8,0	9,5	4,7	6,4
Standardavvik	6,0	9,4	11,0	11,0	7,3	9,4
Rel. st.avvik	129%	178%	138%	116%	154%	147%
Max	29,6	74,9	64,0	50,6	39,3	74,9
Min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Antall observ.	65	155	161	178	157	716

Variasjonen rundt gjennomsnittet er størst for dagene med mest utgående transport, onsdag og torsdag. Ser en på det relative standardavviket er dette størst for tirsdag, dagen med det største maksimumsvolumet.

## 4 Variabilitet i transporttid for gods på bane

### 4.1 Innledning

Pålitelig transport er svært viktig når målet er å overføre mer godstransport fra vei til bane, ettersom usikkerhet og variabilitet i etterspørsel og transporttid påvirker transportmiddelvalg. Lav pålitelighet har gjennom mange år vært en utfordring for norsk godstransport på jernbane, og oppmerksomheten rundt dette har vært størst når strekninger har vært stengt over flere dager eller uker på grunn av for eksempel flom, ras eller jordskred. Like fullt er det for togtransport også dag til dag variasjoner i ankomsttidene.

I dette kapitlet vil vi se nærmere på både innstilte tog og variasjon i transporttiden. Etter en generell omtale av innstilte (kombi)tog og tilsvarende årsaker, ser vi videre på to case der transport av intermodale enheter på bane (heretter omtalt som containertransport<sup>6</sup> på jernbane) konkurrerer med vegtransport.

### 4.2 Casevalg

Når det gjelder jernbanetransport er det i hovedsak containertransport som konkurrerer med lastebiltransport, mens konkurransen med skipstransport er betydelig mindre, i hvert fall for innenrikstransport (Riksrevisjonen, 2018). For utenrikstransport er det også betydelig konkurranse mellom jernbane og lastebil for tømmertransport, mens containertransport på tog er i konkurranse både med lastebil og containerskip. Som i kapittel 3 har vi primærfokus på strekningene Oslo -Bergen og Oslo - Trondheim, ettersom det er i disse korridorene at konkurranseflatene mellom jernbane- og lastebiltransport er størst (Hovi et al, 2014) og ettersom dette er de to strekningene med størst volum fraktet med jernbane i Norge. I denne sammenhengen ser vi også på variabilitet i ankomsttidspunkt for containerterminalene Alnabru (Oslo), Nygårdstangen (Bergen) og Brattøra (Trondheim).

### 4.3 Innstilte tog

For årene 2012-2015 har vi fra TIOS totalt 45 849 observasjoner for containertog innenriks. Av disse oppgis 4 151 avganger (9,1%) som helt innstilte (tabell 4.1). Tabellen skiller imidlertid ikke mellom planlagte og uforutsette stengninger. Det vil være stor forskjell på hvordan planlagte og uforutsette stengninger kan håndteres av transportører. Varslede stengninger gjør at transportører kan skaffe tilveie alternativ transportkapasitet fra

---

<sup>6</sup> Kombitogene frakter containere, veksselflak og semitrailere. Det er imidlertid vanlig å omregne dette til en felles enhet, TEU (Twenty-foot Equivalent Unit). For enkelthets skyld omtaler vi dette i det følgende som containertransport på jernbane.

for eksempel utenlandske lastebiltransportører, mens når en banestrekning stenger brått og uforventet, vil det være et større problem med å få varene fram. Uansett fører både varslede og uventede stengninger av jernbane til økt usikkerhet og økte og uforutsigbare kostnader. Dette er bakgrunnen for at det er innført en ensidig midlertidig<sup>7</sup> kompensasjonsordning hvor Jernbanedirektoratet yter kompensasjon til jernbaneoperatørene ved hel- eller delinnstillinger av ruter som skyldes forhold ved infrastrukturen. En rute er innstilt når den ikke kan kjøres som planlagt, slik at toget ikke kommer frem til togets endestasjon. Ordningen inkluderer kompensasjon både til jernbaneforetaket (operatørene) og kunder som har gods eller planlagt gods på innstilt rute, og er innført for å styrke jernbanens konkurranseposisjon i Norge.

Tabell 4.1: Antall gjennomførte og innstilte avganger med containertog i Norge, 2012-2015.

År	Gjennomført (N)	Delinnstilt (P)	Innstilt (Y)	Totalt	Andel innstilt
2012	10 080		533	<b>10 613</b>	<b>5,0%</b>
2013	10 799		428	<b>11 227</b>	<b>3,8%</b>
2014	10 577		955	<b>11 532</b>	<b>8,3%</b>
2015	10 239	3*	2 235	<b>12 477</b>	<b>17,9%</b>
<b>Totalt</b>	<b>41 695</b>	<b>3*</b>	<b>4 151</b>	<b>45 849</b>	<b>9,1%</b>

\*Med unntak av tre avganger er alle delinnstilte tog på strekninger mellom Norge og Sverige.

Tabell 4.2 viser innstilte avganger av containertog mellom 2012 og 2015, fra og til forskjellige stasjoner. Det kan synes som om andel innstilte tog er økende fra 2013, samtidig som antall gjennomførte avganger er avtakende i samme tidsrom.

<sup>7</sup> Midlertidig fordi det avventes godkjenning fra overvåkingsorganet ESA.

Tabell 4.2: Innstilte containertog i Norge, 2012-2015.

År	Fra stasjon	Til stasjon									
		Alnabru	Bergen	Bodø	Fauske	Ganddal	Mo i Rana	Trondheim M	Trondheim S	Åndalsnes	Totalsum
2012	Alnabru		16			17		2	203	4	242
	Bergen	30									30
	Bodø								12		12
	Ganddal	10									10
	Trondheim S	214		10							224
	Åndalsnes	15									15
<b>2012 Totalt</b>		<b>269</b>	<b>16</b>	<b>10</b>		<b>17</b>		<b>2</b>	<b>215</b>	<b>4</b>	<b>533</b>
2013	Alnabru		46			31		25	93	31	226
	Bergen	61									61
	Ganddal	48									48
	Trondheim M	22									22
	Trondheim S	41		1							42
	Åndalsnes	29									29
<b>2013 Totalt</b>		<b>201</b>	<b>46</b>	<b>1</b>		<b>31</b>		<b>25</b>	<b>93</b>	<b>31</b>	<b>428</b>
2014	Alnabru		177			90		2	119	108	496
	Bergen	209									209
	Bodø								12		12
	Ganddal	82									82
	Mo i Rana								10		10
	Trondheim S	64		8			10				82
	Åndalsnes	64									64
<b>2014 Totalt</b>		<b>419</b>	<b>177</b>	<b>8</b>		<b>90</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>141</b>	<b>108</b>	<b>955</b>
2015	Alnabru		311			168			267	87	833
	Bergen	352									352
	Bodø								68		68
	Fauske								19		19
	Ganddal	158									158
	Kornsjø	1									1
	Mo i Rana								206		206
	Trondheim S	230		61	18		202				511
	Åndalsnes	87									87
<b>2015 Totalt</b>		<b>828</b>	<b>311</b>	<b>61</b>	<b>18</b>	<b>168</b>	<b>202</b>		<b>560</b>	<b>87</b>	<b>2 235</b>
<b>Totalsum</b>		<b>1 717</b>	<b>550</b>	<b>80</b>	<b>18</b>	<b>306</b>	<b>212</b>		<b>29</b>	<b>1 009</b>	<b>4 151</b>

Generelt tyder tabell 4.2 på en sterk økning i antall innstilte containertog gjennom 2013 og 2015, noe som er påfallende gitt at tabell 4.1 viste en moderat økning i totalt antall avganger i disse årene. Det fremkommer riktignok av tabell 4.1 at antall gjennomførte avganger er redusert i tidsrommet. Når vi ser på innstillinger fra uke til uke (vist i mer detalj senere) finner vi at det både i 2012 og 2013 var første halvåret som hadde flest innstillinger. For 2014 ser det ut til at antall innstilte tog var størst i løpet av sommermånedene og tidlig på høsten. Noe av den samme tendensen ser vi for 2015, men der øker antall innstilte tog også mot slutten av året.

Mange av innstillingene skyldes skader og reparasjoner etter ekstremvær. Våren 2012 gjorde jordras ved Støren for eksempel at Dovrebanen var stengt i 5 uker. I 2013 førte store flomskader i Gudbrandsdalen til at Dovrebanen var stengt i mange uker på vår og forsommeren. Sommeren 2014 var temperaturen høyere enn normalt, noe som førte til problemer med solslyng på en rekke banestrekninger. 200-års flom høsten samme år stengte Bergensbanen for en periode. I desember 2015 ble Sørlandsbanen stengt ved Egersund halvannen uke i midten av desember på grunn av skader etter flom.

I perioder er banestrekninger også stengt på grunn av nødvendig vedlikehold og forbedringer. Ofte legges dette til sommermånedene når det generelt er mindre trafikk, men ikke alltid. Dovrebanen var for eksempel stengt i hele november 2015 mellom Eidsvoll og Hamar fordi nye dobbeltspor skulle kobles inn.

Tog kan også bli innstilt fordi det ikke er tilstrekkelig godsgrunnlag til å fylle togene. Opprinnelig oppsatte tog kan erstattes med tog som går på andre tidspunkt og derfor med

annet tognummer (ekstratog), eller det kan være tidsslotts som systematisk ikke benyttes fordi etterspørselen endres eller ikke blir som forventet.

#### 4.3.1.1 Containertog fra Oslo (Alnabru) til Trondheim

For strekningen Oslo (Alnabru) - Trondheim gir tabell 4.3 en oversikt av antall gjennomførte og innstilte avganger med containertog i perioden 2012-2015. Tabellen viser at både antallet og andelen innstilte tog har økt fra 2013 til 2015, men at antall innstillinger i hvert av disse årene allikevel ligger lavere enn i 2012. I datasettet er det enkelte togavganger som står oppført som innstilte, men som i realiteten er gjennomført på et annet tidspunkt/en annen dag med nytt tognummer, og derfor er oppgitt som ekstratog. Dette gjaldt særlig året 2015. I tallmaterialet som presenteres er det korrigert for denne mekanismen.

Tabell 4.3: Antall containertog fra Alnabru til Trondheim 2012-2015\*

År	Gjennomført	Innstilt	Andel innstilt	Totalt
2012	1 647	203	11,0%	1 850
2013	1 523	76	4,8%	1 599
2014	1 393	118	7,8%	1 511
2015	1 500	150	9,1%	1 650
<b>Totalt</b>	<b>6 063</b>	<b>547</b>	<b>8,3%</b>	<b>6 610</b>

\*Innstilte tog er korrigert for ekstratog som er satt opp.

Hvis vi ser nærmere på hvordan innstilte tog fordeler seg på ukenummer fra 2012 til 2015 (tabell 4.4), ser vi tydelig effekten av jordras senvinteren 2012, flomskader våren 2013, og vedlikehold og forbedringer på banen sommeren 2015. I tabellen er ukene merket med gult hvis det har vært flere enn 3 innstillinger i løpet av en uke.

Tabell 4.4: Antall\* innstilte og gjennomførte avganger av containertog mellom Alnabru og Trondheim fordelt etter ukenummer, 2012-2015. Alle uker med mer enn 3 innstilte avganger er merket med gult.

Ukenr.	2012			2013			2014			2015		
	Gjennomført	Innstilt	Totalt	Gjennomført	Innstilt	Totalt	Gjennomført	Innstilt	Totalt	Gjennomført	Innstilt	Totalt
1	38		38	26	2	28	18	12	30	5	2	7
2	36	2	38	31	5	36	28		28	20	1	21
3	33	5	38	34	3	37	28		28	20	1	21
4	38		38	33	3	36	28		28	20	1	21
5	38		38	33		33	28		28	26	1	27
6	37	1	38	33		33	28		28	31	2	33
7	38		38	34		34	27	1	28	31	2	33
8	38		38	33		33	28		28	32	1	33
9	38		38	29	4	33	30		30	32	1	33
10	38		38	32	1	33	26	2	28	33		33
11	21	18	39	33		33	29		29	32	1	33
12	19	19	38	33		33	28		28	32	1	33
13	16	18	34	16		16	27	1	28	32	1	33
14				29	1	30	23	5	28	17		17
15	13	22	35	33		33	27	1	28	30		30
16	20	18	38	26	7	33	12		12	31	2	33
17	20	18	38	33		33	24	1	25	33		33
18	19	13	32	25	3	28	22	1	23	27	3	30
19	28	10	38	28		28	27	1	28	32	1	33
20	28	2	30	23	1	24	27		27	26	2	28
21	34		34	15	15	30	23	4	27	29	1	30
22	35		35	28	5	33	20	3	23	30		30
23	38		38	21	12	33	24	1	25	32	1	33
24	33	5	38	29	4	33	19	1	20	32	1	33
25	36	1	37	29	4	33	24	8	32	27	6	33
26	32	1	33	32	1	33	32		32	32	2	34
27	30	3	33	31	1	32	30	2	32	28	6	34
28	32	1	33	27		27	22	10	32	26	7	33
29	29	4	33	27		27	25	7	32	25	8	33
30	29	4	33	20	8	28	23	10	33	28	5	33
31	32	1	33	33		33	30	2	32	28	6	34
32	32	1	33	33		33	31	2	33	28	6	34
33	38		38	33		33	31	1	32	28	6	34
34	38		38	33		33	32		32	31	3	34
35	33	5	38	31	2	33	30	2	32	31	3	34
36	39		39	32	1	33	31	1	32	32	2	34
37	34	4	38	33		33	31	1	32	31	3	34
38	38		38	30	3	33	32		32	32	2	34
39	32	6	38	33		33	31	1	32	30	4	34
40	37	1	38	33		33	21	11	32	32	2	34
41	37	2	39	33		33	32		32	31	3	34
42	36	2	38	32		32	31	1	32	31	3	34
43	37	1	38	15		15	32		32	32	2	34
44	37	1	38	33		33	25	7	32	31	3	34
45	37	1	38	29	4	33	32		32	28	6	34
46	37	1	38	33		33	32		32	27	7	34
47	35	3	38	32	1	33	31	1	32	33	1	34
48	37	1	38	33		33	31	1	32	25	9	34
49	37	1	38	32	1	33	32		32	31	3	34
50	33	4	37	33		33	32		32	31	3	34
51	32	2	34	28		28	21		21	31	1	32
52	15	1	16	10		10	5	16	21	19	6	25
53										16	6	22
<b>Totalsum</b>	<b>1647</b>	<b>203</b>	<b>1850</b>	<b>1523</b>	<b>92</b>	<b>1615</b>	<b>1393</b>	<b>118</b>	<b>1511</b>	<b>1500</b>	<b>150</b>	<b>1650</b>

\*Noen mindre forskjeller i totalsommene, sammenliknet med tabell 4.3, skyldes ek.stratog som er satt opp i andre uker enn det innstilte toget.

Vi har i dette avsnittet sett på containertrafikk fra Alnabru til Trondheim. Hvis vi ser på tilsvarende godstrafikk i motsatt retning er bildet nesten helt likt. Forklaringen til dette er logisk: Tog som går i en retning ville også kjørt samme strekning tilbake. Når en strekning er stengt vil avganger i begge retninger påvirkes fordi jernbanen i hovedsak er enkeltsporet.

### 4.3.2 Containertog fra Oslo (Alnabru) til Bergen

For strekningen Oslo (Alnabru) - Bergen gir tabell 4.5 en oversikt av antall gjennomførte og innstilte avganger med containertog i perioden 2012-2015. Tabellen viser at både antallet og andelen innstilte tog har økt fra 2012 til 2015. Som for strekningen Alnabru-Trondheim inneholder datamaterialet «støy» i form av ekstratog, men i betydelig mindre grad enn på strekningen mellom Alnabru og Trondheim. Igjen har vi i tallmaterialet korrigert for dette.

Et større problem viser seg å være at oppsatte tidsslots som er tildelt, men ikke benyttes, registreres som innstilte tog. Særlig i 2015 er dette en utfordring; vi finner f.eks. 49 avganger med tognummer 5933 som er registrert som innstilte, men i realiteten er dette slots som er satt opp hver tirsdag gjennom hele året, men som ikke benyttes. Vi har prøvd å korrigere for slike mekanismer så langt det lar seg gjøre. Tallene må derfor tolkes forsiktig.

Tabell 4.5. Antall containertog fra Alnabru til Bergen 2012-2015\*

År	Gjennomført	Innstilt	Andel innstilt	Totalt
2012	1 448	16	1,1%	1 464
2013	1 604	46	2,8%	1 650
2014	1 724	177	9,3%	1 901
2015	1 666	308	15,6%	1 974
<b>Totalt</b>	<b>6 442</b>	<b>547</b>	<b>7,8%</b>	<b>6 989</b>

\*Innstilte tog er korrigert for ekstratog som er satt opp.

Tabell 4.6 viser hvordan innstilte tog mellom Oslo og Bergen fordeler seg over uker fra 2012 til 2015. Som for Dovrebanen er ras og flom noen av hovedårsakene til innstilte tog. Mens det generelt var få innstillinger i 2012 og 2013, førte ras ved Mjølfjell i oktober 2013 til at banen ble helt stengt i flere dager. Tilsvarende ble Bergensbanen stengt i en ukes tid 30. oktober på grunn av store nedbørmengder og vann i sporet i 2014. Helt på tampen av året ble Bergensbanen igjen stengt på grunn av stein- og jordras ved Dalekvam. Økningen i antall innstilte tog sommermånedene 2014 har et mer sammensatt bilde. Det har vært midlertidig stans på banestrekningen på grunn av strømstans, men det er nærliggende å tro at en del tog er innstilt på grunn av mindre godsvolum i sommermånedene og tidsslots som ikke benyttes. Antall tog som skulle gått ligger på 40 avganger i uken fra sommeren 2014, mens det tilsvarende tallet i 2013 var betydelig lavere (mellom 20 og 30 avganger). I 2015 er det svært mange innstilte avganger, og som nevnt før er ubenyttede slots en del av forklaringen her. Siste halvår 2015 var også en spesiell periode, da arbeidet med avvikling av CargoLink sin virksomhet startet, med full avvikling fra mars 2016. Andre operatører overtok gradvis deres ruter i begynnelsen av 2016, noe som vi ikke har hatt data for.

Tabell 4.6: Antall innstilte\* og gjennomførte containertog mellom Alnabru og Bergen fordelt etter ukenummer, 2012-2015. Alle uker med mer enn 3 innstilte avganger er merket med gult.

Ukenr.	2012			2013			2014			2015		
	Gjennomført	Innstilt	Totalt	Gjennomført	Innstilt	Totalt	Gjennomført	Innstilt	Totalt	Gjennomført	Innstilt	Totalt
1	30		30	25		26	25	11	36	8	4	12
2	30		30	34	1	35	35		35	35	3	38
3	30		30	35		35	34	1	35	34	2	36
4	30		30	35		35	35		35	36		36
5	30		30	37		37	35		35	36		36
6	30		30	35		35	35		35	36		36
7	30		30	35		35	35		35	23	13	36
8	30		30	35		35	35		35	36		36
9	30		30	35		35	35		35	36		36
10	30		30	35		35	35		35	36		36
11	30		30	35		35	35		35	36		36
12	30		30	35		35	35		35	36		36
13	30		30	16	1	17	34	1	35	35	1	36
14	14		14	31		31	35		35	18	5	23
15	23	3	26	33	2	35	35		35	32	4	36
16	29		29	35		35	12		12	39	1	40
17	30		30	35		35	30		30	40		40
18	24		24	27		27	24		24	31	8	39
19	30		30	27		27	35		35	39	1	40
20	19	5	24	24		24	35		35	30	4	34
21	27		27	32		32	35		35	33	3	36
22	27		27	35		35	26		26	34	2	36
23	30		30	35		35	31		31	31	5	36
24	30		30	35		35	30	3	33	31	5	36
25	28	1	29	34	1	35	36	4	40	36	4	40
26	15	1	16	31		31	36	4	40	34	6	40
27	12	4	16	25		25	28	12	40	31	9	40
28	16		16	20		20	21	19	40	28	12	40
29	16		16	20		20	22	18	40	19	21	40
30	16		16	22		22	26	14	40	23	17	40
31	16		16	26		26	28	12	40	24	16	40
32	21		21	26		26	33	7	40	31	9	40
33	26		26	27		27	32	8	40	29	11	40
34	30		30	35		35	34	6	40	26	14	40
35	30		30	35		35	35	5	40	30	10	40
36	33		33	35		35	35	7	42	29	11	40
37	30		30	35		35	40		40	35	5	40
38	30		30	35		35	40		40	35	5	40
39	28	2	30	34	1	35	37	3	40	34	6	40
40	32		32	33	2	35	40		40	34	6	40
41	35		35	2	33	35	40		40	36	4	40
42	35		35	31	4	35	39	1	40	38	2	40
43	35		35	35		35	39	1	40	36	4	40
44	35		35	35		35	22	19	41	34	6	40
45	35		35	35		35	40		40	35	5	40
46	35		35	35		35	40		40	34	6	40
47	35		35	35		35	40		40	36	4	40
48	35		35	35		35	40	2	42	32	8	40
49	35		35	35		35	40		40	30	10	40
50	35		35	35		35	40	1	41	32	8	40
51	33		33	34		34	37		37	35		35
52	13		13	8		8	13	18	30	15	16	31
53										14	12	26
<b>Totalsum</b>	1448	16	1464	1604	46	1650	1724	177	1901	1666	308	1974

\*Noen småforskjeller i totalsommene, sammenliknet med tabell 4.5, skyldes ekstratog som er satt opp i andre uker enn det innstilte toget.

Hvis vi ser på containertrafikk i motsatt retning i samme periode ser vi, som forventet, det samme mønsteret som beskrevet ovenfor for de ulike årene.



## 4.4 Forsinkelser og variabilitet i ankomsttid

For at jernbanen skal kunne konkurrere med andre transportmidler for godstransport, er det viktig at varene leveres til avtalt tid. Dette gjelder ikke bare usikkerhet knyttet til innstilte tog, men også sannsynligheten for at toget ankommer presist. Jernbanesektoren har vært opptatt av å måle forsinkelser og å gjøre disse så små som mulig. Gjennomsnittlige forsinkelser er en indikasjon på hvor mye man kan forvente at et tog er forsinket, men disse gjennomsnittsverdiene sier ikke noe om hvor store variasjoner det er i forsinkelser når de først oppstår. Dette er viktig da store dag- til dag- variasjoner i ankomsttidene for godstransport på jernbanen gjør transporten mindre forutsigbar. Mindre variasjoner i forsinkelser vil være lettere å håndtere og ta høyde for når de oppstår. Variabilitet i ankomsttid er derfor et viktig mål for å kunne si noe om hvor pålitelig godstrafikken på ulike strekninger er, og hvordan den utvikler seg over tid. Vi vil i dette avsnittet se nærmere på både gjennomsnittlig forsinkelse og standardavviket til forsinkelsene som mål på variasjonen i ankomsttid.

Selv om datamaterialet viser at tog regelmessig ankommer for tidlig, vil vi her ha fokus kun på forsinkelser. I motsetning til forsinkelser vil det sjeldent være et problem at godset ankommer for tidlig. For tidlige ankomster har dessuten som regel et mye mindre avvik til forventet ankomsttidspunkt enn forsentkommende tog. Vi har derfor satt alle fortidlige ankomster lik null, det vil si at de ansees som presise i vår analyse.

### 4.4.1 Forsinkelser med containertog

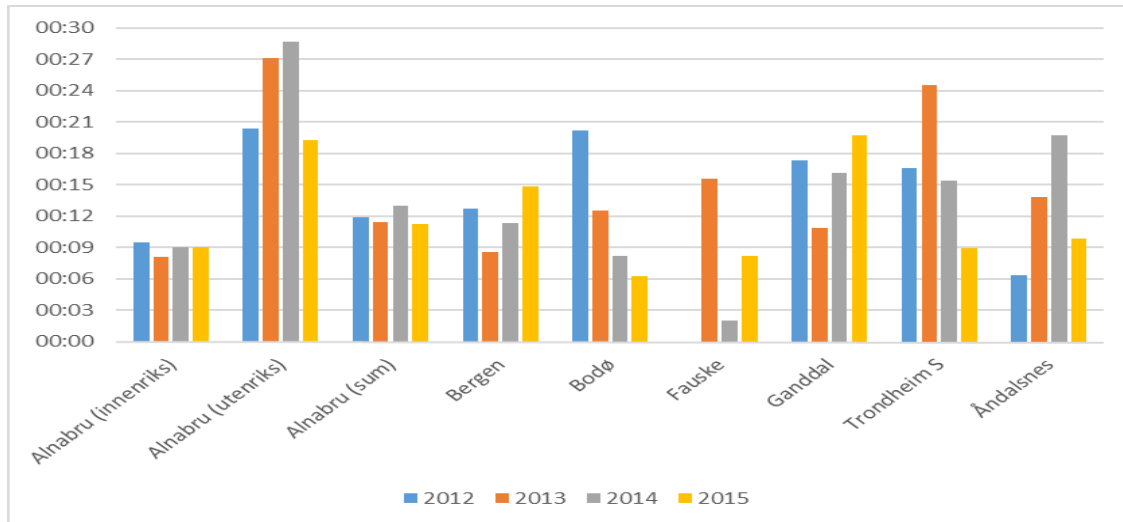
Tabell 4.7 illustrerer gjennomsnittlig forsinkelse til terminal for årene 2012-2015, for en rekke terminaler. Til illustrasjon skiller tabellen mellom ankomster til Alnabru med innenriks tog og tog med opprinnelse i utlandet. De andre terminalene mottar kun godstog med opprinnelsesstasjon innen Norge og i resten av kapitlet fokuserer vi kun på innenriksstog.

Tabell 4.7: Gjennomsnittlig forsinkelse til terminal for årene 2012 til 2015 og gjennomsnittet for de fire årene samlet. Tall i timer og minutter.

Stasjon	2012	2013	2014	2015	Totalt
Alnabru (innenriks)	00:09	00:08	00:09	00:09	00:09
Alnabru (utenriks)	00:20	00:27	00:29	00:19	00:24
Alnabru (sum)	00:12	00:11	00:13	00:11	00:12
Bergen	00:13	00:09	00:11	00:15	00:12
Bodø	00:20	00:13	00:08	00:06	00:12
Fauske	NA	00:16	00:02	00:08	00:11
Ganddal	00:17	00:11	00:16	00:20	00:16
Trondheim S	00:17	00:25	00:15	00:09	00:16
Åndalsnes	00:06	00:14	00:20	00:10	00:12
Totalsum*	00:13	00:12	00:12	00:11	00:12

\* Totalsummen inkluderer kun innenriksstogene til Alnabru.

Det framkommer av tabellen at forsinkelsene, samlet sett, har gått ned, sammenliknet med tidligere år. Vi ser videre at det, sett over hele perioden 2012-2015, er forholdsvis små forskjeller mellom de ulike ankomstterminalene, med unntak av Trondheim og Ganddal (Sandnes) som har størst forsinkelser. Fra år til år er det likevel betydelige forskjeller i gjennomsnittsforsinkelser for alle terminaler unntatt for innenrikstrafikken til Alnabru (figur 4.1). Utenrikstrafikken til Alnabru har den største gjennomsnittlige forsinkelsen.



Figur 4.1: Gjennomsnittlige forsinkelser til ankomsttid pr terminal 2012-2015 målt i timer og minutter.

Mens den gjennomsnittlige forsinkelsen tilsynelatende ser nokså liten ut er det store variasjoner i standardavviket. Tabell 4.8 viser hvordan lengden på forsinkelsene fordeler seg. Det er vanlig å definere godstog som i rute hvis de er mindre enn 15 minutter forsinket til terminal. Fra tabellen ser vi at dette gjelder for 88 prosent av alle containertog. Av togene som ankommer etter rutetid, ankommer 62 prosent innenfor 15 minutter etter ruteplanen. Videre ankommer nesten like mange containertog (10-11 prosent) mellom 15 og 30 minutter etter planlagt tid, som mellom 30 minutter til 1 times forsinkelse. 9 prosent av togene ankommer terminalen 2 timer eller mer etter forventet ankomsttid.

Tabell 4.8: Forsinkede innenriks containertog i perioden 2012-2015.

Forsinkelse, minutter	Antall tog	Andel av total	Andel av forsinket
0	38 466	69%	
0:01-14:59	8 047	19%	62%
15:00-29:59	1 496	4%	11%
30:00-59:59	1 275	3%	10%
60:00-119:59	1 044	3%	8%
120:00 og mer	1 159	3%	9%
Sum	41 487	100%	100%

Tabellene 4.9, 4.10, og 4.11 viser hvordan gjennomsnittlig forsinkelse varierer mellom ukedager for jernbaneterminalene i hhv Trondheim, Bergen, og Alnabru, i perioden 2012-2015.

Tabell 4.9: Gjennomsnittlig forsinkelse til Trondheim for årene 2012 til 2015 og gjennomsnittet for de fire årene samlet. Tall i timer og minutter.

	2012	2013	2014	2015	Totalt
Mandag	00:20	00:29	00:28	00:14	00:22
Tirsdag	00:18	00:26	00:16	00:11	00:18
Onsdag	00:21	00:26	00:18	00:09	00:19
Torsdag	00:19	00:25	00:13	00:09	00:17
Fredag	00:09	00:17	00:07	00:03	00:09
Lørdag	00:09	00:18	00:03	00:02	00:07
Søndag	00:10	00:26	00:14	00:05	00:14
Gjennomsnitt	00:17	00:25	00:15	00:09	00:16

Tabell 4.10: Gjennomsnittlig forsinkelse til Bergen for årene 2012 til 2015 og gjennomsnittet for de fire årene samlet. Tall i timer og minutter.

	2012	2013	2014	2015	Totalt
Mandag	00:15	00:07	00:12	00:16	00:12
Tirsdag	00:14	00:08	00:11	00:25	00:14
Onsdag	00:17	00:12	00:08	00:11	00:12
Torsdag	00:14	00:10	00:15	00:11	00:12
Fredag	00:06	00:04	00:12	00:03	00:06
Lørdag	00:01	00:15	00:05	00:00	00:07
Søndag	00:04	00:03	00:12	00:16	00:09
Gjennomsnitt	00:13	00:09	00:11	00:15	00:12

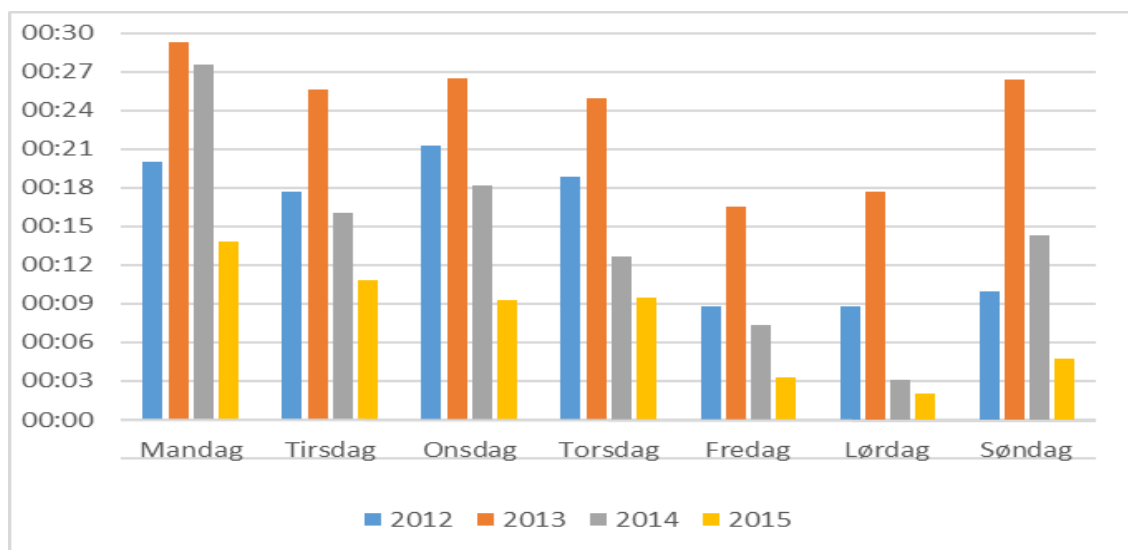
Tabell 4.11: Gjennomsnittlig forsinkelse til Alnabru\* for årene 2012 til 2015 og gjennomsnittet for de fire årene samlet. Tall i timer og minutter.

	2012	2013	2014	2015	Totalt
Mandag	00:10	00:10	00:11	00:10	00:10
Tirsdag	00:08	00:07	00:10	00:09	00:08
Onsdag	00:11	00:08	00:08	00:08	00:09
Torsdag	00:10	00:07	00:11	00:08	00:09
Fredag	00:07	00:11	00:06	00:12	00:09
Lørdag	00:06	00:06	00:03	00:04	00:05
Søndag	00:14	00:06	00:13	00:08	00:10
Gjennomsnitt	00:09	00:08	00:09	00:09	00:09

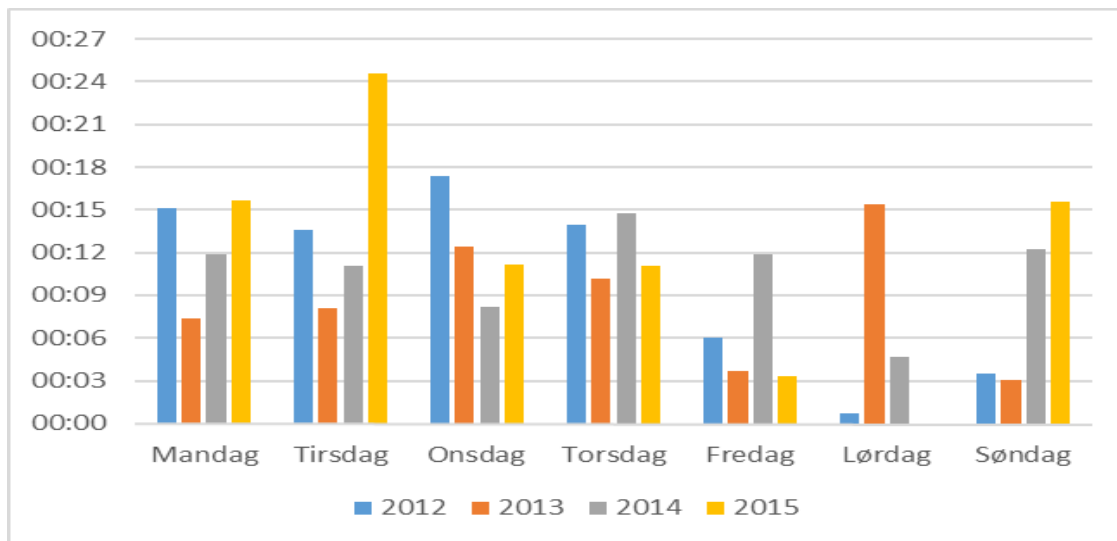
\* Kun for godstog men opprinnelsesstasjon innen Norge.

For både Trondheim og Bergen er det i store trekk størst forsinkelser for containertog som ankommer tidlig i uken. For ankomst til Alnabru er det mandag, fredag og søndag som har høyest gjennomsnittlig forsinkelse.

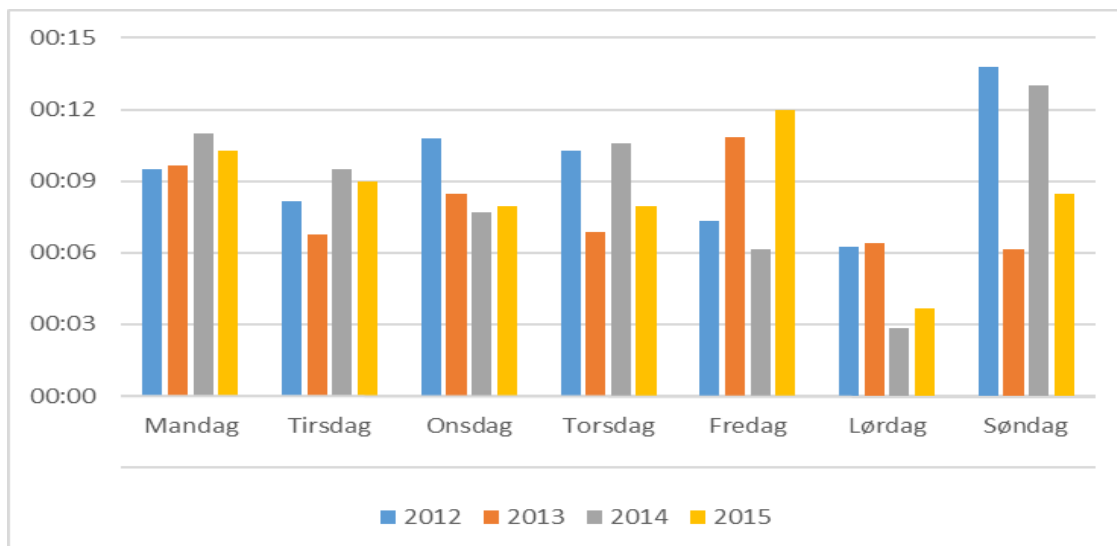
Videre er det påfallende at gjennomsnittlige forsinkelser viser stor variasjon fra år til år. Dette gjelder særlig for Trondheim og Bergen (hhv figur 4.2 og 4.3), men også for Alnabru (figur 4.4) er det betydelig variabilitet i gjennomsnittlige forsinkelser gjennom perioden 2012-2015.



Figur 4.2: Gjennomsnittlige forsinkelser til Trondheim i perioden 2012-2015, fordelt over ukedag. Tall i timer og minutter.

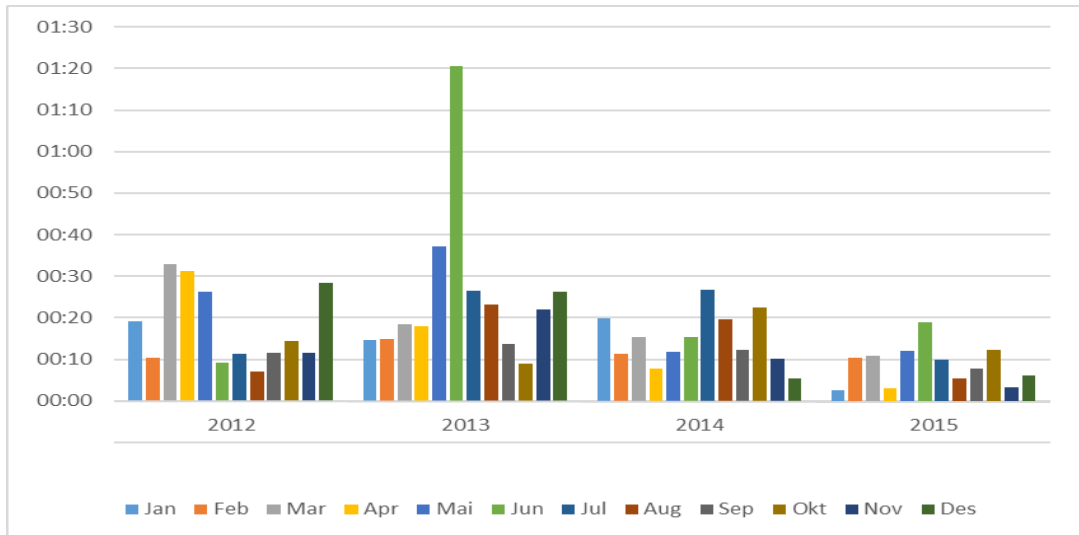


Figur 4.3: Gjennomsnittlige forsinkelser til Bergen i perioden 2012-2015, fordelt over ukedag. Tall i timer og minutter.

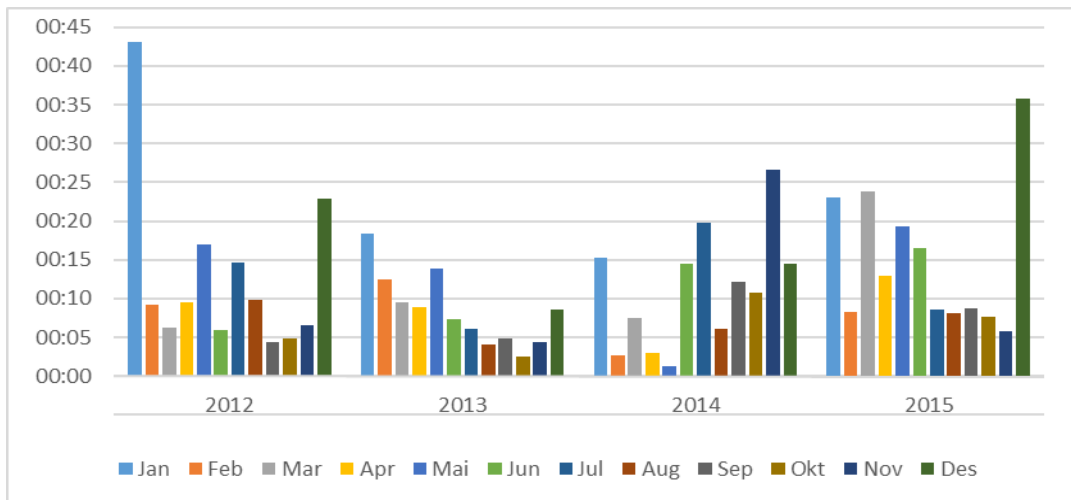


Figur 4.4: Gjennomsnittlige forsinkelser til Alnabru i perioden 2012-2015, fordelt over ukedag. Tall i timer og minutter.

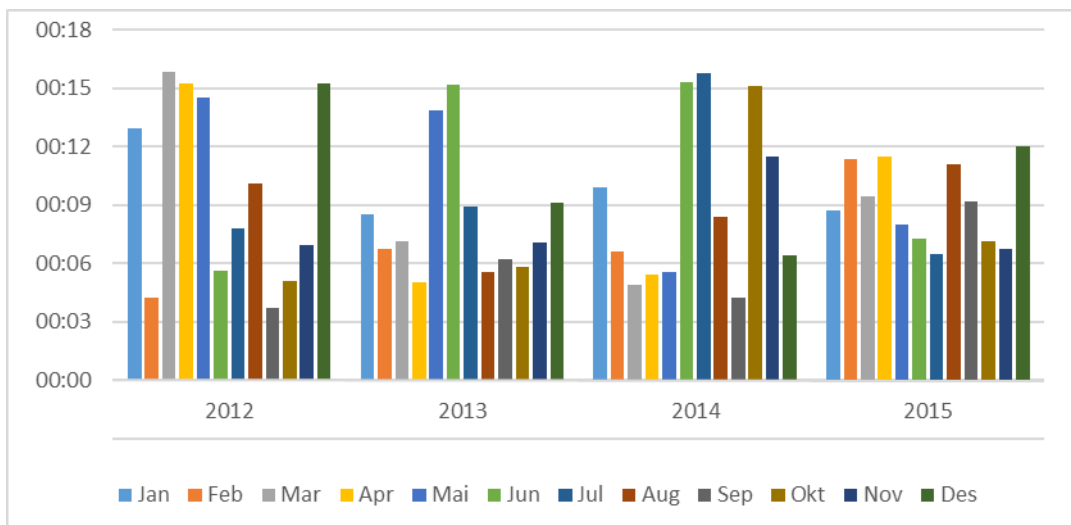
Figurene 4.5, 4.6 og 4.7 viser gjennomsnittlige forsinkelser til hhv Trondheim, Bergen, og Alnabru, fordelt over måneder.



Figur 4.5: Gjennomsnittlig forsinkelse for containertog med ankomst Trondheim, fordelt over måneder, for 2012-2015. Tall i timer og minutter.



Figur 4.6: Gjennomsnittlig forsinkelse for containertog med ankomst Bergen, fordelt over måneder, for 2012-2015. Tall i timer og minutter.



Figur 4.7: Gjennomsnittlig forsinkelse for containertog med ankomst Alnabru, fordelt over måneder, for 2012-2015. Tall i timer og minutter.

Vi ser en tendens til at forsinkelsene øker i sommermånedene for ankomst til Trondheim. Problemene etter flommen i Gudbrandsdalen våren 2013, finner vi tydelig igjen i figur 4.7. Den samme klare tendensen ser vi ikke for containertog med ankomst Bergen eller Alnabru: På Bergensbanen ser forsinkelser ut til å være størst i vintermånedene, mens det for ankomst Alnabru ikke er noe mønster.

#### 4.4.2 Variabilitet i ankomsttid

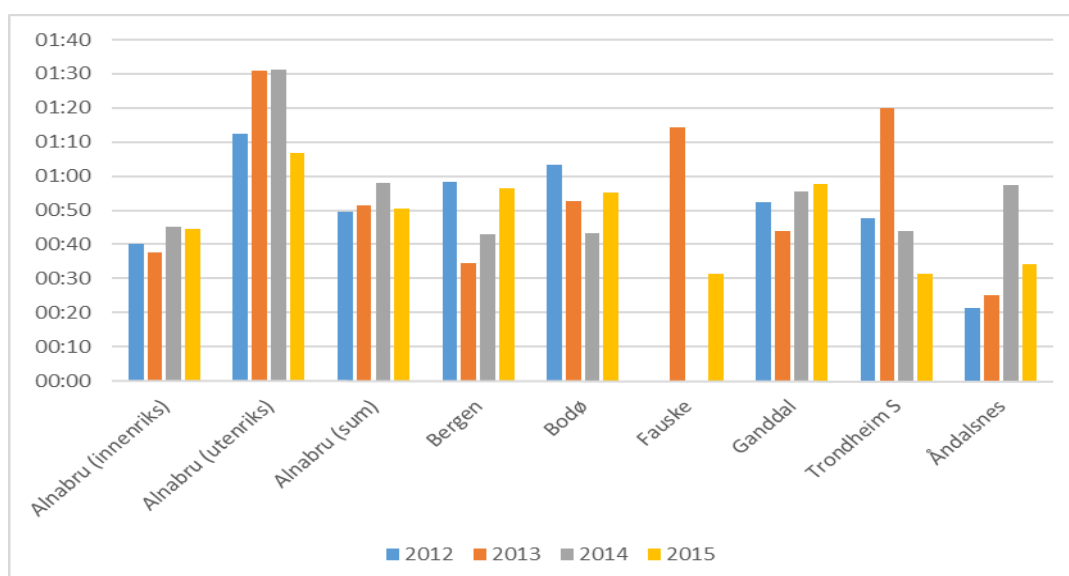
I tillegg til gjennomsnittlige forsinkelser, kan spredningen i forsinkelser måles ved standardavviket. Dette sier noe om hvor langt den enkelte forsinkelse ligger fra gjennomsnittlig forsinkelse. Stor spredning i forsinkelsene gjør at faktisk ankomsttid blir mindre forutsigbar. Tabell 4.12 viser standardavviket for de ulike ankomstterminalene, for årene 2012-2015. Til illustrasjon skiller tabellen også her mellom tog som ankommer Alnabru fra en opprinnelsesstasjon innen Norge, og tog som ankommer fra utlandet.

Tabell 4.12: Standardavvik til ankomsttidspunkt pr terminal i 2012-2015. Tall er oppgitt i timer og minutter.

Ankomstterminal	2012	2013	2014	2015	Totalsum
Alnabru (innenriks)	00:40	00:38	00:45	00:44	00:42
Alnabru (utenriks)	01:12	01:31	01:31	01:07	01:20
Alnabru (sum)	00:50	00:51	00:58	00:50	00:52
Bergen	00:58	00:35	00:43	00:56	00:49
Bodø	01:03	00:53	00:43	00:55	00:54
Fauske	NA	01:14	NA	00:31	00:55
Ganddal	00:52	00:44	00:56	00:58	00:52
Trondheim S	00:48	01:20	00:44	00:32	00:54
Åndalsnes	00:21	00:25	00:57	00:34	00:37
<b>Totalsum</b>	<b>00:48</b>	<b>00:50</b>	<b>00:46</b>	<b>00:46</b>	<b>00:48</b>

\* Totalsummen inkluderer kun innenrikstog til Alnabru.

Det framkommer av tabellen at, summert over de ulike årene er størrelsen på standardavvikene mellom terminalene relativt lik, med unntak av Åndalsnes og i mindre grad Alnabru, der standardavviket er betydelig lavere. Når vi derimot går inn på de enkelte årene er det til dels store forskjeller i størrelsen på standardavvikene. Dette kommer tydelig fram i figur 4.8. Fra figuren ser det også ut til at standardavviket over perioden 2012-2015 reduseres for Trondheim, men øker for de fleste andre terminaler.



Figur 4.8: Standardavvik til ankomsttidspunkt pr terminal 2012-2015. Tall i timer og minutter.

Når vi ser på hvordan spredningen i forsinkelser fordeler seg over ukedagene, tegner det seg ganske forskjellige bilder avhengig av hvilken ankomstterminal vi ser på. Tabell 4.13, 4.14 og 4.15 viser spredningen i forsinkelser etter ukedag for containertog som ankommer hhv Trondheim, Bergen og Alnabru, for perioden 2012-2015.

Tabell 4.13: Standardavvik til forsinkelser etter ukedag for containertog som ankommer Trondheim, 2012-2015. Tall i timer og minutter.

	2012	2013	2014	2015	Totalt
Mandag	00:50	01:26	01:03	00:42	01:03
Tirsdag	00:49	01:20	00:37	00:32	00:53
Onsdag	00:53	01:17	00:47	00:35	00:55
Torsdag	00:53	01:20	00:38	00:32	00:55
Fredag	00:35	01:11	00:26	00:15	00:44
Lørdag	00:36	01:23	00:19	00:11	00:45
Søndag	00:35	01:26	00:53	00:14	00:54
<b>Gjennomsnitt</b>	<b>00:48</b>	<b>01:20</b>	<b>00:44</b>	<b>00:32</b>	<b>00:54</b>

Tabell 4.14: Standardavvik til forsinkelser etter ukedag for containertog som ankommer Bergen, 2012-2015. Tall i timer og minutter.

	2012	2013	2014	2015	Totalt
Mandag	01:32	00:28	00:51	00:49	00:58
Tirsdag	00:54	00:28	00:34	01:19	00:53
Onsdag	00:59	00:43	00:26	00:47	00:45
Torsdag	00:44	00:42	00:54	00:56	00:50
Fredag	00:24	00:14	00:50	00:11	00:30
Lørdag	00:04	01:08	00:22	-	00:41
Søndag	00:21	00:12	00:43	00:50	00:37
<b>Gjennomsnitt</b>	<b>00:58</b>	<b>00:35</b>	<b>00:43</b>	<b>00:56</b>	<b>00:49</b>

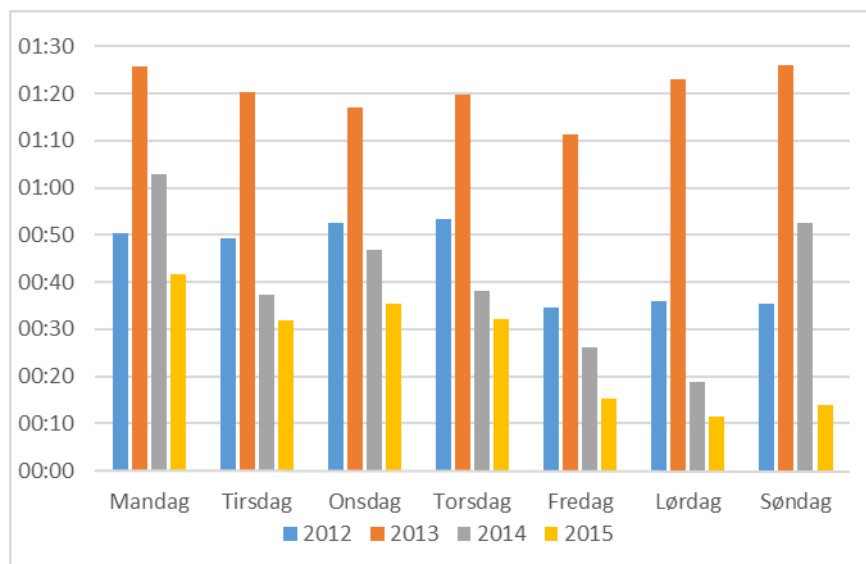
Tabell 4.15: Standardavvik til forsinkelser etter ukedag for containertog som ankommer Alnabru\*, 2012-2015. Tall i timer og minutter.

	2012	2013	2014	2015	Totalt
Mandag	00:40	00:45	00:54	00:44	00:46
Tirsdag	00:40	00:27	00:42	00:42	00:38
Onsdag	00:41	00:37	00:33	00:43	00:39
Torsdag	00:42	00:36	00:54	00:37	00:43
Fredag	00:33	00:46	00:35	00:59	00:45
Lørdag	00:27	00:35	00:14	00:20	00:26
Søndag	00:54	00:26	01:05	00:45	00:49
<b>Gjennomsnitt</b>	<b>00:40</b>	<b>00:38</b>	<b>00:45</b>	<b>00:44</b>	<b>00:42</b>

\* Kun for godstog men opprinnelsesstasjon innen Norge.

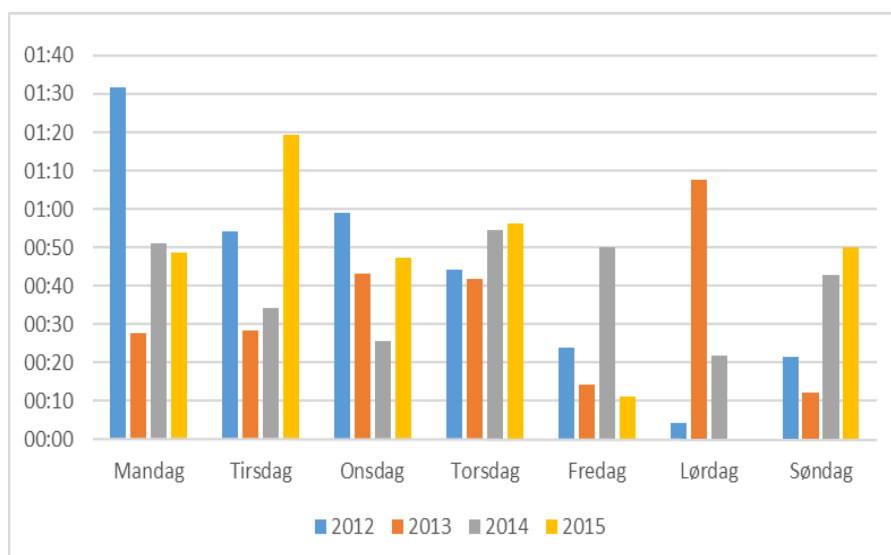
For Trondheim viser variasjonen i forsinkelser et ganske likt mønster for de ulike ukedagene for de enkelte år. Mellom årene er det imidlertid store forskjeller; 2013 skiller seg for eksempel ut som et spesielt vanskelig år, mens 2015 er det året med klart minst variasjon i forsinkelser, og på fredager, lørdager og søndager er variasjonen i forsinkelser betydelig mindre enn på andre ukedager dette året.

Når vi ser på Bergen som ankomstterminal, er bildet mer utydelig, men med enkelte unntak ser variasjonen i forsinkelser ut til å være lavere de tre siste ukedagene for alle fire årene. For Alnabru ser spredningen i forsinkelser ut til å være ganske lik over de fire årene, men med en klar tendens til at variasjonen i forsinkelser øker utover uken, fra tirsdag, med størst variasjon i helgene og delvis på mandager. Disse observasjoner kommer også tydelig fram i figur 4.9, 4.10 og 4.11.

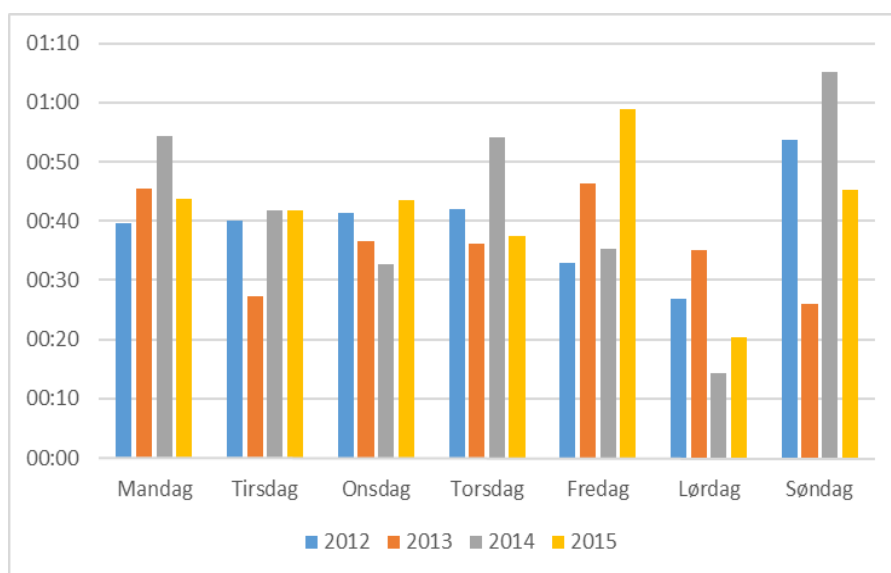


Figur 4.9: Standardavvik til forsinkelser for ankomst til Trondheim i perioden 2012-2015, fordelt over ukedag. Tall i timer og minutter.



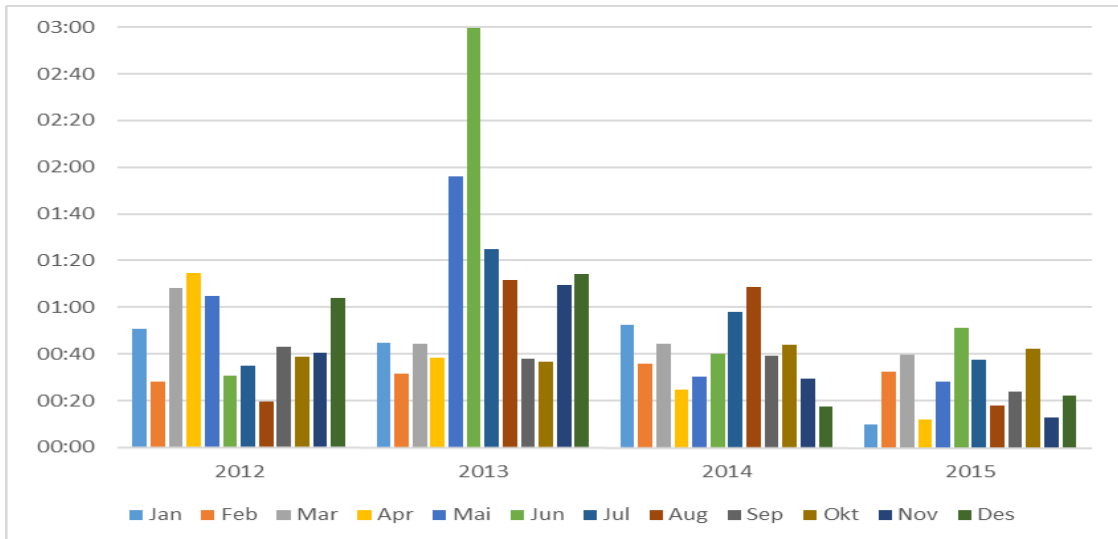


Figur 4.10: Standardavvik til forsinkelser for ankomst til Bergen i perioden 2012-2015, fordelt over ukedag. Tall i timer og minutter.

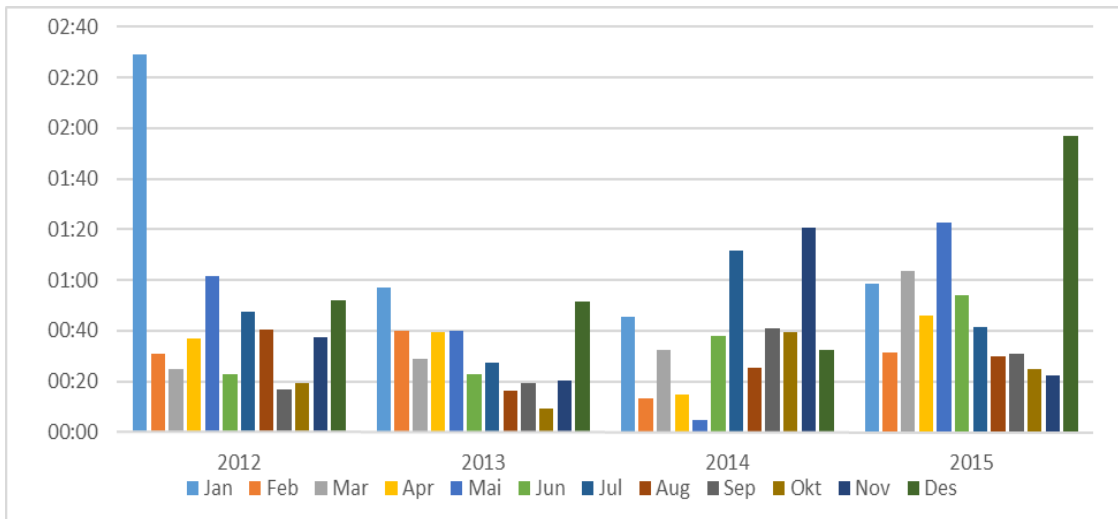


Figur 4.11: Standardavvik til forsinkelser for ankomst til Alnabru i perioden 2012-2015, fordelt over ukedag. Tall i timer og minutter.

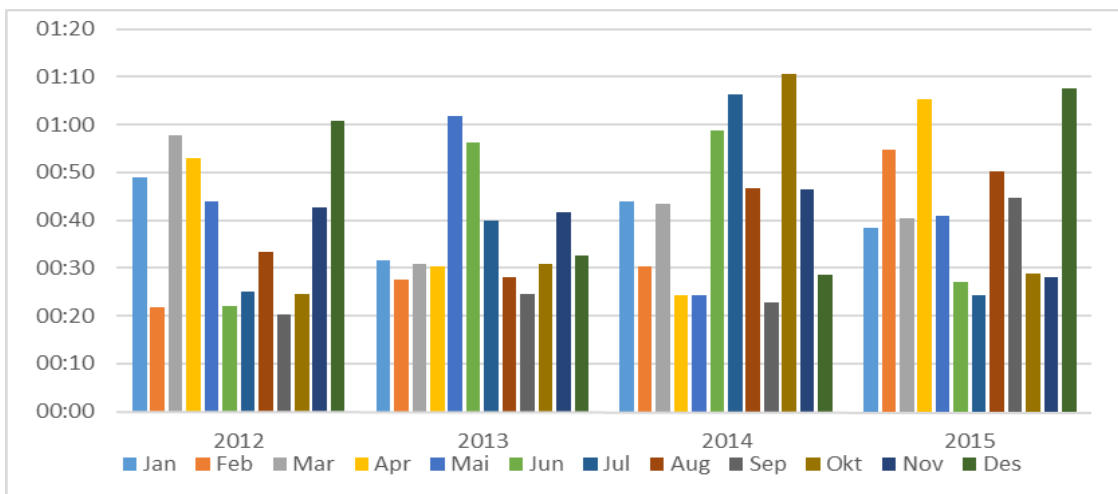
Figur 4.12, 4.13 og 4.14 viser spredningen i forsinkelser etter måned i året, for containertog som ankommer Trondheim, Bergen og Alnabru, for perioden 2012-2015.



Figur 4.12: Standardavvik til forsinkelser for ankomst til Trondheim i perioden 2012-2015, fordelt over måned. Tall i timer og minutter.



Figur 4.13: Standardavvik til forsinkelser for ankomst til Bergen i perioden 2012-2015, fordelt over måned. Tall i timer og minutter.



Figur 4.14: Standardavvik til forsinkelser for ankomst til Alnabru i perioden 2012-2015, fordelt over måned. Tall i timer og minutter.

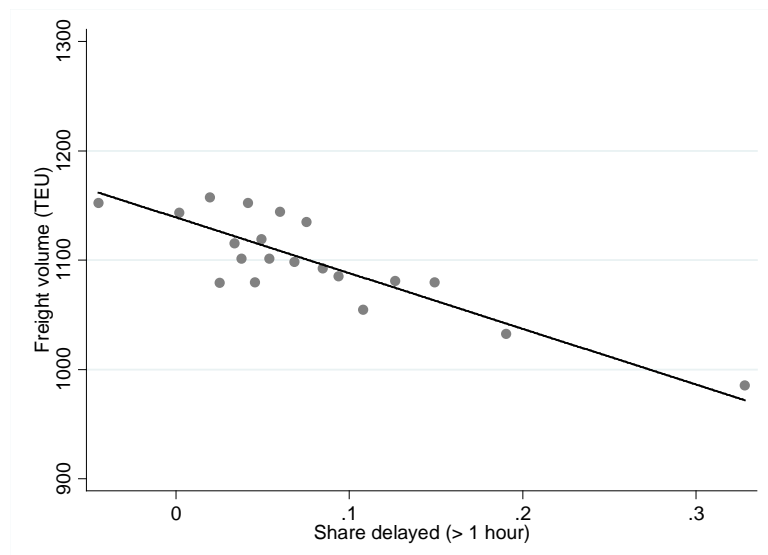
Også her ser vi at bildet er noe forskjellig for de ulike ankomstterminalene. Ved ankomst Trondheim ser det ut til at variasjonene i forsinkelser generelt er størst i sommermånedene. For Alnabru ser det ut til å være motsatt, mens funnene er mer uklare for Bergen. Videre er det store forskjeller fra måned til måned og over de ulike årene for de ulike terminalene. Mens 2013 skiller seg ut som et år med spesielt mye variasjon i forsinkelser på Dovrebanen, er forsinkelser dette året mest forutsigbare for Bergensbanen.

## 4.5 Markedseffekter av forsinkede godstog

I et pågående arbeid på TØI har man sett nærmere på effekten som forsinkelser har på etterspørselen etter godstransport på jernbane (Halse et. al. 2017). Dataene dekker 28 ulike strekninger for årene 2008-2013, med godsvolum og pålitelighet (målt ved forsinkelser) på månedsnivå.

Når det gjelder betydningen av forsinkelser spiller tidsslakk en viktig rolle, spesielt knyttet til godstransport. Mange av forsinkelsene er relativt små. Mindre forsinkelser vil i mange tilfeller ha liten betydning for den videre behandlingen av godset, nettopp fordi det er lagt inn slakk som tar høyde for dette. En Stated Preference-studie gjennomført blant samlastere i 2009 viste at 1 time i mange tilfeller var en kritisk grense for hvor mye forsinket godset kunne være til jernbaneterminalen, uten at det førte til konsekvenser for levering til sluttbruker (Halse et. al., 2010). Med utgangspunkt i dette ble målet på pålitelighet i den pågående studien definert som andelen av godstog<sup>8</sup> som er forsinket minst en time.

I figur 4.15 har man sett på godsvolum i forhold til forsinkelser på 1 time eller mer for alle togstrekninger og terminaler. Figuren gir en klar indikasjon på at det er en negativ sammenheng mellom godsvolum og forsinkelser. En 10 prosentpoeng økning i risikoen for forsinkelse gir i størrelsesorden en reduksjon i volum på ca. 50 TEU i sum over alle strekninger per måned.



<sup>8</sup> Her inngår alle godstog, ikke bare containertog.

Figur 4.15: Godsvolum og forsinkelser per måned, alle linjer og terminaler.<sup>9</sup> Halse et. al. 2017.

I det nevnte arbeidet har man videre estimert hvordan pålitelighet (forsinkelser) påvirker godsvolum ved bruk av estimater der effektene er konstante, der man kontrollerer for avbrudd ved vedlikehold, forandringer i servicetilbudet, ulike tidstrender og sesongeffekter. Da finner man at en 10 prosentpoeng økning i risikoen for lange forsinkelser (1 time eller mer) fører til en nedgang i etterspørselen på 3 prosent.

---

<sup>9</sup> Figuren viser gjennomsnittet for utvalget pluss residual variasjon etter å ha kontrollert for konstante til-fra effekter.

## 5 Variasjon i anløpstidspunkt for skip

### 5.1 Innledning

Også for å styrke konkurransekraften til skip som transportmiddel, er det viktig at dette er en pålitelig transportform med høy regularitet. For forbruksvarer er sjøtransport et alternativ til lastebiltransport først og fremst på lange relasjoner til og fra kontinentet og på oversjøiske relasjoner, og for varer der framføringstiden ikke er så viktig.

I dette kapitlet ser vi på variasjon i anløpstidspunkt for skip, for å si noe om påliteligheten til denne transportformen. Kapitlet begrunner først kort casevalget og bruk av to ulike datakilder, og diskuterer deretter hvordan skipsanløp fordeler seg over døgn, måned og dag. Deretter diskuteres variasjon i og avvik fra rutetidspunkt.

### 5.2 Casevalg

Analysen i dette kapitlet fokuserer på ett case, der vi ser på transport med containerskip, til og fra Oslo havn. Valget av skipstype kommer av at det er containertransport som har størst potensielle konkurranseflater til vegtransport (Haram, Hovi og Caspersen, 2015). Grunnen til at Oslo havn er valgt, er at det er den største containerhavnen i Norge målt i antall containerenheter (TEU<sup>10</sup>s) håndtert. Analysen baserer seg som omtalt før på både AIS-data og Havnestatistikken. Grunnen til at det brukes to datakilder er at vi ønsket å undersøke om det ga forskjeller mellom kildene, og eventuelt hvilken av kildene som var best egnet til vår analyse.

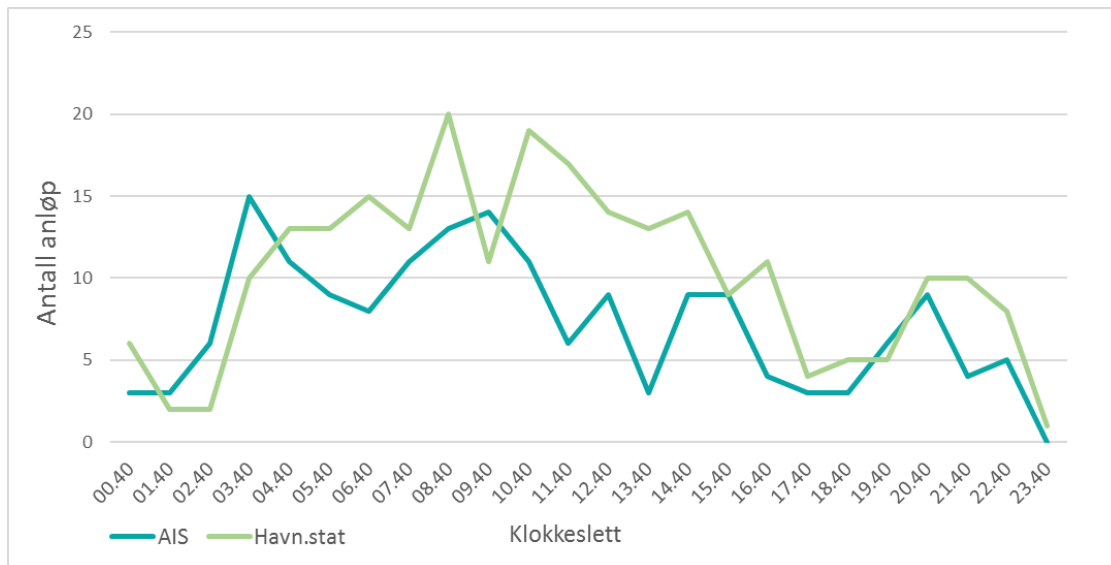
### 5.3 Fordeling av anløp over tid

#### 5.3.1 Fordeling av anløp over døgnet

Figur 5.1 viser for både AIS-data og Havnestatistikken hvordan anløp fordeler seg over døgnet i 2015. Timesintervaller er satt med utgangspunkt i XX:40, da gjennomsnittlig ankomsttid totalt sett er kl 10:40.

---

<sup>10</sup> TEU: Twenty-foot Equivalent Unit.



Figur 5.1: Antall anløp fordelt over døgnet i 2015. Containerskip i Oslo havn.

Det framkommer av figuren at de fleste anløp ligger i tidsintervallet fra ca. kl. 3 om natten til ca. kl. 16. Anløpene generelt er relativt jevnt fordelt utover døgnet i begge kildene. En jevn fordeling av skipsanløp over døgnet kan være positivt for havnen, da det muliggjør en bedre utnyttelse av terminal- og krankapasiteten. Hovedtyngden av anløpene er tidlig morgen, samt rundt gjennomsnittstidspunktet om morgenen (10:00 for AIS-data; 11:20 for Havnestatistikken), og illustrerer et ønske om lossing tidlig morgen, med mulighet for å videredistribuere godset på dagtid. Tilsvarende ønsker en gjerne å laste om kvelden. Dette er i tråd med analysen til Haram (2016).

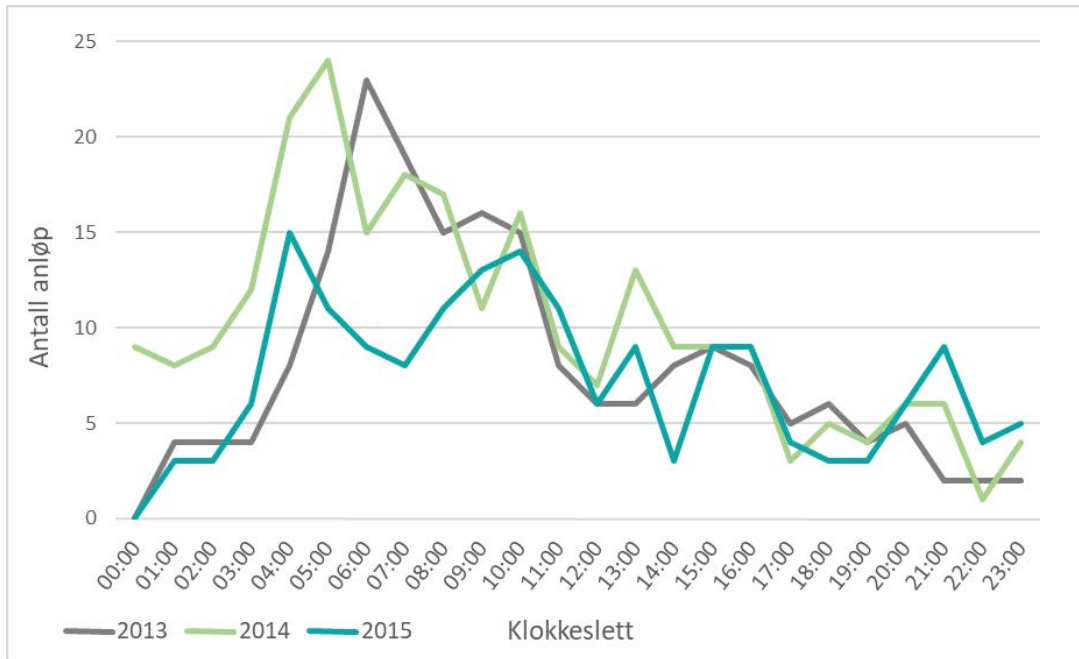
Tabell 5.1 viser summarisk statistikk basert på Havnestatistikken og AIS, for årene 2013-2015 for containerskip.

Tabell 5.1. Gjennomsnitt, varians og standardavvik for skipenes ankomsttid i Oslo havn. Havnestatistikken og AIS for årene 2013-2015. Containerskip.

Ankomsttid	2013		2014		2015	
	Havn.stat	AIS	Havn.stat	AIS	Havn.stat	AIS
Gjennomsnitt	10:06	09:26	10:19	09:30	11:21	09:57
Standardavvik	04:26	05:10	05:51	05:46	05:42	05:54
Varians	00:49	01:07	01:25	01:23	01:21	01:27
Observasjoner (antall anløp)	174	193	250	245	245	174

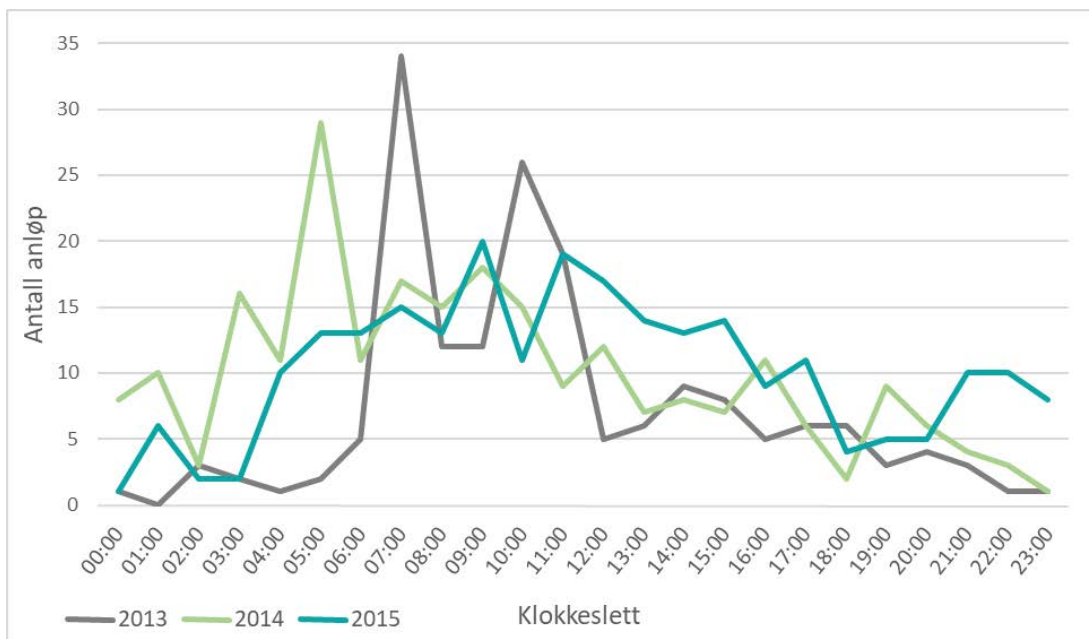
Antall skip som ligger til grunn for anløpsdataene, er 8 for Havnestatistikken og 6 for AIS, og fordelingen av anløp over døgnet for AIS-data og Havnestatistikken gir et sammenlikningsgrunnlag for å verifisere dataene. Det er nærmere 1 times forskjell i gjennomsnittlig ankomsttidspunkt i de to datakildene, og det synes også noe samvariasjon, spesielt fra 15:30 og utover i figur 5.1. Totalt sett ser det ut til at Havnestatistikken har mer volatile anløp over døgnet enn AIS, men en skal være forsiktig med å sammenlikne for detaljert, da uttrekket fra Havnestatistikken for 2015 er basert på flere observasjoner enn AIS-dataene. Tabell 5.1 viser at mens Havnestatistikken har flere observasjoner enn AIS både i 2014 og 2015, er det AIS som har data for flest anløp i 2013.

Figur 5.2 og 5.3 viser fordelingen av antall anløp over døgnet basert på AIS og Havnestatistikken hver for seg. Figurene inkluderer årene 2013, 2014 og 2015 for begge datakildene.



Figur 5.2: Fordeling av anløp over døgnet for årene 2013-2015, for AIS-data. Containerskip i Oslo havn..

Som vi så i tabell 5.1 observeres det færre anløp i 2015 enn i 2013 og 2014 (nivåforskjeller). Dette skyldes antageligvis i stor grad at Maersk flyttet sine anløp fra Oslo havn til Drammen havn i forbindelse med bytte av terminaloperatør i Oslo fra 01.01.2015. Figuren illustrerer i tillegg at variasjonen i antall anløp over døgnet i hovedtrekk følger det samme mønsteret i alle tre år, samtidig som 2015 skiller seg noe ut ved færre anløp rundt kl. 5 - kl.8.



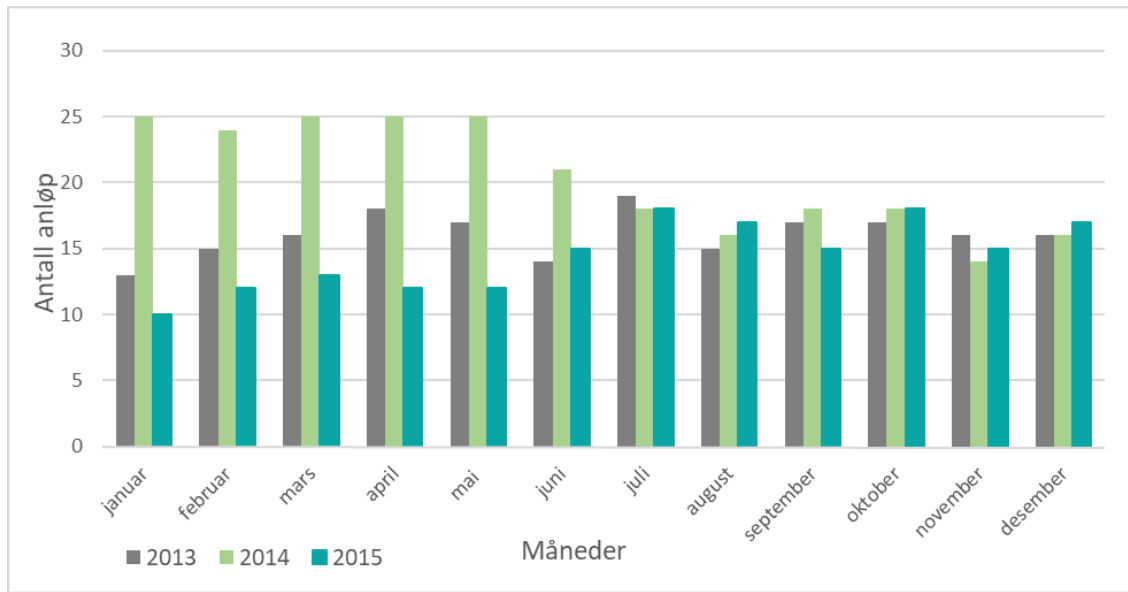
Figur 5.3: Fordeling av anløp over døgnet for årene 2013-2015, for Havnestatistikken. Containerskip i Oslo havn.

Det framkommer av figuren at også Havnestatistikken viser et tydelig toppunkt tidlig om morgenen for årene 2013 og 2014, mens 2015 viser en jevnere fordeling utover døgnet. Dette understreker økningen i standardavvikene utover perioden både for AIS-data og

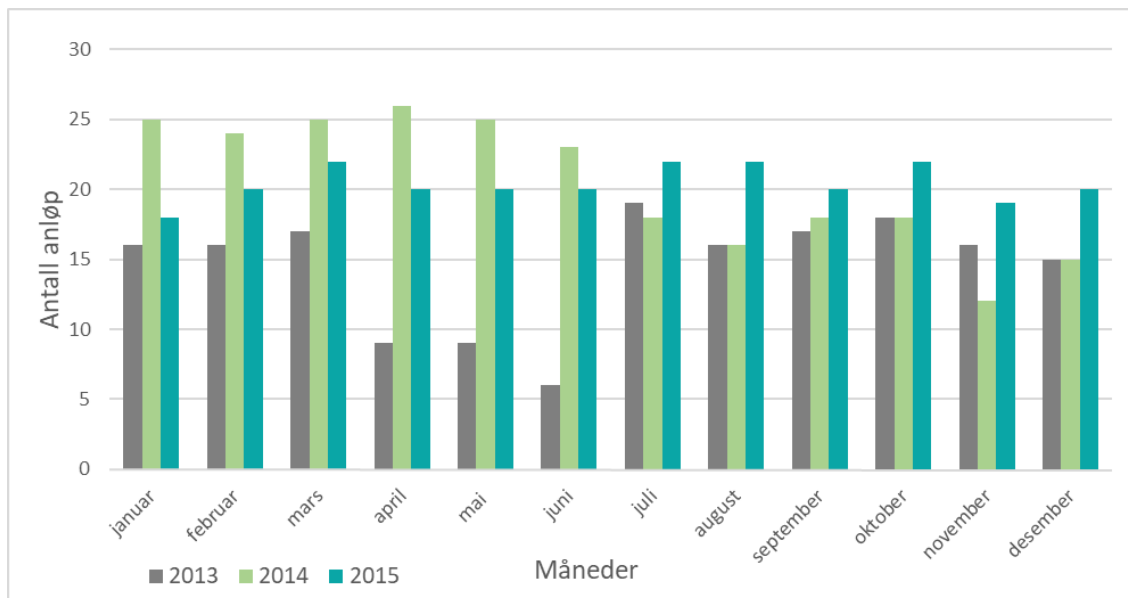
Havnestatistikken. En jevnere fordeling både i AIS og Havnestatistikken i 2015 kan tyde på at anløpsmønsteret er noe endret.

### 5.3.2 Fordeling av anløp over måneder og ukedager

Etter å ha sett på fordelingen av anløp over døgnet, fokuserer vi her på sesongvariasjon og variasjon over uken. Figur 5.4 og 5.5 viser fordelingen av antall anløp over måneder i perioden 2013-2015, for hhv AIS-dataene og Havnestatistikken.



Figur 5.4: Fordeling av anløp over måneder for årene 2013-2015. Data fra AIS. Containerskip i Oslo havn.



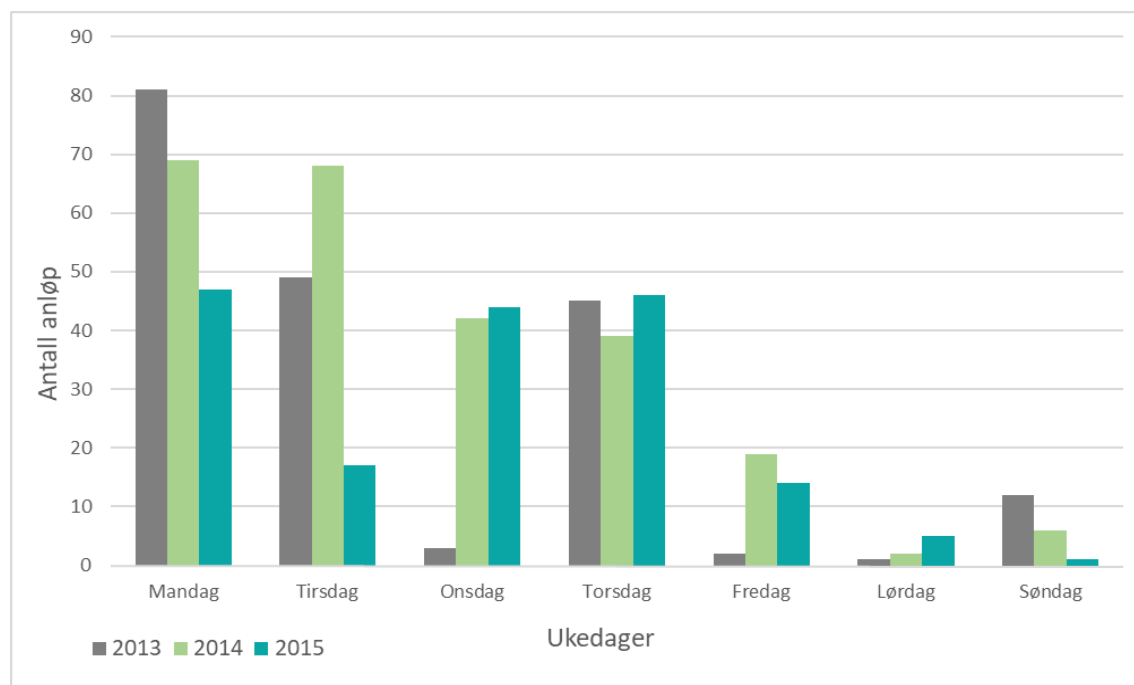
Figur 5.5: Fordeling av anløp over måneder for årene 2013-2015 fra Havnestatistikken. Containerskip i Oslo havn.

For begge datakilder er det året 2014 som skiller seg tydelig ut; i første halvår ligger antall anløp betydelig høyere enn i de andre årene, mens antall anløp i resten av 2014 ligger på omtrent samme nivå som i både 2013 og 2014. Med unntak av månedene april-juni i AIS-

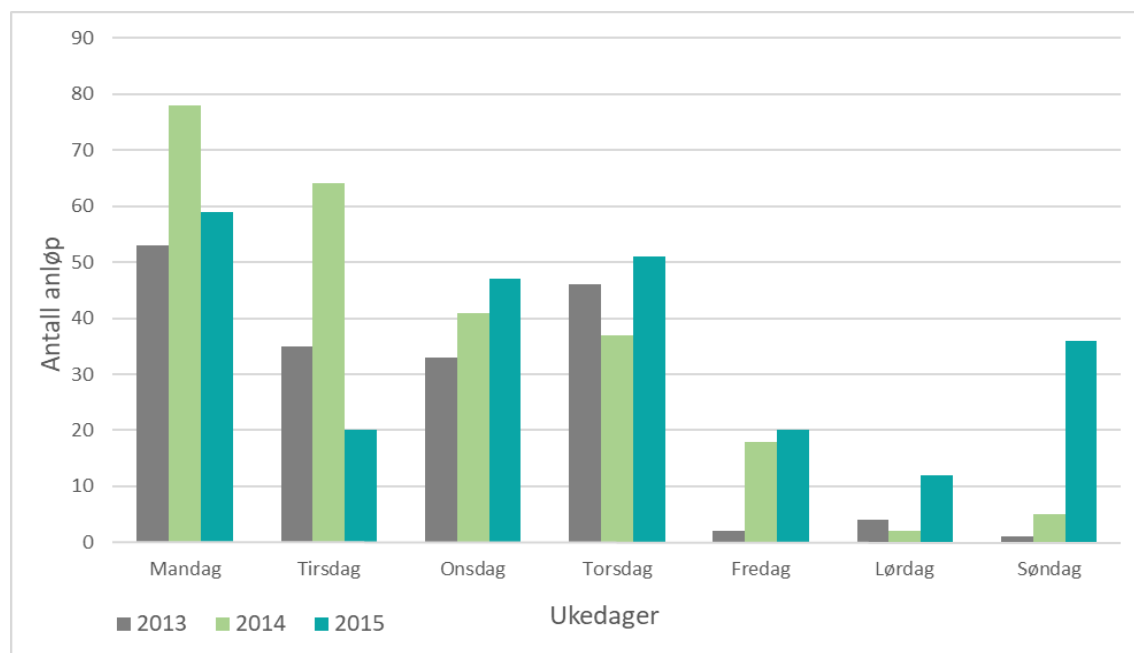


dataene for 2013, som har færre anløp enn i senere år, er antall anløp relativt jevnt fordelt utover året i 2013 og 2015.

I figurene 5.6 og 5.7 vises hvordan antall anløp fordeler seg over ukedager i perioden 2013-2015, for hhv AIS-data og Havnestatistikken.



Figur 5.6: Fordeling av anløp over ukedager for årene 2013-2015 for AIS data. Containerskip i Oslo havn.



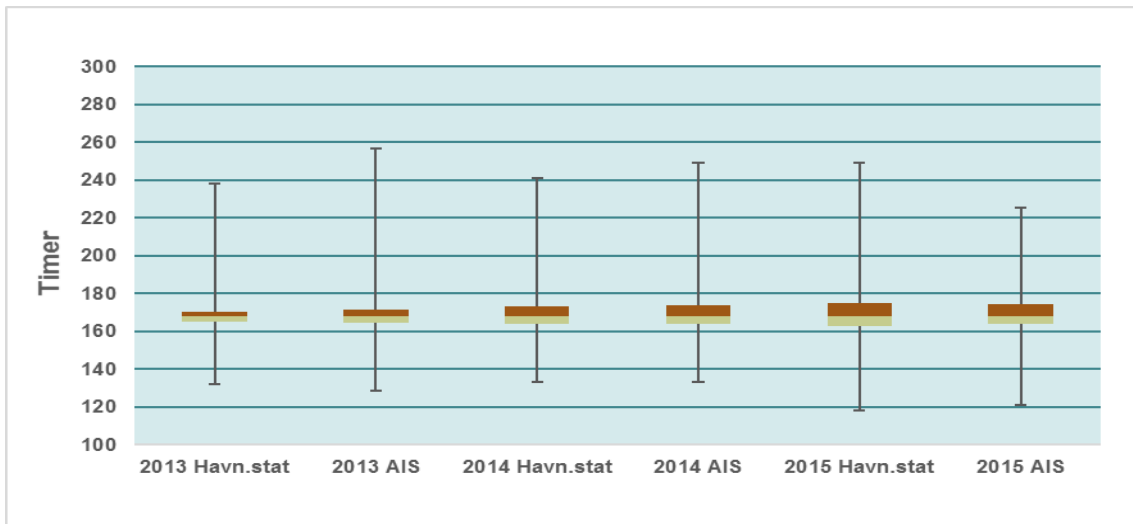
Figur 5.7: Fordeling av anløp over ukedager i årene 2013-2015 for Havnestatistikken. Containerskip i Oslo havn.

Både AIS-dataene og Havnestatistikken viser en tydelig fordeling med flest anløp tidlig i uken, og relativt få anløp i helgen, med unntak av en del anløp på søndager i 2015 i AIS-dataene. En del av forskjellene vil også her kunne skyldes at AIS-dataene og Havnestatistikken baserer seg på et ulikt antall observasjoner.

## 5.4 Variasjon i og avvik fra rutetid

Til nå har vi sett på fordelingen av anløp over tid. I dette avsnittet ser vi nærmere på variasjon i og avvik fra rutetid. Som beskrevet før er det i denne analysen fjernet observasjoner med mer enn 10 dagers mellomrom<sup>11</sup>.

Figur 5.8 viser en Whisker-Box som illustrerer variasjon i ankomsttid for containerskip i Oslo havn med utgangspunkt i antall timer mellom hvert anløp.



Figur 5.8: Whisker-Box, viser variasjon i rutetid i Oslo havn for Havnestatistikken og AIS for årene 2013-2015.

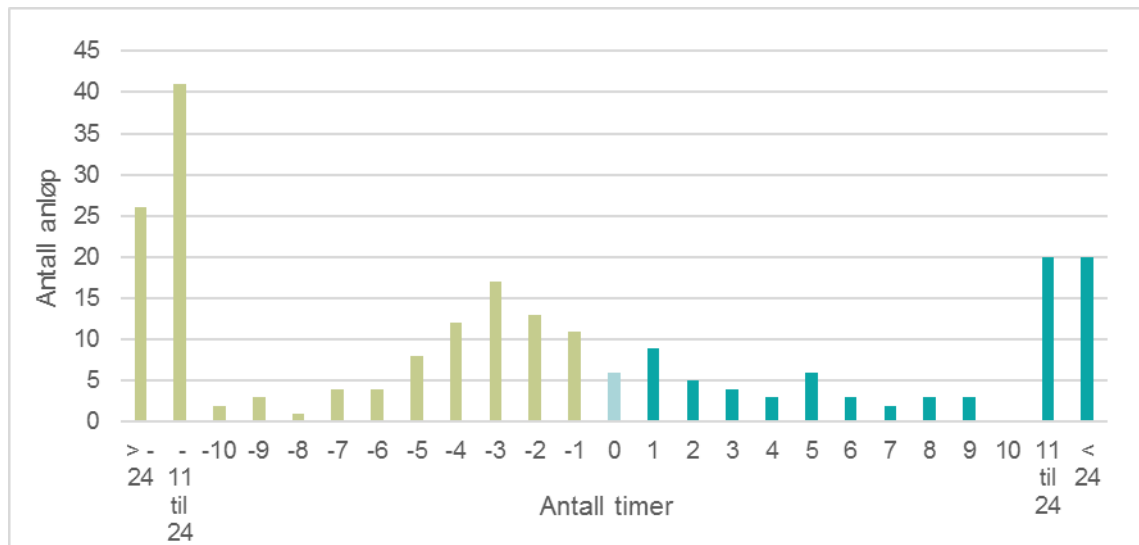
Figuren viser median ankomsttid for hvert datasett og år som punktene mellom de oransje og grønne boksene. De oransje boksene illustrerer kvartilet fra 50% til 75%, mens de grønne boksene illustrerer kvartilet fra 25% til 50%. Endepunktene på linjene representerer øvre og nedre verdier, og gir en indikasjon på fordelingen i ankomsttidspunktene. En ser f.eks. en skjevhet mot at maksimumsverdien for forsinkelser enn for tidligankomster, og at både maksimums- og minimumsverdiene er langt utenfor kvartilene.

Det framkommer av figuren at variasjonen i rutetid er størst i 2015, både for AIS og Havnestatistikken. Medianen ligger på 168 timer, altså 7 døgn, mellom hvert anløp for alle observerte år i begge datasett. Dette illustrerer at de aller fleste anløp kommer på planlagt rutetid, noe som er i tråd med resultatet til Haram (2016). Likevel ser variasjonen i ankomsttid ut til å øke utover i perioden. Særlig i Havnestatistikken øker variasjonen mellom 2013 og 2015, og det er 3. kvartil som øker mest. Dette innebærer at det i senere år oftere ankommer skip med flere og færre enn 168 timers mellomrom enn tidligere. Merk også at antall anløp har økt mest for Havnestatistikken fra 2013 til 2015 (tabell 5.1). Sett over begge datakildene er variasjonen i ankomsttid minst i 2013, og størst i 2015, noe som tyder på en viss grad av konsistens mellom kildene.

For å gå nærmere inn på variasjonen i ankomsttid og for å kunne si noe om skipene totalt sett kommer før/etter sin rutetid, har vi videre sett på tidsavvikene mot skipene (IMO-nr.) sine individuelle gjennomsnittlig ankomsttidspunkt. For å ikke måle feil, ved å bare sammenlikne ankomsttid ved bruk av klokkeslett, har vi tatt hensyn til at skip også kan være ett eller flere døgn for tidlig/sent. Figur 5.9 illustrerer antall anløp fordelt over timers

<sup>11</sup> Dette er omtalt i kapittel 2.1.3 og skyldes at det i en del tilfeller ble oppdaget unormalt lang tid mellom hvert anløp, fra dobbelt så lang tid som vanlig, og opp til flere måneder mellom hvert anløp.

avvik fra skipene sine egne gjennomsnittlige ankomsttider, omtalt som rutetid i det følgende.



Figur 5.9: Antall anløp etter timesavvik fra "rutetid" for Havnestatistikken 2015.

For året 2015 ligger timesavviket fra skipenes «rutetider» i gjennomsnitt på -2,8 timer. Det er imidlertid verdt å merke at alle gjennomsnittene vil ligge nært null, da skipets rutetid er definert som skipets gjennomsnittlige ankomsttid. Grunnen til at gjennomsnittet ikke er eksakt null, er at det ved beregningen av gjennomsnittlig ankomsttider kun har blitt tatt med alle klokkeslett, mens det ved beregningen av avvik også er tatt hensyn til om det er riktig klokkeslett og ankomstdag. Et skip kan altså komme på riktig klokkeslett, men likevel være 24 timer før eller etter rutetiden.

Hvis en kun er interessert i rutedag, vil det kun være de to ytterste stolpene på hver side av figuren som er av interesse, ettersom disse stolper viser anløp som ligger mer enn 1 dag før eller etter skipets rutedag. Generelt illustrerer figuren at det er relativt mange anløp som kommer før sin rutetid; rundt 40 anløp kommer 11-24 timer før rutetiden og rundt 25 anløp ligger 24 timer eller lenger før antatt rutetid. For 2015 impliserer dette at 29% av anløpene ankom før skipets rutedag, og at 18% av skipene ankom etter oppgitt rutedag. Det vil si at rett over 50% av skipene ankom på sin rutedag.

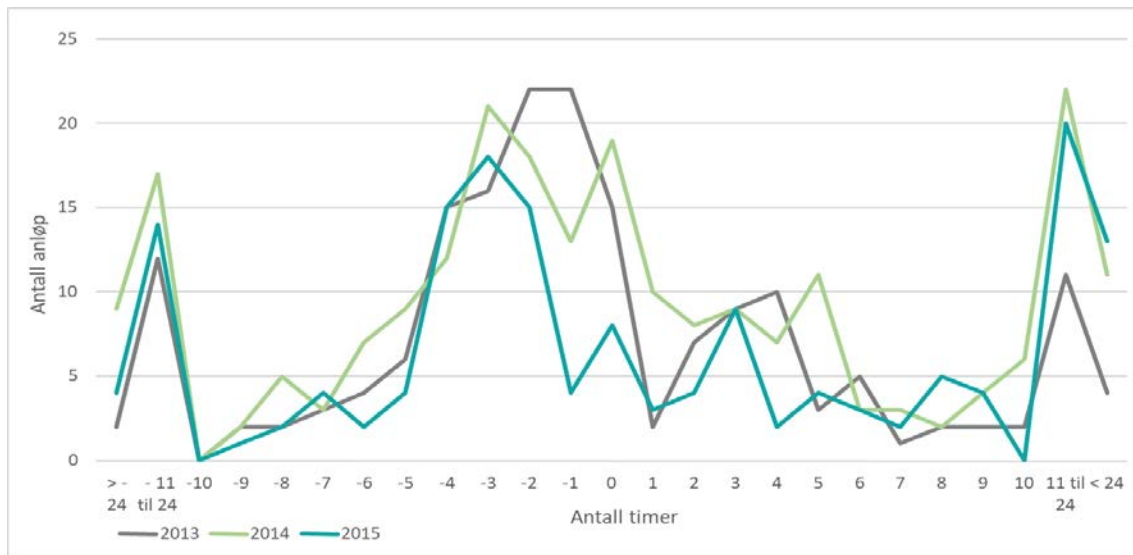
Selv om skip som nevnt snarere har en rutedag enn et rutetidspunkt, vil den usikkerheten som ligger på rutedag og ikke tidspunkt hensynstas i en transportkjede der flere transportformer benyttes. I tabell 5.2 ser vi derfor på variasjonen i avvik fra rutetid målt i antall timer.

Tabell 5.2. Gjennomsnitt, varians og standardavvik av tidsavvik fra rutetid. Havnestatistikken og AIS for årene 2013-2015. Tall i timer og antall anløp.

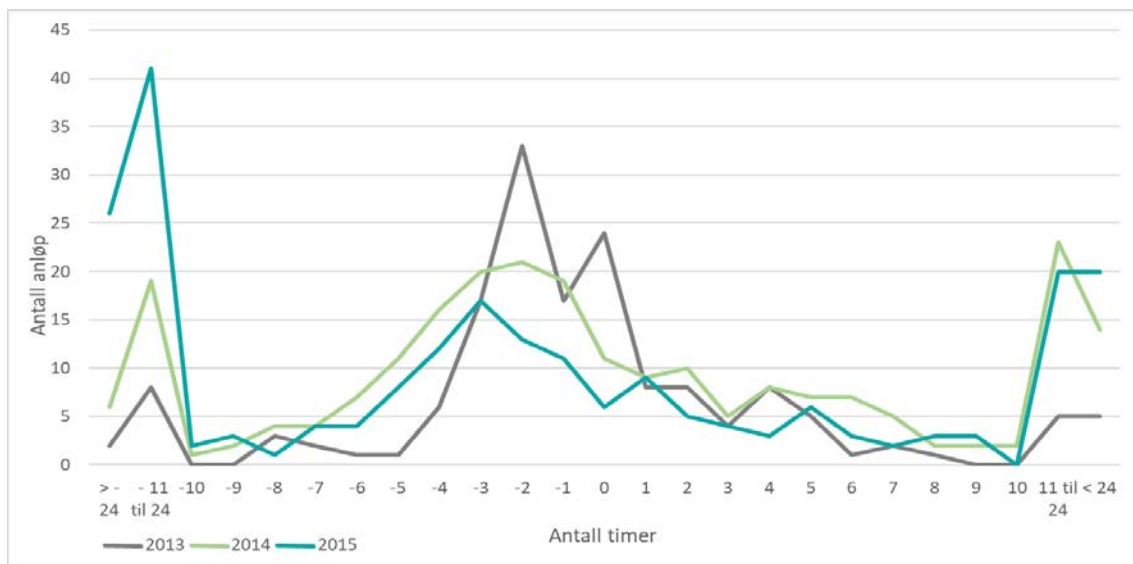
Avvik fra rutetid	2013		2014		2015	
	Havn.stat	AIS	Havn.stat	AIS	Havn.stat	AIS
Gjennomsnitt	0.48	-0.24	1.78	1.32	-2.77	2.40
Standardavvik	11.71	14.86	15.18	14.61	20.57	14.80
Varians	137.24	220.81	230.56	214	423	219.15
Observasjoner (antall anløp)	158	177	231	228	226	160

Tabellen viser at standardavviket basert på Havnestatistikken er minst i 2013 og øker utover perioden, mens standardavviket basert på AIS-data er relativt stabilt. Den største variasjonen i avvik fra rutetiden finner vi for året 2015 i Havnestatistikken. Det er også her gjennomsnittet er lavest, som her vil si at skipene i gjennomsnitt kommer før rutetiden. AIS-dataene viser et tilsvarende, men positivt avvik fra rutetid i 2015, men med et betydelig lavere forventet variasjon på rundt 15 timer.

Figurene 5.10 og 5.11 viser fordelingen til tidsavviket i årene 2013-2015 grafisk, for hhv AIS-dataene og Havnestatistikken.



Figur 5.10: Antall anløp etter timesavvik fra rutetid, AIS-data for årene 2013-2015.



Figur 5.11: Antall anløp etter timesavvik fra rutetid, Havnestatistikken for årene 2013-2015.

Det framkommer av figurene at tidsavviket for de tre årene er relativt likt. Året 2013 skiller seg dog noe ut i begge figurene, ved å ha en høyere topp rundt -1 time, og et lavere antall rundt halene, altså færre skip som kommer mange timer for tidlig eller for sent. Figuren for AIS-dataene viser at fordelingene er svært lik over årene, mens fordelingen fra Havnestatistikken underbygger observasjonene fra tabell 5.2; 2013 har lavest variasjon med tydelig toppunkt rundt -2 timer og relativt smale haler i forhold til 2014 og 2015.

## 6 Variasjon i transporttid for lastebil

### 6.1 Innledning

At transport på veg er pålitelig er ikke bare viktig for transport som utføres med lastebil, men også for tilbringertransport til/fra havn og terminaler, fordi dette påvirker påliteligheten til en intermodal transportkjede. I dette kapitlet ser vi på variasjon i transporttid med lastebil for å si noe om påliteligheten til denne transportformen. Kapitlet begrunner først casevalget for de to ulike datakildene (Statens Vegvesen sine reisetidsmålinger og data hentet gjennom Googles API Distance Matrix) og diskuterer deretter forsinkelser og variasjoner i transporttid for ulike case.

### 6.2 Casevalg

Ettersom SVVs reisetidsmålinger først og fremst er på utvalgte strekninger inn mot de store byene, og derfor kun er tilgjengelig for relativt korte strekninger,<sup>12</sup> har vi i første omgang konsentrert oss om delstrekninger som best reflekterer tilførsel til terminaler og havner. Det vil si at den første delen av analysen i dette kapitlet vil være en analyse av forsinkelser ved distribusjon til terminaler eller havner, og ikke for lengre strekninger. Hvis det oppstår forsinkelser ved distribusjon på disse delstrekninger, kan dette enten bety at lasten kommer forsinket til skip eller tog, eller forsinket til videre distribusjon på ankomststed.

De utvalgte delstrekningene er: Helsefyr-Karihaugen (t/r) og Bjørvika-Fiskevollbukta (t/r) for Oslo; Lyderhorntunnelen-Nygårdstunnelen (t/r) for Bergen; og Havnegata-Iladalen (t/r) for Trondheim.

I andre delen av analysen, som er basert på data fra Googles API Distance Matrix, er det sett på følgende kategorier innen vegtransport:

- (Kortere) innenlands distribusjon (i og rundt Oslo, Bergen, Trondheim, Stavanger)
- Innenlands langtransport (Oslo – Bergen, Oslo – Trondheim, Oslo – Sandnes, Oslo – Åndalsnes)
- Utenriks langtransport (Oslo – Göteborg, Oslo – Malmø, Oslo – Rotterdam)

---

<sup>12</sup> På lengre strekninger vil dagens tellepunktssystem ikke kunne gi pålitelig informasjon pga alle på- og avkjøringer, uten at det tas hensyn for disse i dataregistreringen.

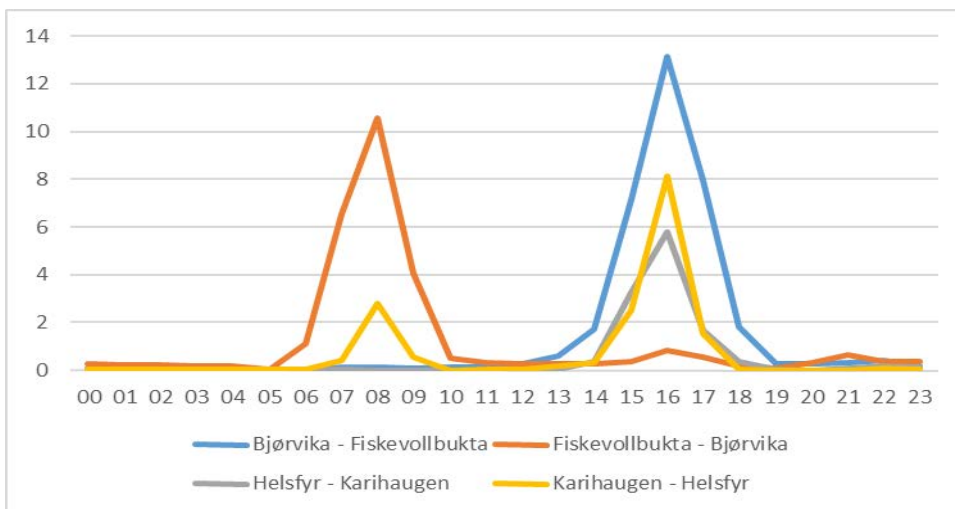
## 6.3 Fordeling av forsinkelser basert på reisetidsmålinger

I dette delkapitlet diskuteres etter hverandre variasjon i reisetider fordelt over døgn, måneder og virkedager, for strekninger i tilknytting til henholdsvis Oslo, Bergen og Trondheim.

### 6.3.1 Oslo

#### Variasjon over døgn

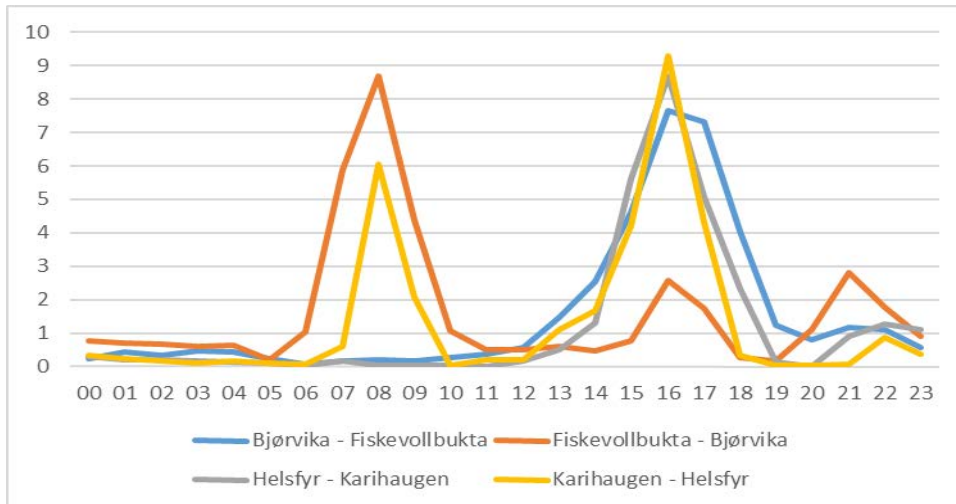
Figur 6.1 viser gjennomsnittlige forsinkelser i minutter per time, fordelt over døgn, for begge retninger på to strekninger i Oslo. Disse gjennomsnitt er beregnet basert på forsinkelser på virkedager, ettersom forsinkelsene på lørdager og søndager er betydelig mindre, mens det samtidig også utføres mye mindre godstransport i helgene.



Figur 6.1: Gjennomsnittlig forsinkelse i min, fordelt over time på døgnet (kun for virkedager) for fire strekningsretninger i Oslo.

Det framkommer av figuren at avhengig av retning er forsinkelsene størst i morgen- og ettermiddagsrushet. Særlig rundt kl. 8 og kl. 16 ser man for de ulike strekningene store rushtidstopper på mellom 2,5 og 14 minutters forsinkelse i gjennomsnitt. Påfallende er at tre av fire strekningsretninger har en peak enten om morgenen eller på ettermiddagen, men at det i retning Karihaugen – Helsfyr synes en høy peak på ettermiddagen samt en mindre peak på morgenen.

Figur 6.2 viser tilsvarende standardavvik av forsinkelsene på disse strekninger i minutter per time.

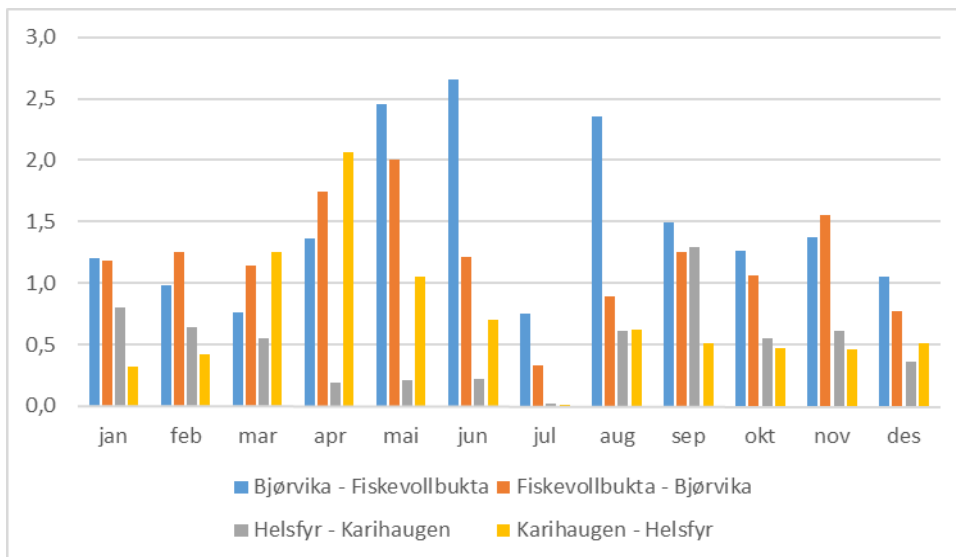


Figur 6.2: Standardavvik av forsinkelser i min, fordelt over time på døgnet (kun for virkedager) for fire strekningsretninger i Oslo.

Desto større standardavviket, desto mer usikkerhet det er rundt transporttiden. Det framkommer av figuren at særlig strekningen Karihaugen – Helsfyr viser omtrent like mye variasjon for begge retninger under ettermiddagsrushet, men at det kun er retningen Karihaugen – Helsfyr som viser noe betydelig variasjon i forsinkelser om morgenen. På strekningen Fiskevollbukta – Bjørvika ser vi en peak i variasjonen om morgenen for turretningen, og på ettermiddagen for returretningen.

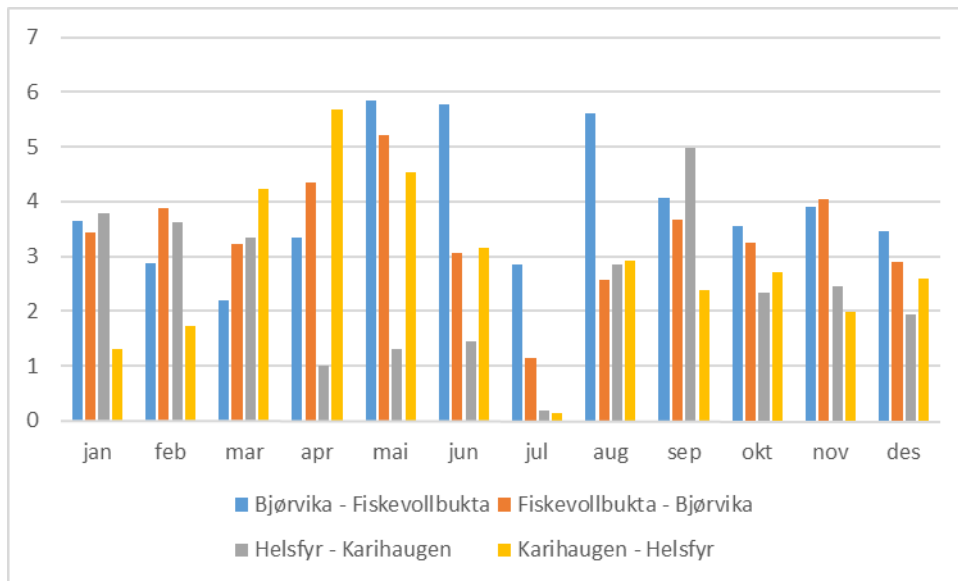
### Variasjon over måneder

Forrige avsnitt illustrerte forsinkelser fordelt over døgn, tatt over hele året. Figur 6.3 viser gjennomsnittlige forsinkelser i minutter per time, men nå fordelt over måned. Igjen er kun virkedager tatt med i beregningene.



Figur 6.3: Gjennomsnittlig forsinkelse i min per time, fordelt over måned (kun for virkedager) for fire strekningsretninger i Oslo.

Det framkommer av figuren at forsinkelser for alle strekninger varierer over året og ligger mellom noen sekunder og ca. 2,5 minutt i gjennomsnitt. Med noen unntak er forsinkelsene i gjennomsnitt lavere om sommeren enn i resten av året. Figur 6.4 illustrerer standardavviket av disse forsinkelser i minutter per time.

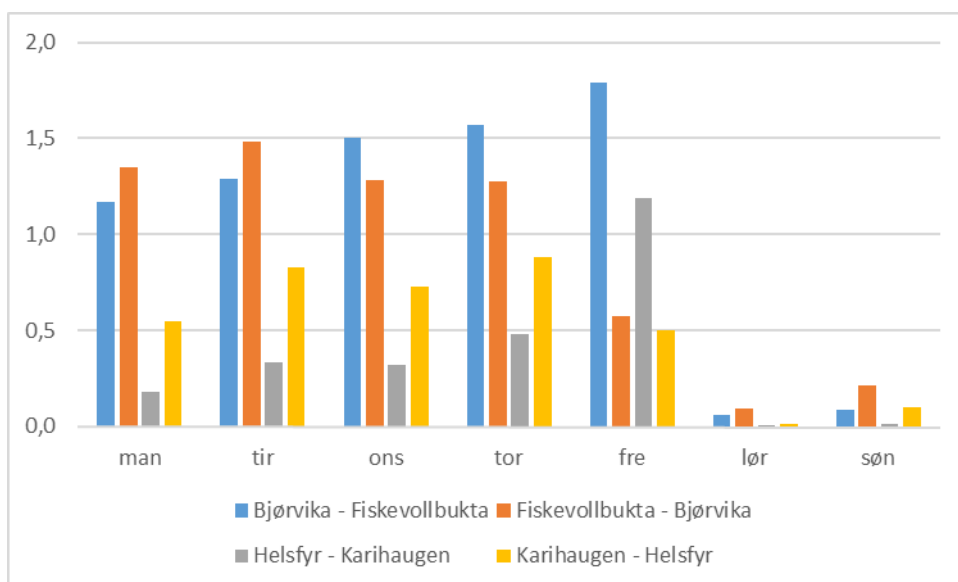


Figur 6.4: Standardavvik av forsinkelser i min per time, fordelt over måned (kun for virkedager) for fire strekningsretninger i Oslo.

Av denne figuren framkommer det at standardavviket til forsinkelsene er betydelig høyere enn gjennomsnittets forsinkelser, noe som tyder på relativt stor usikkerhet i transporttiden. Figuren viser at standardavviket har mye av det samme mønsteret som for gjennomsnittets forsinkelser, og variasjonen varierer over året. Variasjonen, og dermed usikkerheten om transporttid, i hovedtrekk er noe lavere om sommeren, unntatt for retningen Bjørvika – Fiskevollbukta.

### Variasjon over ukedager

Figur 6.5 viser gjennomsnittlige forsinkelser i minutter per time, fordelt over ukedager.



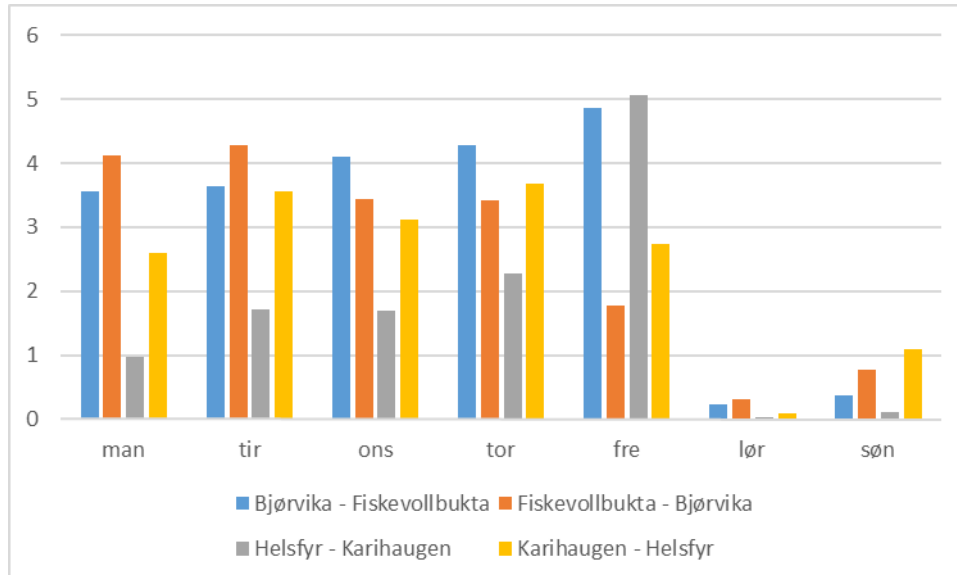
Figur 6.5: Gjennomsnittlig forsinkelse i min per time, fordelt over ukedag, for fire strekningsretninger i Oslo.

Figuren viser, som tidligere nevnt, at forsinkelsene i helgene er betydelig lavere enn på virkedager. Mens det er noe variasjon i forsinkelser fra dag til dag, viser figuren ikke et entydig mønster for alle strekningsretninger. Mens gjennomsnittsforsinkelsen er lavest på



fredager for to av fire retninger, er fredagen dagen med de klart høyeste forsinkelser for de andre to strekninger. Strekningene med mindre forsinkelse på fredager er inn mot Oslo, og begge strekninger ut av Oslo har høyere forsinkelser på hverdager.

I figur 6.6 vises standardavviket for disse forsinkelsene.



Figur 6.6. Standardavvik av forsinkelser i min per time, fordelt over ukedag, for fire strekningsretninger i Oslo.

Fra denne figuren framkommer det også noe variasjon fra dag til dag. Nesten for alle strekninger og alle dager ser det ut at variasjonen i standardavviket i stor grad følger variasjonen i gjennomsnitts forsinkelser. Standardavviket er også størst for de dagene der gjennomsnittsforsinkelsene er størst, og lavest der gjennomsnittet er minst.

### Relative standardavvik

I tillegg til gjennomsnitts forsinkelser og variasjon i forsinkelser målt ved standardavviket, kan vi se på det relative standardavviket, der det for hver retning deles en vektet gjennomsnitt av standardavviket med den gjennomsnittlige normale reisetiden. Desto høyere det relative standardavviket er, desto større usikkerhet rundt transporttider i forhold til normale transporttider.

For strekningene i Oslo er de relative standardavvikene, basert på virkedager, illustrert i tabell 6.1.

Tabell 6.1. Relative standardavvik av forsinkelser for fire strekningsretninger i Oslo.

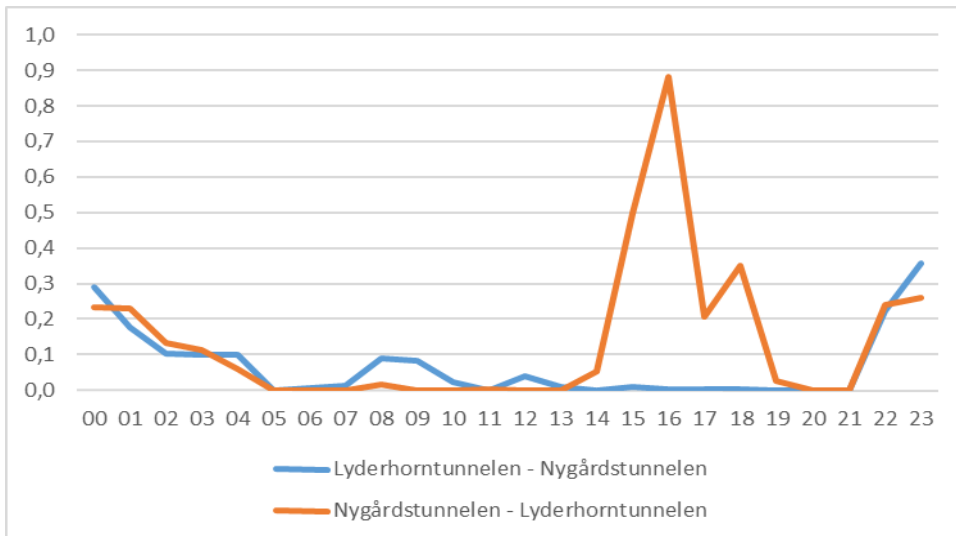
	Relativt standardavvik	Retning
Bjørvika – Fiskevollbukta	51%	Ut av Oslo
Fiskevollbukta – Bjørvika	44%	Inn til Oslo
Helsefyr – Karihaugen	48%	Ut av Oslo
Karihaugen – Helsefyr	54%	Inn til Oslo

Det framkommer av tabellen at det relative standardavviket for alle disse strekningsretninger ligger mellom 44% og 54%. Dette vil si at standardavviket sett over hele året i gjennomsnitt er ca. halve den normale reisetiden. For den lengste strekningen (Bjørvika-Fiskevollbukta), som har en normal reisetid på ca. 8 minutter, er gjennomsnittlig standardavvik på ca. 4 minutter.

### 6.3.2 Bergen

#### Variasjon over døgn

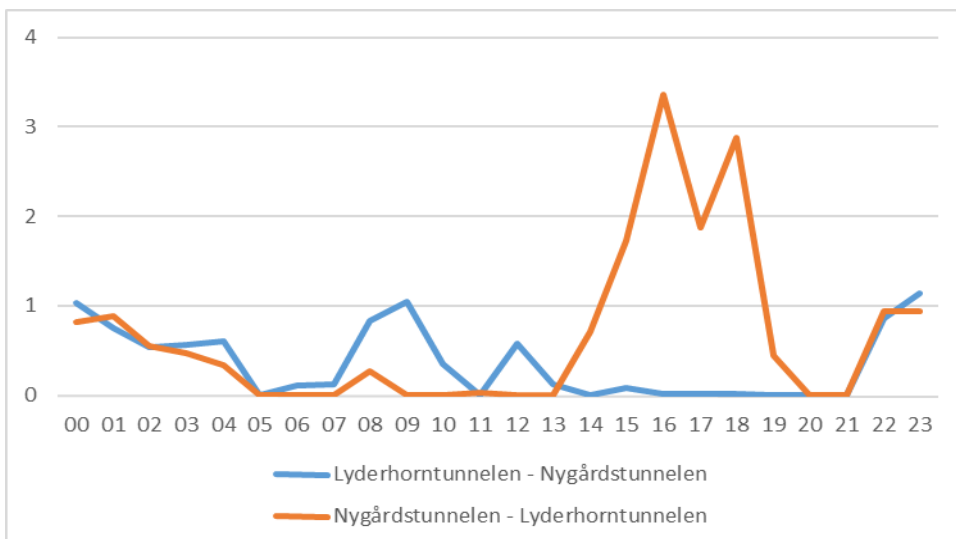
Figur 6.7 viser gjennomsnittlige forsinkelser i minutter per time, fordelt over døgn, for begge retninger på strekningen Lyderhorntunnelen – Nygårdstunnelen i Bergen.



Figur 6.7: Gjennomsnittlig forsinkelse i min, fordelt over time på døgnet (kun for virkedager) for to strekningsretninger i Bergen.

Figuren viser at forsinkelsene i gjennomsnitt er relativt små (<1 minutt), men med en peak i retningen mot Lyderhorntunnelen i ettermiddagsrushet. Det er påfallende at det nesten ikke vises noen forsinkelser i morgenrushet, men at det er forsinkelser sent på kvelden og tidlig om natten.

Figur 6.8 viser tilsvarende fordeling av standardavviket over døgn.

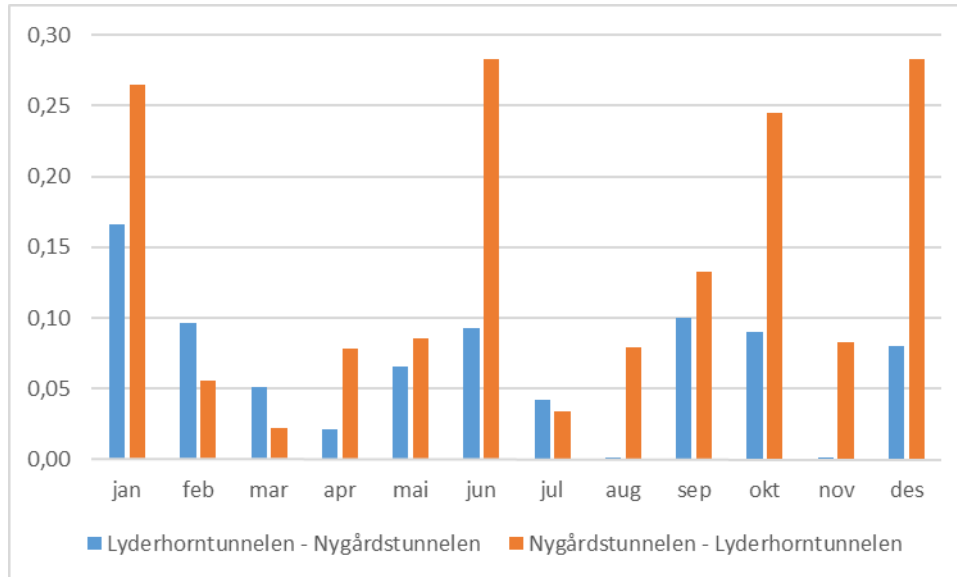


Figur 6.8: Standardavvik av forsinkelser per time, fordelt over time på døgnet (kun for virkedager) for to strekningsretninger i Bergen.

Av denne figuren framkommer det at variasjonen i forsinkelser er størst (mellom 2-3 minutter per time) i ettermiddagsrushet og ut av Bergen, i retning Nygårdstunnelen – Lyderhorntunnelen. I motsatt retning vises det noe variasjon også i morgenrushet.

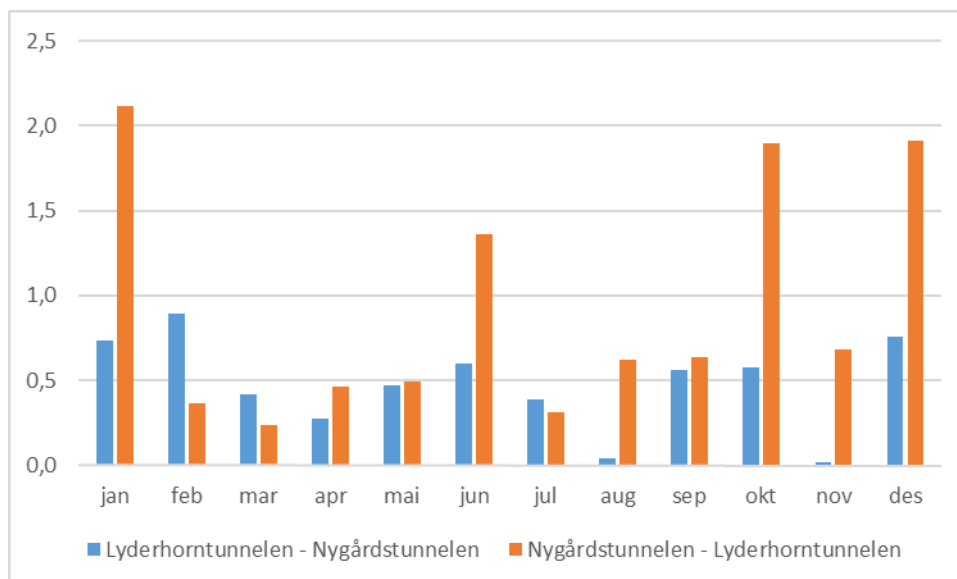
### Variasjon over måneder

Figur 6.9 viser hvordan gjennomsnittsforsinkelser fordeler seg over året i Bergen.



Figur 6.9: Gjennomsnittlig forsinkelse i min per time, fordelt over måned (kun for virkedager) for to strekningsretninger i Bergen.

Mens forsinkelsene i gjennomsnitt maksimalt ligger under 20 sekunder, varierer gjennomsnittet betydelig utover året, med noen peak særlig for retningen Nygårdstunnelen – Lyderhorntunnelen. Figur 6.10 viser tilsvarende standardavvik i minutter per time.

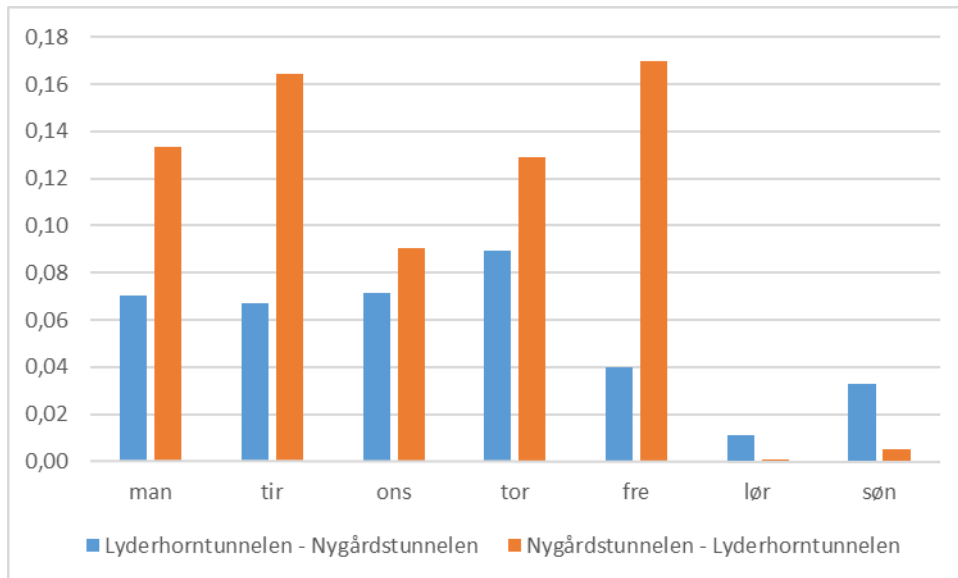


Figur 6.10. Standardavvik av forsinkelser i min per time, fordelt over måned (kun for virkedager) for to strekningsretninger i Bergen.

I de fleste månedene ligger standardavviket for begge retninger rundt eller under et halvt minutt, altså betydelig høyere enn gjennomsnittsforsinkelsene. Kun i de månedene gjennomsnittsforsinkelsene viste en peak, ligger også standardavviket betydelig høyere enn dette.

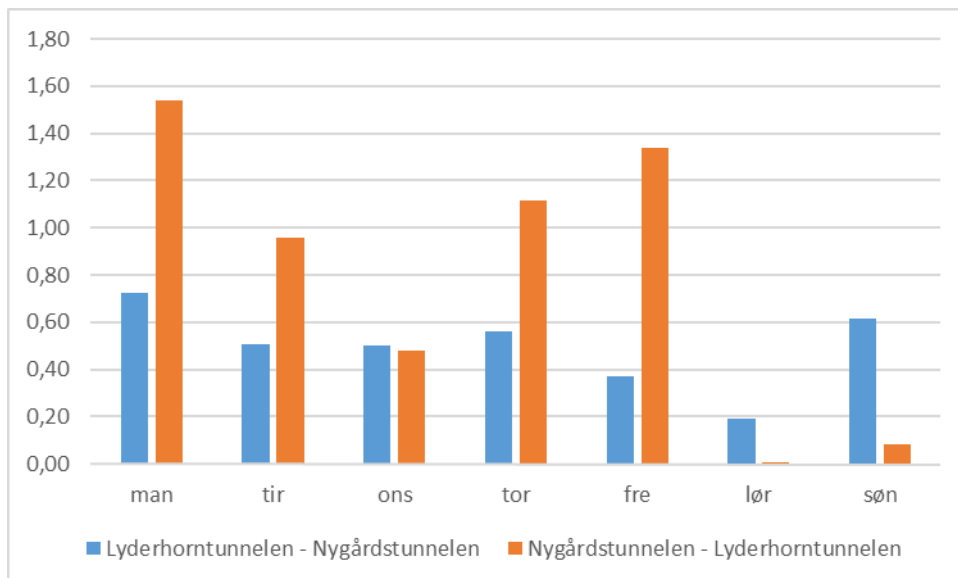
### Variasjon over ukedager

Figur 6.11 viser gjennomsnittlige forsinkelser i minutter per time, fordelt over ukedager.



Figur 6.11: Gjennomsnittlig forsinkelse i min per time, fordelt over ukedag, for to strekningsretninger i Bergen.

Fra figuren ser vi igjen at gjennomsnittsforsinkelser i helgene er betydelig lavere enn på virkedager. Mens det ikke vises et tydelig mønster for ukedagene, er forsinkelsene i gjennomsnitt lave. Figur 6.12 viser tilsvarende standardavvik.



Figur 6.12. Standardavvik av forsinkelser i min per time, fordelt over ukedag, for to strekningsretninger i Bergen.

Mens forsinkelsene i gjennomsnitt er relativt lave, er standardavviket de fleste dagene adskillig høyere, med en peak på mandager i begge retninger. Påfallende er også at det er søndag som har nest høyest standardavvik av forsinkelser for retningen Lyderhorntunnelen – Nygårdstunnelen.

### Relative standardavvik

For strekningene i Bergen viser tabell 6.2 relative standardavvik i forsinkelser fordelt over året, der et vektet gjennomsnitt av standardavviket er delt med den normale reisetiden på den aktuelle strekning.

Tabell 6.2: Relative standardavvik av forsinkelser for to strekningsretninger i Bergen.

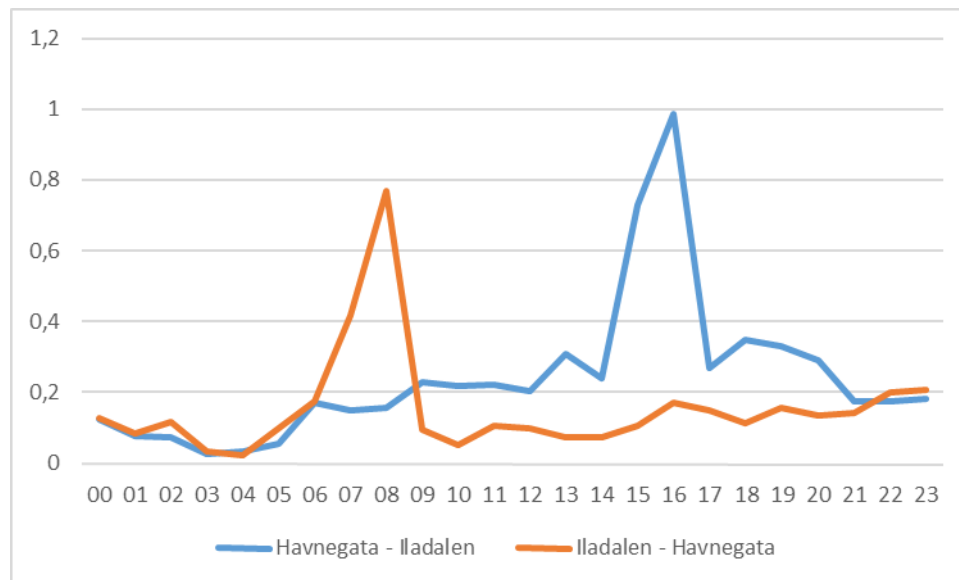
Relativt st.avvik	Gjennomsnitt
Lyderhorntunnelen - Nygårdstunnelen	11 %
Nygårdstunnelen - Lyderhorntunnelen	23 %

Tabellen viser at det relative standardavviket for begge strekningsretninger er betydelig lavere enn tilfelle var for strekningene i Oslo. Relative standardavvik på hhv 11% og 23% vil si at, sett over hele året, er standardavviket i gjennomsnitt lite i forhold til normale reisetider på strekningene. Ved en normal reisetid på 5 minutter, ligger standardavviket av forsinkelser dermed i gjennomsnitt mellom ca. 0,5-1 minutt.

### 6.3.3 Trondheim

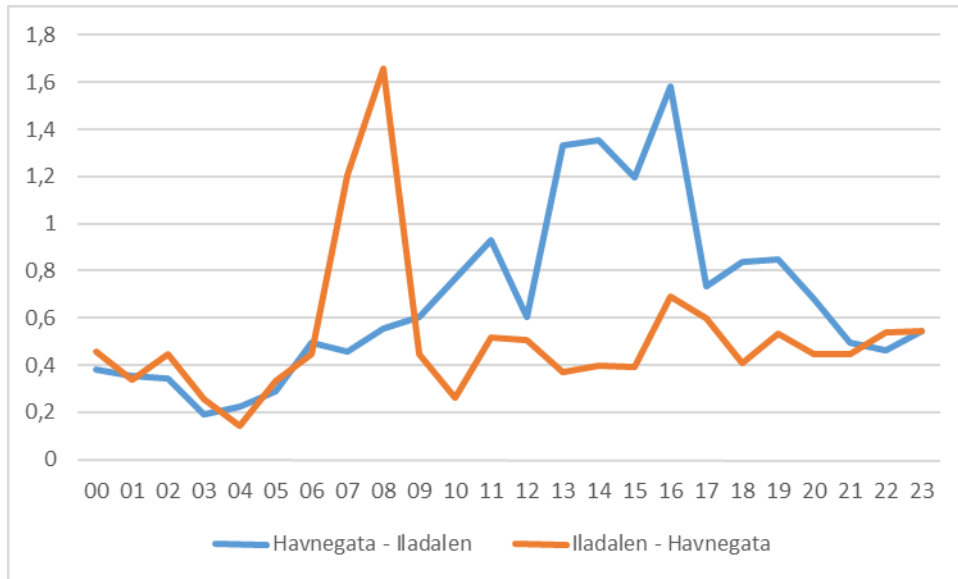
#### Variasjon over døgn

Figur 6.13 viser gjennomsnittlige forsinkelser i minutter per time, fordelt over døgn, for begge retninger på strekningen Havnegata – Iladalen i Trondheim.



Figur 6.13: Gjennomsnittlig forsinkelse i min per time, fordelt over døgn (kun for virkedager) for to strekningsretninger i Trondheim.

Det framkommer av figuren at det i gjennomsnitt er noe forsinkelse over hele døgnet, i begge retninger, men at det i hovedsak er to større peak i morgenerushet og ettermiddagsrushet, avhengig av retning. I gjennomsnitt kommer forsinkelsene dog ikke ut over 1 minutt per time. Figur 6.14 viser tilsvarende standardavvik i minutter per time.

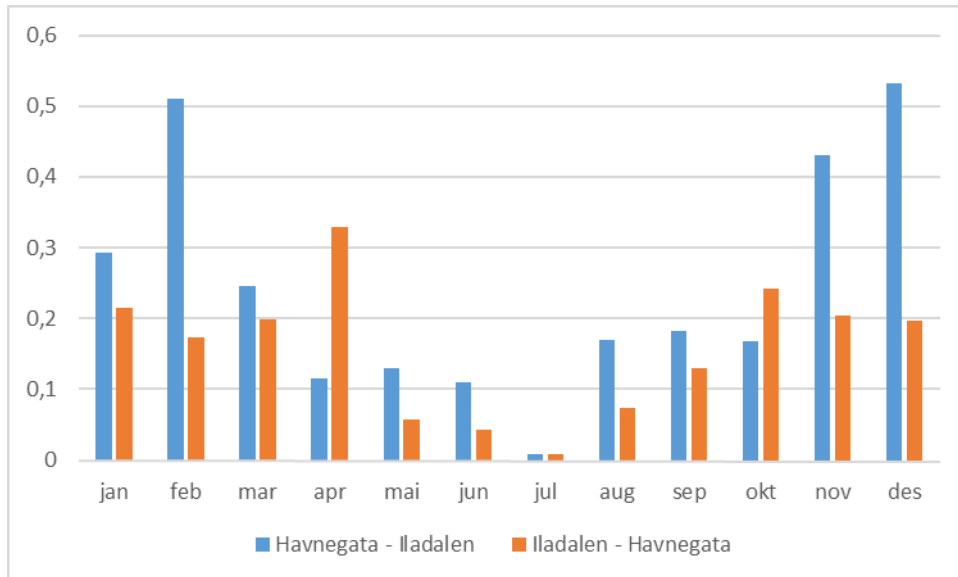


Figur 6.14: Standardavvik av forsinkelser i min per time, fordelt over døgn (kun for virkedager) for to strekningsretninger i Trondheim.

Her framkommer det av figuren at også variasjonen i, og dermed usikkerheten rundt forsinkelser er størst i rushtidene. Også gjennom resten av dagen er det noe variasjon.

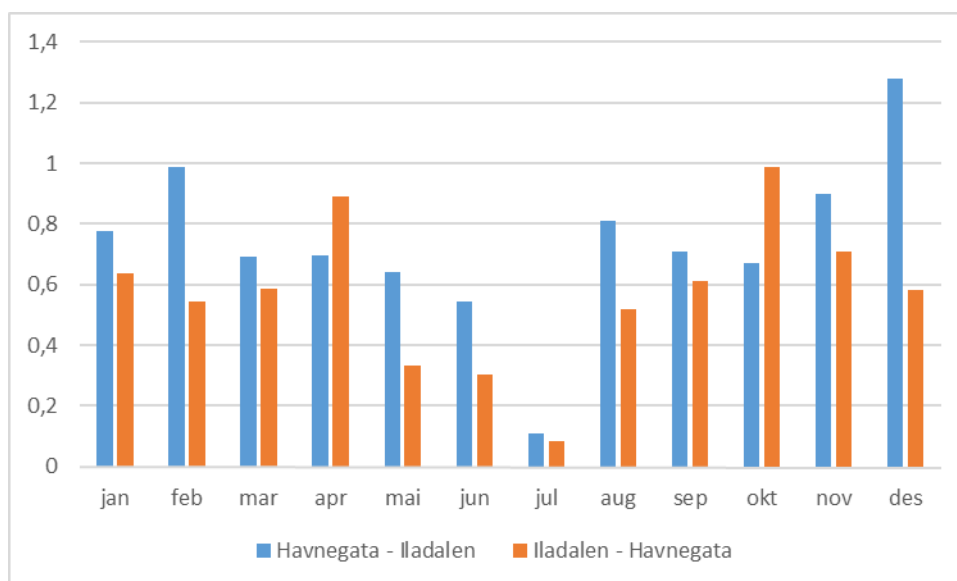
### Variasjon over måneder

Figur 6.15 viser hvordan gjennomsnittsforsinkelser fordeler seg fra måned til måned, for begge strekningsretninger i Trondheim.



Figur 6.15: Gjennomsnittlig forsinkelse i min per time, fordelt over måned (kun for virkedager) for to strekningsretninger i Trondheim.

Fra figuren ser vi at forsinkelser i gjennomsnitt er minst i sommermånedene, og noe høyere i resten av året. Særlig for retningen Havnegata-Iladalen er forsinkelsene størst i perioden november-februar. Figur 6.16 viser tilsvarende standardavvik av forsinkelser.

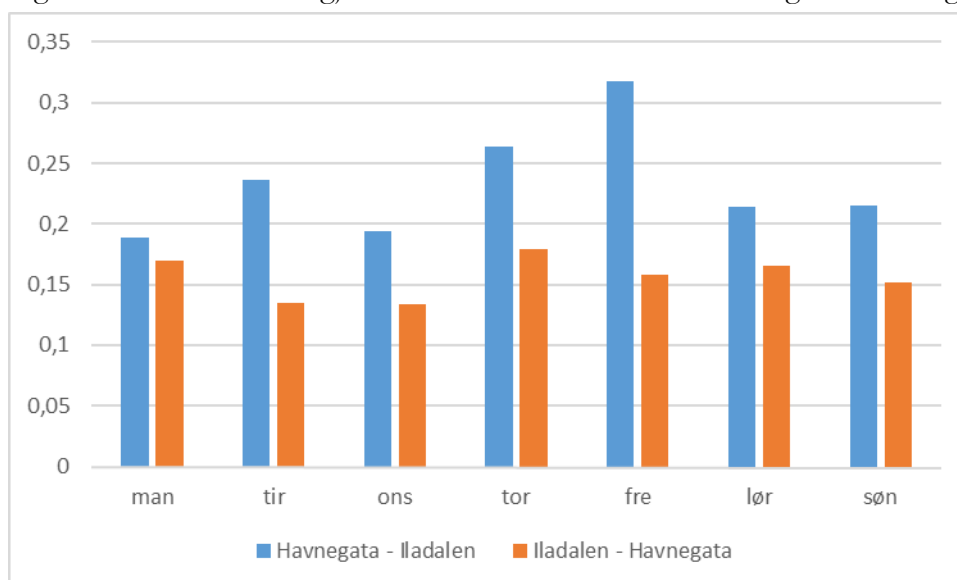


Figur 6.16: Standardavvik av forsinkelser i min per time, fordelt over måned (kun for virkedager) for to strekningsretninger i Trondheim.

Det framkommer av figuren at variasjonen i standardavviket i betydelig grad følger variasjonen i gjennomsnittsforsinkelser. Med noen unntak ligger standardavviket for begge retninger mellom 0,5-1 minutt, og er dermed litt høyere enn gjennomsnittsforsinkelser.

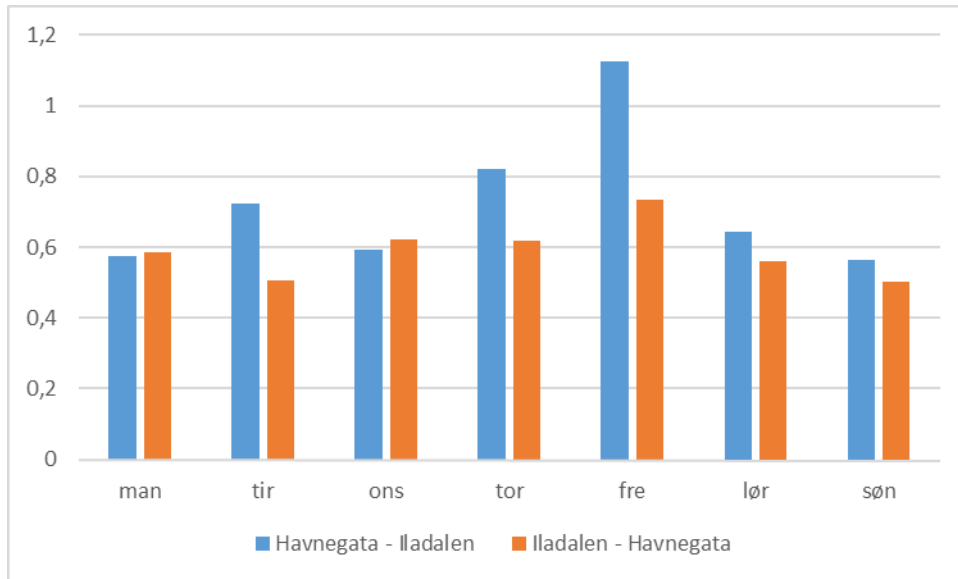
### Variasjon over ukedager

Figur 6.17 viser hvordan gjennomsnittsforsinkelser fordeler seg over ukedager.



Figur 6.17: Gjennomsnittlig forsinkelse i min per time, fordelt over ukedag, for to strekningsretninger i Trondheim.

Fra figuren framkommer det at det er relativt lite variasjon i forsinkelser utover uken, særlig for retningen Iladalen – Havnegate. Påfallende er at forsinkelser i helgen ligger på ca. samme nivå som i resten av uken, noe som ikke var tilfellet for strekningene i Oslo og Bergen. For retningen Havnegata–Iladalen øker forsinkelsene mot slutten av arbeidsuken. Figur 6.18 viser tilsvarende standardavvik av forsinkelsene.



Figur 6.18: Standardavvik av forsinkelser i min per time, fordelt over ukedag, for to strekningsretninger i Trondheim.

Fra figuren ser vi at også standardavvikene, med ett enkelt unntak, er relativt jevnt fordelt over hele uken, inkludert helgen. Dette innebærer at usikkerheten rundt transporttider i gjennomsnitt ikke varierer betydelig fra dag til dag, men at den er størst på fredager.

### Relative standardavvik

For strekningene i Trondheim viser tabell 6.3 relative standardavvik i forsinkelser fordelt over året.

Tabell 6.3: Relative standardavvik av forsinkelser for to strekningsretninger i Trondheim.

Relativt st.avvik (i gj.snitt)	Kun virkedager	Inkl. helgene
Havnegata - Iladalen	16 %	15%
Iladalen - Havnegata	12 %	12%

Tabellen illustrerer at de relative standardavvikene ligger i samme størrelsesorden som for Bergen, og er lavere enn for strekningene i Oslo. Sett over hele året vil standardavviket i gjennomsnitt dermed kun være relativt lite i forhold til normale reisetider på strekningene. Etttersom forsinkelsene i Trondheim i motsetning til i Oslo og i Bergen ikke er betydelig lavere i helgene enn på virkedager, er heller ikke det relative standardavviket der det er tatt hensyn til helgene så ulik. Med en normal reisetid på ca. 5 minutter på strekningen i Trondheim ligger standardavviket i gjennomsnitt på mellom ca. 36 og 45 sekunder.

## 6.4 Variasjon i reisetider basert på Google Maps

I forrige delkapittel diskuterte vi forsinkelser basert på data fra reisetidsmålingene til Statens Vegvesen. Som diskutert over er en ulempe med disse data, at informasjon kun er tilgjengelig for relativt korte strekninger i tilknytning til de store byene. I dette delkapitlet diskuterer vi derfor reisetider også for innenriks og utenriks langtransport, basert på data fra Google Maps sin API Distance Matrix. Det skal nevnes at det i analysen i dette delkapitlet er inkludert alle reisetider for de ulike strekningene, det vil si både Googles



pessimistiske-, «best\_guess»- og optimistiske-estimat. Dette ble gjort for å få inkludert flest mulig tider i beregningene. Da formålet er å se på variasjonen i reisetidene er denne tilnærmingen rimelig, ettersom alle reisetidene i de tre modellene (pessimistisk, «best\_guess» og optimistisk) tar hensyn til sanntidsdata og derfor vil variere fra uttrekk til uttrekk.

#### 6.4.1 Variasjon mellom kortere og lengre distanser

Tabell 6.4 viser en oversikt over relativt standardavvik på gjennomsnittlig reisetid for ulike strekninger.

Tabell 6.4: Relative standardavvik av gjennomsnitt reisetid på ulike strekninger.

Innenriks distribusjon		Innenriks langtransport		Utenriks langtransport	
Reiserute	St.avvik/ gj.sn. transport- tid	Reiserute	St.avvik/ gj.sn. transport- tid	Reiserute	St.avvik/ gj.sn. transport- tid
Oslo (Alnabru) → Oslo havn	34%	Oslo (Alnabru) → Bergen (Nygårdstangen via Haukeli)	4%	Oslo (Alnabru) → Gøteborg Havn	10%
Oslo (Alnabru) → Oslo Sentrum	31%	Oslo (Alnabru) → Bergen (Nygårdstangen via RV7)	5%	Oslo (Alnabru) → Malmø	11%
Heimdal → Trondheim Sentrum	15%	Oslo (Alnabru) → Bergen (Nygårdstangen via E16)	4%	Oslo (Alnabru) → Rotterdam Havn	9%
Heimdal → Orkanger Havn	7%	Oslo (Alnabru) → Bergen (Nygårdstangen via RV52)	5%		
Dokken Havn → Bergen Sentrum	18%	Oslo (Alnabru) → Bergen (Nygårdstangen via RV50)	5%		
Dokken Havn → Nygårdstangen	13%	Oslo (Alnabru) → Trondheim (Heimdal via E6)	5%		
Ganddal Jernbane → Stavanger Sentrum	15%	Oslo (Alnabru) → Trondheim (Heimdal via RV3)	5%		
Ganddal Jernbane → Risavika Havn	10%	Oslo (Alnabru) → Sandnes (Ganddal)	5%		
Stavanger Sentrum → Risavika Havn	14%	Oslo (Alnabru) → Åndalsnes	4%		
<b>Gjennomsnitt</b>	<b>17%</b>		<b>5%</b>		<b>10%</b>

Fra denne oversikten kommer det fram at andelen variasjon i gjennomsnittlig transporttid er mer enn 3 ganger større for (kortere) innenriks distribusjonsstrekninger enn for innenriks langtransport. Dette er ikke overaskende med tanke på at en mye større andel av reiseruten til innenriks distribusjon er eksponert mot rushtidstrafikk.

Videre er det verdt å legge merke til at det innad i kategorien innenriks distribusjon er store forskjeller på andelen variasjon. På rutene innad i Oslo ligger disse verdiene på godt over 30%, mens andelen i Bergen ligger rundt ca. 15% i gjennomsnitt, og er enda mindre i de andre byene. Dette er rimelig i samsvar med SVVs reisetidsmålinger.

Til slutt kommer det fram at andelen variasjon er rundt dobbelt så høy ved utenriks langtransport sammenliknet med innenriks langtransport. En mulig forklaring kan være at dette (delvis) skyldes forsinkelser knyttet til grenseovergangene.

### 6.4.2 Variasjonstrend innenfor innenriks langtransport

Tabell 6.5 viser en oversikt over standardavviket til reisetidene knyttet til mandag, onsdag og fredag, samt for avreisetidspunkt 08:00, 12:00 og 16:00 (uavhengig av avreisedag) for alle reiseruter innenfor kategorien innenriks langtransport.

Tabell 6.5: Oversikt over standardavvik til reisetider for ulike dager og avreisetidspunkter innenfor innenriks langtransport (i minutter).

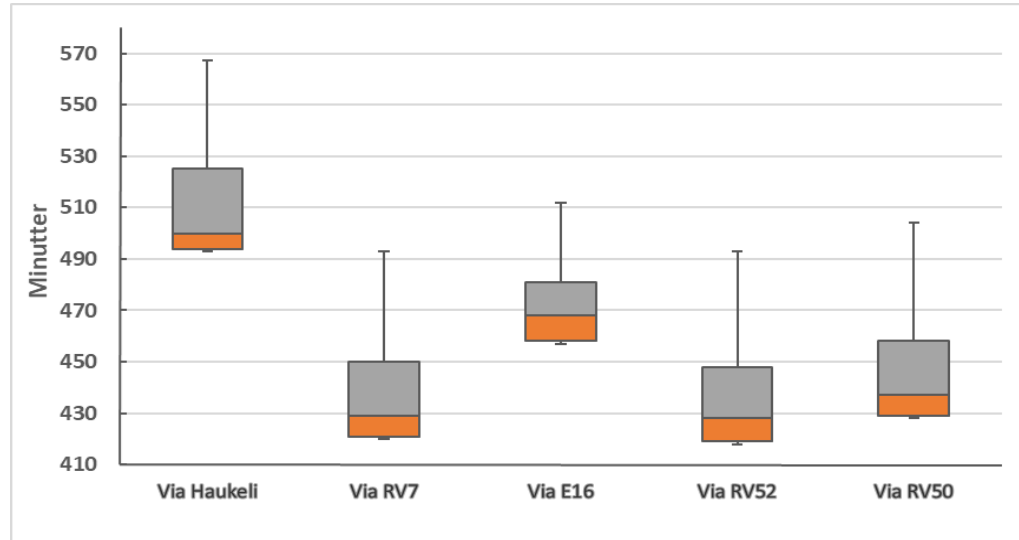
Reiserute	Alle dager og tider	Mandager	Onsdager	Fredager	Kl. 08:00	Kl. 12:00	Kl. 16:00
Oslo (Alnabru) → Bergen (Nygårdstangen via Haukeli)	20,8	17,9	21,0	25,1	19,1	15,7	23,8
Oslo (Alnabru) → Bergen (Nygårdstangen via RV7)	19,8	14,9	18,1	25,5	18,3	13,3	24,5
Oslo (Alnabru) → Bergen (Nygårdstangen via E16)	17,3	14,9	18,1	20,2	16,5	13,3	20,7
Oslo (Alnabru) → Bergen (Nygårdstangen via RV52)	20,7	16,5	19,7	26,7	17,6	16,1	25,6
Oslo (Alnabru) → Bergen (Nygårdstangen via RV50)	20,0	15,1	18,8	26,7	15,9	14,9	25,4
Oslo (Alnabru) → Trondheim (Heimdal via E6)	19,7	15,4	16,3	26,7	13,7	13,9	26,1
Oslo (Alnabru) → Trondheim (Heimdal via RV3)	17,9	13,7	15,3	24,7	12,2	13,2	22,8
Oslo (Alnabru) → Sandnes (Ganddal)	24,5	23,7	25,6	26,8	25,3	24,5	26,3
Oslo (Alnabru) → Åndalsnes	14,2	12,8	14,2	16,7	11,9	13,0	16,4

For hver reiserute i denne oversikten er det kjørt en betinget formattering på verdiene til de ulike standardavvikene. Det vil si at hvert standardavvik, basert på dens verdi sammenliknet med de andre standardavvikenes verdi, har fått en fargegradering. Fargegraderingen går fra grønt til gult til rødt, som henholdsvis tilsvarer fra minste til største verdi.

Fra oversikten blir det avdekket en rekke trender. Det er tydelig at den dagen reisetidene varierer mest er på fredager. Videre er det avreisetidspunktet som gir størst variabilitet på reisetiden, kl. 16.00. Dette kan skyldes at disse ruter kun blir utsatt for rushtidstrafikk ved større byer i hverdagen, mens de på fredager kan bli utsatt for både rushtrafikk og helgetrafikk. Rushtrafikken er i all hovedsak styrt av folks arbeidstider, noe som er tilnærmet konstant, mens helgetrafikken kan i større grad bli påvirket av mer variable faktorer som vær. Derfor vil man kunne oppleve større variasjoner på disse reiserutene på fredager, og da spesielt etter klokken 16.00, enn det man gjør på andre hverdager.

### 6.4.3 Variasjon i reisetider mellom Oslo og Bergen

For å kunne si noe om gjennomsnittlig transporttid og variasjon på alternative rutevalg mellom Oslo og Bergen, viser figur 6.19 et Whisker-Boxplot. Figuren illustrerer 25%- (oransje felt), 50%- (median) og 75% (grått felt)-kvartiler, og min og maks verdier på alle reiserutene mellom Oslo og Bergen. Tabell 6.6 inneholder tilhørende tall.



Figur 6.19: Whisker-Boxplot med kvartiler og min og maks verdier for reisetiden mellom Oslo (Alnabru) og Bergen (Nygårdstangen) via ulike ruter. Reisetid i minutter.

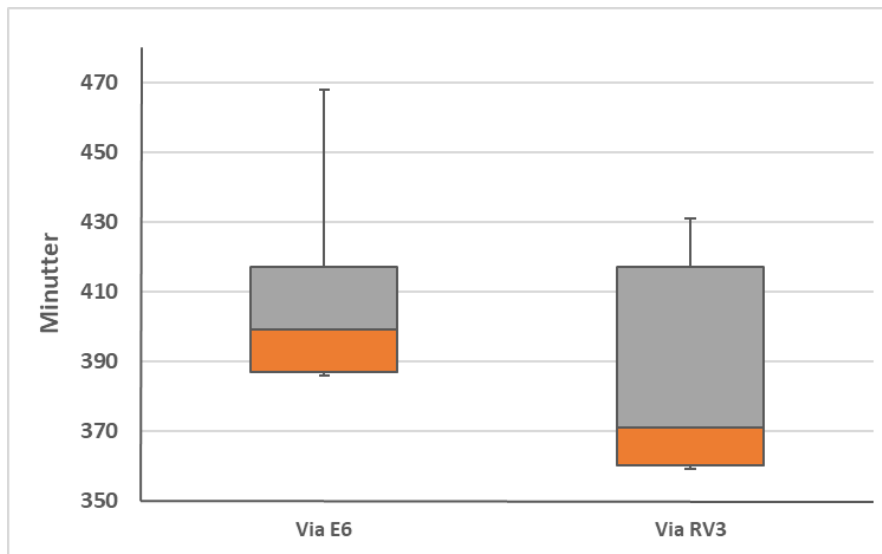
Tabell 6.6: Oversikt over variasjonsbredden til reisetider for ulike dager og avreisetidspunkter for ulike ruter mellom Oslo (Alnabru) og Bergen (Nygårdstangen). Tall i minutter.

	Via Haukeli	Via RV7	Via E16	Via RV52	Via RV50
Min	487	412	448	406	420
Q1 (25%)	494	421	458	419	429
Q2 (50%)	500	429	468	428	437
Q3 (75%)	525	450	481	448	458
Max	567	493	512	493	504

Fra figuren og tabellen framkommer det at det er rutene RV7 og RV52 som har lavest gjennomsnittlig transporttid, mens transporttiden i gjennomsnitt er høyest for ruten over Haukeli. Det som kan være verdt å merke seg her er hvordan plottet for ruten via E16 er den eneste som skiller seg fra resterende plott. For denne ruten (via E16) ligger 50%-kvartil nesten midt mellom 25%- og 75%-kvartil, i motsetning til de andre plottene der 50%-kvartilen ligger mye nærmere 25%-kvartilen enn 75%-kvartilen. Videre ser vi at 25%- og 75%-kvartilene ligger mye tettere ved plottet for ruten via E16 enn de resterende. Det fremkommer også at figuren skiller seg fra tilsvarende figur for sjøtransport ved at fordelingen for vegtransport er mer skjev mot maksimumsverdiene enn minimumsverdiene. Det skyldes at vi for sjøtransport har beregnet avviket fra et gjennomsnittlig anløpstidspunkt, og man derfor vil ha en fordeling både for maksimumsverdier (forsinkelser) og for minimumsverdier (fortidligkomster). For vegtransport (og for jernbanetransport) er det selvsagt mindre vanlig med fortidligkomster for en transportør som overholder hastighetsgrenser og kjøre-hviletidsregler. Dette kan tyde på at reisetidene via E16 varierer i mindre grad enn via de andre rutene.

### 6.4.4 Variasjon i reisetider mellom Oslo og Trondheim

Figur 6.20 viser en Whisker-Boxplot for alternative rutevalg på strekningen Oslo - Trondheim, mens tabell 6.7 inneholder tilsvarende tall.



Figur 6.20: Whisker-Boxplot med kvartiler og min og maks verdier for reisetiden mellom Oslo (Alnabru) og Trondheim (Heimdal) via ulike ruter. Reisetiden i minutter.

Tabell 6.7: Oversikt over variasjonsbredden til reisetider for ulike dager og avreisetidspunkter for ulike ruter mellom Oslo (Alnabru) og Trondheim (Heimdal).

	Via E6	Via RV3
Min	382	350
Q1 (25%)	387	360
Q2 (50%)	399	371
Q3 (75%)	417	417
Max	468	431

I dette plottet kommer det tydelig frem at reisetidene for de ulike rutene er veldig forskjellig fordelt. For ruten via E16 ligger 50%-kvartilen tilnærmet midt mellom 25%- og 75%-kvartil, i motsetning til ruten via RV3, der den ligger mye nærmere 25%-kvartil. Videre er avstanden mellom 25%- og 75%-kvartil kun 30 min ved ruten via E6, og hele 57 min for ruten via RV3.

Dette tyder på at reisetidene for ruten via E6 varierer mindre og er mer forutsigbare enn for ruten via RV3. På den annen side er gjennomsnitt transporttid lavere for RV3.

## 7 Diskusjon og videre arbeid

### 7.1 Innledning

Vi har i denne rapporten brukt seks ulike datakilder til å måle variabilitet i etterspørsel etter transport og transporttid. Alle disse kildene har styrker og svakheter, og en utfordring har vært at datakildene gir ulik grad av informasjon for de ulike variablene som vi ønsker å måle variabiliteten for. I dette kapitlet gir vi en kort oppsummering av de ulike datakildenes styrker og utfordringer.

### 7.2 Varetransportundersøkelsen 2014 (VTU)

SSBs varetransportundersøkelse utgjør et detaljert datagrunnlag og inneholder informasjon om til sammen nær 49 millioner ulike innenriksforsendelser fra 15 861 bedrifter, fordelt på 5 428 avsenderlokasjoner og 761 ulike næringer. Disse rike data kan brukes til ulike typer av analyser. Når det gjelder analyser av variasjon i etterspørsel etter godstransport, er dette basert på den delen av VTUen som er innhentet fra samlastere, fordi det bare er denne delen av datagrunnlaget som inneholder informasjon om når på dagen sendingstidspunktet er.

Utfordringen med å måle usikkerhet i etterspørsel er at det er store svingninger mellom de ulike bedrifter mht hvor stort behovet er på et gitt tidspunkt. Vi har forsøkt å belyse dette ved å analysere variasjoner over kvartal, måned, ukedag og tidspunkt på året for fire ulike cases. Disse støtter imidlertid opp om hverandre mht tidspunkt på døgnet som det ekspederes mest gods, at det er betydelig variasjon mellom ukedager og at det er betydelige sesongvariasjoner. Variasjonskoeffisienten for etterspørsel er høyere enn for transporttid. Det vil si at variabiliteten i etterspørsel, og med det kostnaden ved å ha sikkerhetslager, bidrar til en større andel av de uforutsette logistikkostnadene enn det usikkerheten i transporttiden gjør.

### 7.3 TIOS

Jernbanedirektoratet sitt togoperativsystem, TIOS, dekker (innenriksdelen av) alle togbevegelser i Norge. Særlig gitt de (tids)variablene som registreres, vil systemet i utgangspunkt danne et godt grunnlag til analyser av forsinkelser og variasjon i transporttid. En viss grad av støy i dataene fører likevel til praktiske utfordringer. Det er f.eks. en rekke av togene som har fått koden 'delinnstilt', selv om det kan se ut til at disse togene har gått, fordi de har fått påkodet faktiske avgangs- og ankomsttider. Noen ganger er disse tidene sammenfallende med avgangs- og ankomsttider etter ruteplanen, noe som øker usikkerhet om toget faktisk har gått eller ikke.

Videre er det ikke alltid lett å identifisere togruter som rutes om og får nytt tognummer underveis. TIOS skiller heller ikke mellom planlagte og uforutsette stenginger. En annen utfordring er påliteligheten og tolkningen av dataene. F.eks. ville det kunne se ut til at antall innstilte tog hadde økt kraftig i 2014 og 2015, noe som viste seg å skyldes (tildelte) togruter

som ikke var benyttet i det hele tatt i disse årene. En kode for om toget faktisk har gått eller ikke ville gitt et adskillig bedre analysegrunnlag.

## 7.4 Havnestatistikken og AIS

I våre analyser for sjøtransport er det lagt til grunn data fra AIS og SSBs Havnestatistikk. Til forskjell fra for jernbanetransport er det for sjøtransport ikke ett gitt ankomsttidspunkt, men snarere en ankomstdag. Analysen blir derfor i stedet for å måle avviket til ankomsttidspunktet i stedet en analyse av hvordan ankomsttidspunktet varierer fra anløp til anløp for ett gitt skip.

Mens dataene fra Havnestatistikken og AIS i denne rapporten ser ut til å være rimelig i samsvar, stemmer disse data ikke alltid så godt overens (Hovi, Pinchasik, Auråen og Natvig, 2016). Det er f.eks. store forskjeller mellom hvilke skip som blir registrert, hvor ofte, når (både tidspunkter og datoer for anløp og avreise), og under hvilken skipskategori. Videre kan det til ytterligere analyser være ønskelig å koble sammen Havnestatistikken med anløpstall fra AIS, men kan dette være utfordrende gitt at det brukes ulik skipsidentitet i de to kildene.

## 7.5 SVVs reisetidsmålinger og Google Maps sin API Distance Matrix

For strekninger der SVV utfører reisetidsmålinger, er det relativt mye data tilgjengelig, med høy tidsoppløsning ned til 5-minutters intervaller. Betydelige ulemper til analyser av transporttider for godstransport er likevel at disse trafikktegninger kun gjelder kortere (del)strekninger og da primært in mot de større byene. Dette gjør det utfordrende å få et større bilde av forsinkelser over hele relevante strekninger og fører til at vi må begrense analysen til delstrekninger som best reflekterer tilførsel til terminaler og havner. En annen utfordring er at reisetidsmålingene ikke skiller mellom personbiler og godsbiler, fordi trafikktegninger viser at disse har ulike mønstre når det gjelder kjøretidspunkter på dagen.

Google Maps sin API Distance Matrix er en relativt ny kilde som i denne rapporten har blitt brukt mest til illustrasjon. Dataene er framkommet ved at man har hentet ut informasjon om tre reisetidsscenarioer (optimistisk, nøytral og pessimistisk) for et uttrekk som er gjort til spesifiserte tidspunkt på døgnet. Heller ikke i denne datakilden er det mulig å skille mellom person- og godsbiler, Kilden beregner real-time informasjon basert på visse kombinasjoner av historiske trafikkdata og sanntidsdata. En stor fordel med denne kilden er at det er mulig å analysere alt fra korte til lengre strekninger og delstrekninger, og at en står helt fritt til å velge relasjon. Dette gjør det mulig å selektere strekninger som er relevante for godstransport, som f eks inn til en terminal. Samtidig er det mer utfordrende å få like mange og representative data som reisetidsmålingene til SVV.

For nærdistribusjon finner vi høyere variasjonskoeffisient i datasettet fra Statens vegvesen sammenliknet med det vi finner i google maps sin API Distance Matrix, og vi finner at denne i reisetidsmålingene til SVV er høyere for Oslo enn for Bergen som igjen er høyere enn for Trondheim. Videre finner vi at variasjonskoeffisienten for nærdistribusjon har høyere variasjonskoeffisient enn for innenriks langtransport og at utenrikstransporter har høyere variasjonskoeffisient enn innenriks langtransport, men lavere enn for nærdistribusjon. Dette er som forventet, men nå har vi empiriske anslag for noen utvalgte strekninger.

## **7.6 Videre arbeid**

Som nevnt innledningsvis har formålet med denne rapporten vært å dokumentere arbeidet med å kvantifisere usikkerhet i etterspørsel og transporttid til bruk i en konseptuell modell for transportmiddelvalg. Selve modellen er dokumentert i en annen rapport (Johansen et al., 2018).

## 8 Referanser

- Cobb, B.R. (2013) Mixture distributions for modelling demand during lead time. *Journal of the Operational Research Society*
- Cobb, B.R., A.W., Rumí, R. and Salmerón, A. (2013) Inventory management with log-normal demand per unit time. *Computers and Operations Research* 40(2013), 1842-1851.
- Cobb, B.R., Johnson, A.W., Rumí, R. and Salmerón, A. (2015) Accurate lead time demand modeling and optimal inventory policies in continuous review systems. *International Journal of Production Economics* 163, 124-136.
- Das, C. (1976) Approximate solution to (Q,R) for gamma lead time demand. *Management Science* 22(9), 1043-1047.
- Das, C. (1983) Inventory control for lognormal demand. *Computers and Operations Research* 10(3), 267-276.
- Engelson, L. og M. Fosgerau (2011). '*Additive measures of travel time variability*', *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol. 45 (10), s. 1560-1571.
- Fosgerau, M. og L. Engelson (2011). '*The value of travel time variance*', *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol. 45 (1), s. 1-8.
- Hadley, G. and Whitin, T.M. (1963) *Analysis of Inventory Systems*. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J.
- Halse, A.H., Østli, V., Killi, M. og A.D. Landmark (2017). '*Train unreliability and demand for rail freight transport in Norway*.' Arbeidsdokument 10007/2017. Foreløpig upublisert.
- Haram, H.K. (2016). '*Anløp i forhold til rutetabell*', Statusrapport 2016, Kystverket, hentet fra <http://www.shortseashipping.no/News/3635/Punktighet-for-sjøtransport>
- Haram, H.K., Hovi, I.B. og E. Caspersen (2015). '*Potensiale og virkemidler for overføring av gods fra veg- til sjøtransport*', TØI-rapport 1424/2015, tilgjengelig via <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=41079>
- Hovi, I.B. (2018). '*Varestrømmer i Norge, en komponent i Nasjonal godsmoell*'. TØI-rapport 1620/2018, tilgjengelig via <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=47926>.
- Hovi, I.B., Caspersen, E. og P. Wangsness (2014). '*Godstransportmarkedets sammensetning og utvikling*', TØI-rapport 1363/2014, tilgjengelig via <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=39223>
- Hovi, I.B. og S.E. Grønland (2011). '*Konkurransesflater i godstransport*', TØI-rapport 1125/2011, tilgjengelig via <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=16228>
- Hovi, I.B., Pinchasik, D.R., Auråen, E. og M. Natvig (2016), '*Data om godstransport: Dagens statistikk og nye datakilder*', TØI-rapport 1524/2016, tilgjengelig via <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=43889>
- Johansen, B.G., Minken, H., Hovi, I.B., de Jong, G., Lindgren, S., Vierth, I. and Baak, J. (2018). '*The effect of uncertainty on freight transport: an inventory model with explicit transport costs*'. TØI-report 1653/2018 (in progress).
- Minken, H. and Johansen, B. G. (2018). '*A logistics cost function with explicit transport costs*'. Article delivered for per review. *Journal: Economics of Transportation*.



- Namit, K and Chen, J. (1999) Solutions to the  $\langle Q,R \rangle$  inventory model for gamma lead-time demand. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management* 29(2), 138-154.
- Riksrevisjonen (2018). Riksrevisjonens undersøkelse av overføring av godstransport fra vei til sjø og bane. Dokument 3:7 (2017-2018). Tilgjengelig via:  
<https://www.riksrevisjonen.no/rapporter/Documents/2017-2018/Godstransport.pdf>.
- Tyworth, J.E. (1991) The inventory-theoretic approach in transportation selection models: a critical review. *The Logistics and Transportation Review* 27(4), 299-318.
- Tyworth, J.E. (1992) Modeling transportation-inventory trade-offs in a stochastic setting. *Journal of Business Logistics* 13(2), 97-124.
- Tyworth, J.E. and Ganeshan, R. (2000) A note on solutions to the  $(Q,r)$  inventory model for gamma lead-time demand. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management* 30(6), 534-539.
- Vernimmen, B., Dullaert, W., Willemé, P. and Witlox, F. (2008) Using the inventory-theoretic framework to determine cost-minimizing supply strategies in a stochastic setting. *International Journal of Production Economics* 115(2008), 248-259.
- Wanke, P. and Leiva, V. (2015) Exploring the potential use of the Birnbaum-Saunders distribution in inventory management. *Mathematical Problems in Engineering*, Volume 2015, Article ID 827286, <https://www.hindawi.com/journals/mpe/2015/827246/>

## 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)