

A25833 - Åpen

Rapport

Datakilder og modellering av trengsel på tog

Forprosjekt

Forfatter

Trude Tørset



Foto: Trude Tørset

SINTEF Teknologi og samfunn

Transportforskning

2014-03-31

Rapport

Datakilder og modellering av trengsel på tog

Forprosjekt

EMNEORD:

Samferdsel

Kapasitet

Trengsel

Kollektivtransport

Tog

VERSJON

1

DATO

2014-03-31

FORFATTER(E)

Trude Tørset

OPPDRAKSGIVER(E)

NSB

OPPDRAKSGIVERS REF.

Frank Holzhauser

PROSJEKTNR

102003631-3

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

33

SAMMENDRAG

Rapporten inneholder en gjennomgang av litteratur om trengsel om bord i kollektivmidler, og tidsverdistudier av ulike former for trengsel. NSB har tilgang på data om kapasitet på togtilbudet på de enkelte linjene. Disse dataene er koblet sammen med passasjertellinger som gjennomføres rutinemessig vår og høst for å få et mål på kapasitetsutnyttelsen på noen linjer som erfaringsmessig har mye trafikk. Kapasitetsutnyttelsen på disse linjene er deretter koblet med intervju gjort i kundetilfredshetsundersøkelsen som NSB gjennomfører vår og høst. Målet var å studere sammenhengen mellom trengsel og kundetilfredshet. Dessverre viste det seg at datagrunnlaget var mangelfullt i de mest belastede periodene på dagen, slik at utbyttet ble lavere enn forventet. Det var likevel nyttig å få en gjennomgang av tilgjengelige datakilder slik at disse senere kan tilpasses studier av hvordan trengsel påvirker passasjerenes opplevelse av togreisen.

UTARBEIDET AV

Trude Tørset

SIGNATUR**KONTROLLERT AV**

Solveig Meland

SIGNATUR**GODKJENT AV**

Roar Norvik

SIGNATUR**RAPPORTNR**

A25833

ISBN

9788214056631

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1.0	2014-04-07	Rapport

Sammendrag

Målet med dette prosjektet har vært å studere virkningen på etterspørselen av trengselen om bord i et tog og å finne metoder for å implementere dette i en strategisk transportmodell.

Det er spesielt to typer trengsel som påvirker tidsbruken til kollektivtrafikantene:

1. Trengsel på spor eller i vegbane
2. Trengsel om bord

I den regionale transportmodellen er det nå mulighet for å kunne skille busser i kollektivfelt fra busser i blandet trafikk, ved at forsinkelser i blandet trafikk påvirker reisetiden til bussen. Dette vil gjøre det mulig å modellere den første typen trengsel.

Den andre typen trengsel kan føre til at holdeplasstiden øker, og trengsel om bord gir generelt dårligere opplevelse av reisen og høyere tidsverdier.

For å kunne modellere trengsel, har vi behov for kunnskap om:

1. Hvordan grad av trengsel skal representeres
2. Hvordan trafikantene opplever trengsel
3. Hvordan dette kan simuleres i beregningsverktøy

Rent modellteknisk må trengsel inngå i Level of Service-dataene som etterspørselsmodellen bruker, enten som en egen variabel eller som et uttrykk knyttet til tid om bord ved trengsel. Hvis man antar at trengsel påvirker rutevalget, må trengsel inn i uttrykket for generaliserte reisekostnader.

Den nasjonale verdsettingsstudien fra 2009 kartla verdsetting av sitteplass på en gitt andel av en kollektivtur med fra NOK 5 for sitteplass på en fjerdedel av reisen, til NOK 27,5 for sitteplass på hele reisen.

Tidsverdiundersøkelsen for Oslo og Akershus, gjennomført i 2010, hadde et større utvalg av kollektivtrafikanter enn den nasjonale verdsettingsstudien. I den er forskjellen på reisetid med sitte- eller ståplass kartlagt. I denne fant de også forskjeller i tidsverdiene ved lav/moderat og høy trengsel. For Oslo er det en betalingsvilje for å unngå høy trengsel NOK 14 pr reise, mens tilsvarende verdi for Akershus er NOK 24. Det som mangler i tidligere undersøkelser, er sammenhengen mellom faktisk kapasitetsutnyttelse (evt. ledig sitteplasskapasitet) og tidsverdi. De gjennomførte tidsverdiundersøkelsene har med nivåer på trengsel (lav/høy og sitteplass/ståplass), men uten at dette er direkte koblet til kapasitetsutnyttelse.

I dette prosjektet har vi funnet kapasitet om bord ut fra informasjon om hvilket materiell som brukes på to linjer hvor vi vet at det til tider er kapasitetsbrist. Linjene er regiontogene Asker-Lillestrøm og Ski-Skøyen. Kapasiteten er oppgitt i form av antall sitteplasser, og totalkapasitet gitt ved maksimalt antall passasjerer. Kapasitetsutnyttelsen er funnet via passasjertellinger som gjennomføres to ganger i året i regi av NSB. NSB gjennomfører også en Kundetilfredshetsundersøkelse to ganger i året, og selv om det ikke er et spørsmål om trengselsnivå i denne, skal passasjerene krysse av på en skala fra "Helt enig" til "Helt uenig" i følgende sentrale påstand: "Jeg får alltid sitteplass når jeg reiser med tog på denne strekningen". Det er tydelige forskjeller mellom reisehensiktene, ved at de som reiser til og fra arbeid er mer uenig i påstanden enn trafikanter med andre reisehensikter. Det er også høyere beleggspersent i gjennomsnitt på de togene hvor arbeidsreisene går, enn for de andre reisehensiktene. Dessverre viste det seg at kundetilfredshetsmålingene ikke dekker morgenerushet, hvor det sannsynligvis er størst trengsel.

Prosjektet har vist at det er behov for mer kunnskap om trengsel og hvordan trengsel påvirker komforten for passasjerene og de valgene de tar.

Summary

The goal of this project was to study how crowding in the public transport service effects the demand, and to find ways to implement crowding in a strategic transport model.

There are two types of congestion that affects the time use whilst being a public transport passenger:

1. Congestion on the tracks or road lanes
2. Congestion on board

In the regional transport model, it is now possible to distinguish the time use for buses in dedicated bus lanes from situations where the buses drive in mixed traffic. This will make it possible to model congestion on the road lanes. The second type of congestion can cause prolonged stop times and lower comfort and less probability of getting a seat, giving higher time values.

In order to model the congestion we need knowledge about:

1. How to express the degree of congestion
2. How the passengers perceive and react to congestion
3. How this can be included in a transport model

Congestion needs to be included in the Level of Service data used by the demand model, as a separate variable or as a specific time use variable. If assuming that crowdedness affects route choice, it has to be included in the expression for generalized cost.

The national valuation study from 2009 found the valuation of available seats on a given portion of a public transport trip, from NOK 5 for getting a seat on one fourth of the trip to NOK 27,5 for getting a seat the whole trip. The time valuation survey for Oslo and Akershus in 2010 had a larger range of public transport passengers than the national survey, and it differentiated between the time values for low/moderate and high congestion on board, and between getting a seat or not. For Oslo there is a willingness to pay to avoid high crowding of NOK 14 per trip, while the corresponding value for passengers from Akershus is NOK 24. What is lacking in previous studies, is the coupling of actual capacity utilization (or remaining seating capacity) and time value. The existing time value surveys included vaguely defined levels of congestion (low to high congestion and seating available or not), but without this being linked to a defined capacity utilization.

In this project we have found capacity on board based on knowledge of which carriages are used for two specific lines where we know that at times there are capacity shortcomings. The lines are the regional trains Asker- Lillestrøm and Ski-Skøyen. Capacity is given by the number of seats and the total passenger capacity. Capacity utilization is found by passenger counts conducted twice a year by the NSB. NSB also carries out a Customer Satisfaction Survey twice a year, and although there are no questions regarding crowding in this survey, passengers can report on a scale from "strongly agree" to "strongly disagree" about this statement: "I always get a seat when traveling by train on this route". The results show a significant difference between trip purposes, in that those traveling to and from work disagree more often with the statement than passengers with other trip purposes. The occupancy rates on the trains traveled by commuters are higher than for other trip purposes. Unfortunately it turned out that this survey does not include the morning rush hours, in which we expected the highest levels of congestion on board.

The project has shown that there is a need for more knowledge about the crowding and about how crowding affects the comfort of the passengers and the choices they make.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	7
1.1	Trengsel og kapasitetsforhold i kollektivsystemet.....	7
1.2	Målsetting i dette prosjektet	7
1.3	Behov for å måle trengsel og kapasitet i kollektivtilbudet	8
2	Litteraturstudium om kapasitet om bord i tog	9
2.1	Kapasitet i kollektivsystemet	9
2.2	Kapasitet om bord i vogn	9
2.3	Kapasitet på en linje eller korridor.....	10
2.4	Aktiviteter om bord.....	11
2.5	Andre deler av kollektivturen	11
2.6	Oppsummering	11
3	Modellering av trengsel.....	13
3.1	Utvikling av modell for trengsel.....	13
3.2	Trengsel som del av en strategisk transportmodell.....	14
3.2.1	Hvor i modellen kan trengsel inngå?	14
3.2.2	Hvordan kan trengsel beskrives?.....	14
3.2.3	Erfaringer fra London.....	15
4	Datakilder om kundetilfredshet, kapasitet og kapasitetsutnyttelse	16
4.1	Reisevaneundersøkelser og tidsverdiundersøkelser	16
4.1.1	Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2009	16
4.1.2	Den nasjonale verdsettingsstudien	16
4.1.3	Tidsverdiundersøkelsen for Oslo og Akershus	17
4.1.4	Analyse av kollektivreiser fra Ruters markedsinformasjonssystem	18
4.1.5	Andre skandinaviske tidsverdiundersøkelser	19
4.1.6	Andre utenlandske undersøkelser.....	19
4.1.7	Oppsummering fra reisevaneundersøkelser og tidsverdiundersøkelser	20
4.2	Kundetilfredshet blant togpassasjerene	20
4.2.1	Passasjertellinger gjennomført av NSB.....	21
4.2.2	Kapasitet om bord	21
4.2.3	Kundetilfredshet for linje 400 og linje 500	24
4.3	Datakilder som ble vurdert men ikke anvendt i dette prosjektet	28
4.3.1	Beregning av nødvendig stasjonsopphold.....	28
4.3.2	Punktlighet på spor TIOS	28

5	Oppsummering og konklusjon	30
5.1	Har trengsel innvirkning på hvilke valg trafikantene tar?	30
5.2	Trengsel om bord	30
5.3	Mål på trengsel	30
6	REFERANSER.....	32

1 Innledning

1.1 Trengsel og kapasitetsforhold i kollektivsystemet

Det er anerkjent at tidsbruk i transportsystemet er en av de viktigste forklaringsfaktorene for valg av blant annet transportmåte. Derfor inngår også tidsbruk som en variabel i transportmodeller som beregner konkurranseforholdene mellom de ulike reisemåtene og sannsynlig fordeling av trafikanter på transportmåtene. I de norske transportmodellene beregnes imidlertid tidsbruk i kollektivtilbudet kun etter rutetabellene, og uten å vurdere hvordan trengsel i transportsystemet spiller inn.

Det er spesielt to typer trengsel som påvirker tidsbruken til kollektivtrafikantene:

1. Trengsel for buss, trikk eller tog i blandet trafikk på vegbanen eller på skinner.
2. Trengsel om bord i buss, trikk eller tog, slik at holdeplasstiden øker og at man som kollektivtrafikant kan risikere å ikke komme med første tog som passerer holdeplassen. Dessuten kan trengsel om bord føre til at man ikke får sitteplass, får nedsatt komfort ved reisen selv om man har sitteplass og generelt føre til en mer negativ holdning til det å bruke tog.

I de regionale transportmodellene ble det fra midten av 2012 muligheter for å kode kollektivfelt slik at det blir forskjell på busser i blandet trafikk og busser på dedikert trasé. Denne muligheten er beskrevet i den tekniske dokumentasjonen av den regionale transportmodellen (RTM) (side 26, Malmin, 2013). I prinsippet gjøres dette ved å bruke økt kjøretid på veglenkene i rushtiden som forsinkelse også for kollektivtrafikken. Da vil man ha mulighet for å skille bussenes framføring når de har egne felt og når de går i blandet trafikk. I noen byer er det også adaptive signalanlegg i kryss som prioriterer bussene gjennom kryssene. Foreløpig er beregningen av forsinkelser gjennom kryss veldig forenklet i RTM, og slik prioritering er så langt ikke inkludert. For togtrafikken er det foreløpig ikke mulig å modellere forsinkelser som oppstår på skinnegangen. I dette prosjektet har vi primært arbeidet med forsinkelser av type 2.

Tidsverdier uttrykker en tenkt betalingsvilje for å redusere reisetiden, og den er spesifisert for ulike deler av en kollektivreise, slik at for eksempel ventetiden kan vektes i forhold til om bordtiden. Tidsverdistudier gir verdier på reisetidskomponenter som vil være påvirket av hvem som bruker de ulike transportmidlene i dag, og hvordan tilbudet er når undersøkelsen blir gjennomført. Den nasjonale tidsverdistudien fra 2009 (Samstad m. fl., 2010) viste at for private turer har trafikantene en verdsetting av om bordtiden på knapt en krone pr minutt. Tidsverdistudien har ellers kartlagt tidsverdier for tilbringertid, ventetid i stigende intervaller og avhengig av hvor lang turen er totalt sett. Verdsettingen omfatter også variasjon i reisetid som en faktor knyttet til standardavviket i reisetid. Komfortfaktorer er ikke inkludert, men ligger sannsynligvis innbakt i forskjellene mellom de ulike transportmidlene. Et uttrykk for verdien av å slippe trengsel kan likevel ligge i verdien av en sitteplass, og den er oppgitt i forhold til hvor stor andel av turen man får sitteplass.

1.2 Målsetting i dette prosjektet

Vi ønsker å studere virkningen på etterspørselen av trengselen om bord i et tog, og vil utvikle metoder for å implementere dette i en strategisk transportmodell. Det opprinnelige målet i dette forprosjektet var å kartlegge behovet for modellering av forsinkelser, finne metoder for å inkludere forsinkelser for togpassasjerer og trengsel om bord i kollektivmidler i transportmodeller, samt å teste implementering av disse i Regional Transportmodell RTM versjon 3.0. Tidsverdistudier og andre spørreundersøkelser (se kapittel 4.1 side 16) viser at det er forskjell på trafikantenes opplevelse av reisen med og uten trengsel, noe som underbygger behovet for å inkludere det i etterspørselsberegninger. Det eksisterende datagrunnlaget kobler ikke en målt trengsel mot passasjerenes tidsverdier, og dermed har vi ikke et egnet datagrunnlag for

en modell. Prosjektet har likevel ført til en nyttig gjennomgang av eksisterende datakilder, og tall på for eksempel kapasitetsutnyttelse er nødvendig som datagrunnlag for å kunne bygge en modell senere.

Prosjektet er finansiert av NSB, og dermed er det naturlig at vi konsentrerer innsatsen rundt trengsel om bord i passasjertog, men mye av kunnskapen om trengsel i kollektivmidler er allment gyldige, også for andre kollektivmidler. Det gjør prosjektet til en pilot for å innføre flere viktige forklaringsfaktorer i valgmodellene i RTM.

Vi har valgt å konsentrere innsatsen i dette forprosjektet til temaet "kapasitet om bord", og i mindre grad jobbet med "kapasitet på spor". En av grunnene til det, var at vi allerede har fått etablert rutinen for å skille mellom kollektivtrafikk i blandet trafikk og på dedikert trasé, noe som var viktig for å skille mellom kollektivtilbud som tog/trikk på egne spor og buss. Vi har likevel søkt etter datakilder for situasjoner der forsinkelser i forhold til rutetabellen skyldes mange passasjerer, noe vi kommer nærmere tilbake til i kapittel 4.3.2.

1.3 Behov for å måle trengsel og kapasitet i kollektivtilbudet

Tidsverdistudien la fram tidsverdier som viste at trafikantene verdsetter å få en sitteplass om bord i kollektivmidlet. Det gir blant annet en høyere komfort enn å måtte stå. Trengsel er sannsynligvis med på å påvirke hvilke valg trafikantene tar i forhold til for eksempel reisemiddel, rutevalg, reisetidspunkt og destinasjon. Hvis vi implementerer dette i transportanalysemodellene vil det bety en betydelig forbedring av verktøyene slik at de kan brukes i analyser av kollektivtilbudet. For å vite hvordan vi skal inkludere reaksjoner på trengsel i planlegging og analyseverktøy, må vi også først vite hvordan vi kan måle trengsel.

Planlegging av kollektivtilbudet, enten det gjelder tog eller buss, innebærer at man tilrettelegger tilbudet med tanke på trasévalg, frekvens og kapasitet. Med mer kunnskap om kapasitetsutnyttelsen, både for dagens situasjon og i prognosesammenheng, kan NSB i større grad utnytte tilgjengelige ressurser mest mulig optimalt. NSB ønsker dessuten å unngå at dagens togtrafikanter velger alternative reisemåter, og ønsker et godt omdømme, slik at flere velger tog. Befolkningsveksten i de store byene fører i seg selv til økt antall kollektivtrafikanter, og tiltak for å nå målsettingen om økt kollektivandel for personreiser, vil bidra ytterligere til at antall kollektivtrafikanter øker framover.

I denne studien har vi gjort to hovedaktiviteter:

1. Gjort et litteraturstudium for å samle erfaringer om målemetoder, trafikantreaksjoner og modelleringsmetoder
2. Studert data fra NSB om kapasitet og kapasitetsutnyttelse samt trafikantenes reaksjoner på trengsel om bord.

NSB opplyser at forbikjøringer fordi togene er for fulle til å ta med flere passasjerer ikke skjer pr i dag. Det som imidlertid kan hende noen ganger er at det kommer flere tog samtidig etter driftsstans og da vil de først ankomende togene kjøre forbi enkelte stasjoner. Vi har derfor i det videre arbeidet fokusert mest på kapasitet og trengsel om bord på reisen. Vi har også vurdert det dithen at det er liten sannsynlighet for gjenståing eller at folk vil velge gjenståing framfor trengsel i et fullt tog som ankommer først.

2 Litteraturstudium om kapasitet om bord i tog

Før vi kan studere hvilken virkning av trengsel om bord i et tog har på komfort og etterspørsel, må vi ha et mål på hva som oppleves som trengsel. Som en del av prosjektet ble gjennomført et litteratursøk, både for å se hvilke definisjoner som er benyttet på trengsel og for å se hvordan andre har implementert trengsel i analysemodeller. Det kan være nyttig også å ha kvantitative mål fra andre land på hvordan passasjerer vurderer trengsel og hvordan de reagerer på trengsel.

Tidsverdier og andre mål kan nok også ha en viss overføringsverdi til norske forhold, men vi regner med at dagens trengselsnivå, kultur og velstandsnivå generelt bidrar til at slike verdier ikke uten videre kan overføres fra andre land til norske forhold. Norske og skandinaviske reisevaneundersøkelser og tidsverdiundersøkelser er gjennomgått i kapittel 4.1 som begynner på side 16.

2.1 Kapasitet i kollektivsystemet

Kapasitet i kollektivsystemet kan knyttes til transportlenker, linjer, vognsett fordelt på sitteplasskapasitet og ståplasskapasitet, og kapasiteten på holdeplasser, både i forhold til antall vogner som kan stoppe og ventekapasiteten for passasjerene. For enkelte underjordiske tilbud kan det også være aktuelt å inkludere tilbringerkapasitet og evt. evakueringskapasitet.

I de neste to kapitlene er det skilt mellom metoder som fokuserer på kapasitetsutnyttelse om bord i kollektivmidler og metoder som vurderer kollektivtilbudet mer overordnet i for eksempel en korridor.

2.2 Kapasitet om bord i vogn

Li, m. fl. (2013) har presentert en modell for valg mellom Bil og Kollektiv, hvor buss, metro og tog er underliggende valg. Modellen bruker crowding som variabel og denne er definert som *Antall stående om bord*Om bord tid*. En annen artikkel oppsummerer britiske funn over 20 år (Wardman og Whelan, 2010). De bruker tidsverdien for ikke-trengsel og sammenligner med trengsel. Trengsel kan måles fra 50 % av lastekapasitet. Senere er det kommet mer objektive mål: Stående per m². De er gjennomført andre litteraturstudier også, ett av disse er fra 2011, og i rapportene referert i denne er det gjennomgått hvordan trengsel inngår i reisemiddelvalgmodellene. Her er variabelen for trengsel om bord knyttet til det å få sitteplass eller til antall/andel av stående. Denne verdien er knyttet til turen eller andel av om bordtiden (Lee og Hensher, 2011). Undersøkelsene dekker hovedsakelig reiser til og fra jobb. Prud'homme m fl. (2012) har definert en betalingsvilje for å unngå trengsel i form av stå-tetthet, men uten å ha med en maksimalverdi. $WTP = 0,68 * Tettheten$, hvor tettheten er gitt ved $Antall\ personer / [m^2]$.

De mest brukte begrepene i litteraturen er:

- Makskapasitet (personer eller m²)
- Setekapasitet
- Ståplasser

Det finnes sannsynligvis et minimumsnivå for hvor trangt det er før trafikantene opplever situasjonen som ubehagelig. Dette er sannsynligvis kulturelt betinget, og det betyr at definerte nivå fra andre land ikke nødvendigvis er overførbare til norske forhold. Et estimat for hvor dette nivået ligger for norske forhold, bør kontrolleres med en empirisk undersøkelse.

Den mest hensiktsmessige definisjonen av kapasitet om bord i et tog er seteplasskapasitet. Det betyr at togene kan være mer en 100 % oppfylt hvis alle setene er opptatt og det står passasjerer i midtgangen eller ved dørene i tillegg.

2.3 Kapasitet på en linje eller korridor

Schmöcker med flere (2008) har en modell for det kollektive rutevalget hvor man deler inn tilbudet i tidsintervall, forutsetter en maksgrense for antallet om bord (= makskapasitet), og overfører passasjerer til neste tidsintervall hvis den "beste" ruten går full.

Poon med flere (2004) har tatt utgangspunkt i et rutevalg som er basert på en tidtabell hvor passasjerene venter i ordnet kø, og får gå om bord når det kommer en buss med ledig kapasitet. Togene og bussene har en gitt sitteplasskapasitet (avhengig av vogntype og antall vogner/ dobbeltavganger) og en gitt totalkapasitet pr avgang. Makskapasiteten kan måles ved maksimalt antall passasjerer om bord. Denne størrelsen er imidlertid tøyelig fordi det kan variere hvor mye plass en person bruker og fordi det kan være individuelt hvor trangt man tåler å stå. Interiøret i vognene er nok også med på å avgjøre hvor stor plass hver enkelt person bruker. Køforsinkelsen beregnes basert på den resulterende ventetiden og påvirker generalisert kostnad.

Beregning av sannsynlighet for sitteplass, eller beregning av hvor stor andel av turen man kan sitte kan rent praktisk gjøres ved å kode kollektivrutene dobbelt opp, slik at det ene tilbudet, å sitte, er det som fylles opp først, og de som kommer til utover det antallet, må stå (*Schmöcker* med flere, 2011). De som står om bord når noen går av, kan velge å sette seg først, før det kommer nye passasjerer på kollektivmidlet.

Nuzzolo med flere (2012) har utviklet en rutevalgmodell som inkluderer en sannsynlighet for at den første bussen er full og at man må ta en senere buss. De gir en beskrivelse av en rutetabellbasert rutevalgmodell som tar hensyn til kapasitet. Det beregnes en sannsynlighet for endring av reisetidspunkt for å unngå å risikere å måtte vente på neste buss pga. kapasitetsproblemer. Innfallsvinkelen i denne modellen er at det beregnes en sannsynlighet for full buss på stoppestedet, og at det på grunnlag av det beregnes alternativt tidspunkt for reisen. Det er ikke beskrevet noe om ulempe ved å befinne seg om bord ved trengsel.

Sumalee med flere (2009) foreslår en simuleringsmodell for å avgjøre sannsynligheten for om folk får sitteplasser eller ei, noe som påvirker avreisetidspunkt og rutevalg.

Cepeda med flere (2006) bygger på en frekvensbasert rutevalgmodell for et nettverk som har kapasitetsproblemer, og som tar hensyn til konsekvensene kapasitetsbristen har på etterspørselen, på ventetidene og reisetidene. Rutevalget bygger i utgangspunktet på at man velger attraktive linjer basert på reisetid og effektiv frekvens (ventetid). Man velger så den første av de aktuelle linjene. Så introduseres kapasitet på linjene og forsinkelser og optimalisering av rutevalget på disse.

Lama med flere (1999) beskriver en modell hvor passasjerer blir fordelt mellom ruter for å unngå trengsel. Det ser ut til at modellen antar at passasjerer blir forsinket hvis de må vente på enten ny avgang eller alternativ rute.

Det benyttes ulike løsninger for detaljeringsgrad i kodingen av rutebeskrivelsen i de kildene vi har sett på. Her er det forskjell på tidtabell-koding og frekvensbasert koding. Konsekvensene av at kapasitetsgrensen nås, er for de fleste modellene at reisetidspunktet endres eller at ventetiden øker, og i liten grad at rutevalget endres.

Jo tidligere man kommer om bord i bussen eller toget, jo større er sannsynligheten for at man får sitte. En måte å reflektere dette i modellen er koding av to parallelle ruter for hver virkelige rute, hvor den ene inneholder sitteplasser og den andre inneholder ståplasser, og hvor det er mer attraktivt å være med sitteplassruten. De som allerede er på "ståplassruten" får førstevalget på sitteplasser når noen seter blir ledige. En annen måte å gjøre dette på er ved hjelp av en simuleringsmodell som beregner sannsynligheten for om de reisende får sitte eller ei.

I første omgang er det behov for å undersøke om trengsel om bord faktisk påvirker forsinkelsene til togtilbudet. Det kommer et nytt utstyr i noen tog i løpet av våren 2014 som registrerer antall passasjerer om bord og ankomsttider til stasjonene, og dette kan muligens brukes til å finne ut mer om forsinkelser på spor som følge av forsinkelser om bord. Derneft er det behov for å undersøke om noen trafikanter står over avganger fordi det toget som kommer først er for fullt. For å finne ut dette, er det behov for en spørreundersøkelse rettet mot togtrafikantene.

2.4 Aktiviteter om bord

En svensk undersøkelse har studert hvilken effekt muligheten til å gjøre noe nyttig eller hyggelig underveis på en reise til og fra jobb har (Ettema m fl, 2012). De fant ut at det er mer vanlig med jobbing, lesing og "nyttige" aktiviteter om bord i trikk og spesielt tog, sammenlignet med buss. Det viser seg imidlertid at tilfredsheten ikke nødvendigvis øker selv om man jobber eller studerer om bord, men det er likevel nyttig for folk å ha muligheten.

2.5 Andre deler av kollektivturen

I Li og Hensher fra 2011 er også trengsel på tilbringerdelen (og frabringerdelen) av kollektivturen og på plattform på tog nevnt. Original referanse er Douglas og Karpouzis, (2006).

2.6 Oppsummering

Trengsel må kunne beskrives for at man skal kunne bruke dette som en type inngangsdata til analyse- eller etterspørselsmodeller. Det er foreslått en metode for å kunne beregne andel uten sitteplass og LoS data/kostnadsdata for sonerelasjoner hvor trengsel inngår. Det er svært sentralt når man vil bruke trengsel i modeller, at man kan knytte grad av trengsel til muligheten til å få sitteplass, enten dette er spesifisert for hver reise eller om det er gitt i andel av ombordtiden.

Det kan finnes en grense for hvor stor andel av sitteplasskapasiteten som er benyttet før man opplever at det er trengsel om bord i toget. Det er benyttet grenser på når dette inntreffer som andel av sitteplasskapasiteten eller antall personer pr. m².

Spørsmål som ikke er besvart om trengsel:

- Trengsel uttrykkes ved kapasitetsutnyttelse over et eller annet nivå, og dette nivået er sannsynligvis rundt 60-70 % utnyttelse av sitteplasskapasiteten. Hva er det riktige nivået for norske forhold og hva er årsaken til at folk velger å stå selv om det er ledige seter?
- Er det forskjell på å stå når det er god plass, og å stå trangt?
- Det finnes flere definisjoner på trengsel. Hva er den mest hensiktsmessige?
- Påvirker trengsel etterspørselen etter turer og rutevalget?
- Forskyves etterspørselen til andre tidsintervall hvis etterspørselen overstiger kapasiteten? På hvilket nivå kan man eventuelt merke denne effekten? Hvor brede bør slike tidsintervall være?
- Gir trengsel en ulempe som nesten tilsvarer servicegrad for vegtrafikken, og kan trengsel over et gitt nivå gi forsinkelser slik vi regner med for vegtrafikken?
- Har lengden på turen, evt. lengden på stå-tiden noe å si for hvordan trafikantene vurderer ulempene med trengsel eller det å måtte stå?

Det som er viktigst for å kunne modellere virkninger av trengsel om bord i tog, er å vite hvordan trengsel påvirker de valgene som trafikantene tar. Da må vi koble målt trengsel mot registreringer av trafikantadferd og spørreundersøkelser rettet mot togtrafikantene. Det installeres nytt registreringsutstyr om bord i enkelte

tog våren 2014, og dette vil kunne bidra til at vi får mer oversikt over antall passasjerer om bord i togene. I kombinasjon med registreringer om bord og spørreundersøkelser, vil vi få et godt grunnlag til å utvikle en beregningsmodell som gir sammenhengen mellom trengsel og etterspørsel.

3 Modellering av trengsel

Alle modeller innebærer en etterligning av virkeligheten, men med forenklinger. Hvordan modellen skal designes; hvilke forklaringsfaktorer og sammenhenger den skal inneholde og hvilket detaljeringsnivå, bør stå i forhold til den analyseoppgaven modellen skal brukes til. For NSB er det primære analysebehovet knyttet til beslutninger om hvor kapasiteten bør styrkes og hvor mye, både for å opprettholde kundegrunnlaget, styrke veksten og merkevaren. De trenger en modell som beregner trengselsnivå og hvor etterspørselen påvirkes av trengsel.

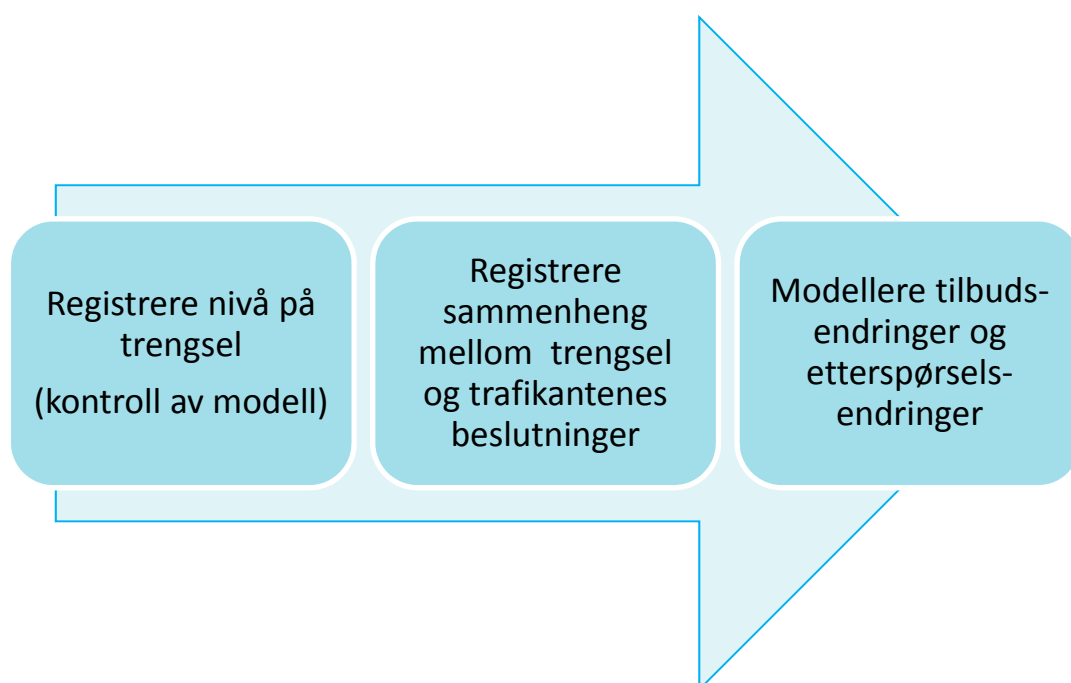
3.1 Utvikling av modell for trengsel

For å kunne modellere trengsel har vi behov for kunnskap om:

1. Hvordan det kan måles langs en definert skala og metoder for registreringer av trengsel
2. Hvordan trafikantene opplever trengsel
3. Hvordan dette kan simuleres i beregningsverktøy

Som vi skal komme tilbake til, finnes det definisjoner av hvordan man kan måle trengsel, men få observasjoner som gir koblinger mellom faktisk trengsel og trafikantatferd. Tidsverdistudier bygget på stated preference undersøkelser, kan til en viss grad avdekke hvordan trafikantene opplever ulike forhold ved transportsystemet, herunder trengsel.

Det som finnes av litteratur utover tidsverdistudier, dreier seg i hovedsak om metoder for å implementere trengsel i analyseverktøyene. Det er gjennom disse arbeidene at man har definert trengselsbegrepet og nivå for når man kan kalle tettheten av passasjerer om bord, for trengsel.

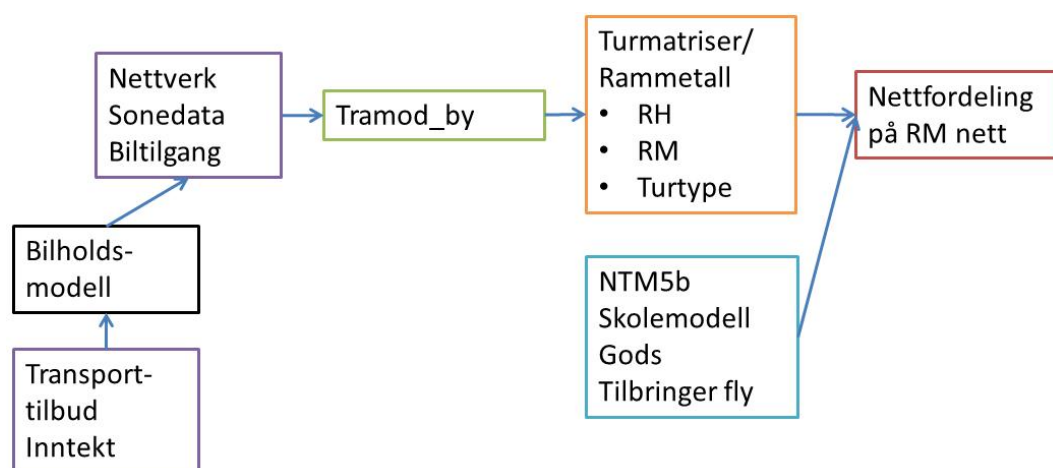


Figur 1: Utvikling av modell som inkluderer trengsel

3.2 Trengsel som del av en strategisk transportmodell

3.2.1 Hvor i modellen kan trengsel inngå?

Figur 2 viser en skisse av de enkelte delene i den regionale transportmodellen versjon 3. Skissen viser fra nederst i venstre hjørne inngangsdataene til Bilholdsmodellen, som er utviklingen i transporttilbudet og i inntekten til befolkningen. Over denne er Bilholdsmodellen som segmenterer husholdningene etter biltilgang. Biltilgang har vist seg å bety mye for valg av reisemåte. Dersom folk har tilgang til bil, vil denne erfaringsmessig bli brukt. Denne inndelingen benyttes sammen med andre sonedata og nettverksdata inn i etterspørselsmodellen Tramod_by. Etterspørselsmodellen produserer matriser med reisemønstre (fra-til matriser) fordelt på reisehensikter og reisemåter. Disse fordeles deretter på respektive transportnett sammen med trafikk gitt ved faste matriser eller fra andre (front-) modeller.



Figur 2: Oppbygging av RTM versjon 3

For å endre den regionale transportmodellen til å inkludere trengsel om bord i kollektivmidlene, kunne man ta utgangspunkt i dagens modelloppbygging og gjøre følgende endringer:

1. La trengsel påvirke transporttilbudet og dermed bilholdet
2. Beskrive kapasitetsforhold som en del av nettverket
3. Endre etterspørselsmodellen Tramod_by slik at antall kollektivturer blir avhengig av kapasitetsutnyttelsen
4. Fordele turmatrisene på kollektivnettet kapasitetsavhengig
5. Tilbakeføring av kapasitetsutnyttelsen fra nettfordelingen til tidligere beregningstrinn

3.2.2 Hvordan kan trengsel beskrives?

Trengsel har med kapasitetsutnyttelse å gjøre. Kapasitet om bord dekker sitteplasskapasitet og ståplasskapasitet. Kapasitetsutnyttelse kan derfor måles i hvor stor andel av sitteplasskapasiteten som er utnyttet, eller den kan måles i hvor mange passasjerer som er om bord, fordelt på hvor mange som sitter og hvor mange som står, sammenlignet med kapasiteten.

I SP-undersøkelsen fra området rundt Birmingham (Baker m. fl., 2007) valgte de å bruke 60 % av sitteplasskapasiteten som en basis (faktor 1,0) fordi de hadde observert at da begynner en del av passasjerene å velge ståplass framfor sette seg på et ledig sete. Totalkapasiteten er uttrykt i forhold til hvor mange passasjerer det

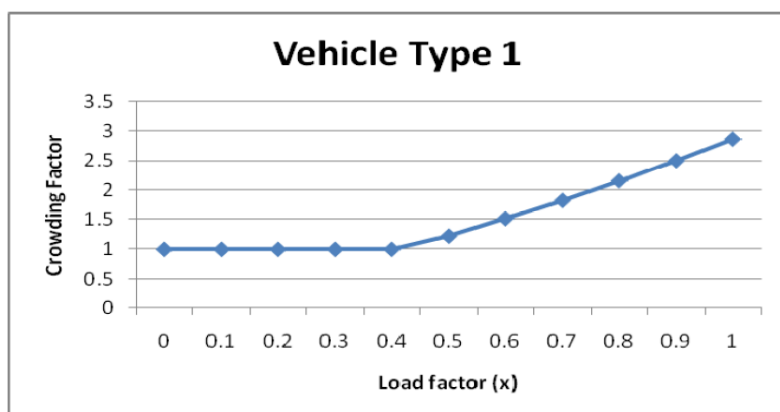
maksimalt kan stå både foran dørene (hvor det kan være designet for stående) og i midtgangen. Maksimalt ble da 2,07.

En annen måte å beskrive trengsel på er å anslå antall stående basert på antall passasjerer om bord og sannsynligheten for at de velger å sitte. Ved bruk av tidsverdiundersøkelsen, som kan skille mellom tidsverdien hvis man får sitte og tidsverdien om man må stå, må man bestemme om det er total sitteplasskapasitet eller benyttet sitteplasskapasitet som skal brukes for verdsetting.

For norske forhold er det mest praktisk å koble kapasiteten til antall seteplasser. Når kapasiteten er utnyttet 100 %, er det like mange passasjerer om bord i toget som det er seteplasser.

3.2.3 Erfaringer fra London

Transport for London bruker i følge en presentasjon de har gitt NSB, et eget program Railplan¹ for det kollektive rutevalget, herunder valg av transportmåte, og nettfordelingen. Railplan bruker en faktor for trengsel som skalerer opp rutetida når kapasitetsutnyttelsen øker, og gjør dermed andre ruter aktuelle. Kapasitetsutnyttelsen er beregnet ved at kapasiteten på de ulike linjene er kodet, at etterspørselen er beregnet og en profil på etterspørselen som gir etterspørselsberegninger for 12 minutters intervaller. Maks kapasitet er gitt ved at alle seter er benyttet og at folk står 5 personer pr ledig m². Metoden er benyttet for all kollektiv nærtrafikk, inklusive trikk, tog og buss. Trengselsfaktoren er gitt for ulike kjøretøykategorier. Et eksempel på en slik kurve for trengselsfaktoren er gitt i Figur 3.



Figur 3: Eksempel på kurve for trengselsfaktoren benyttet av Transport for London.

¹ www.railplan.com

4 Datakilder om kundetilfredshet, kapasitet og kapasitetsutnyttelse

Kunnskap om hvor stor trengsel det kan være om bord i togene, og om hvordan passasjerene reagerer på det, er en forutsetning for å kunne implementere trengsel i analyseverktøy. Den omfattende tidsverdiundersøkelsen for Oslo og Akershus, gjennomført i regi av Ruter og PROSAM, er et godt utgangspunkt for kunnskap om hvordan passasjerene vurderer trengsel, fordi den er gjennomført lokalt og fordi den bygger på et stort utvalg kollektivtrafikanter. Den nasjonale reisevaneundersøkelsen og den nasjonale tidsverdiundersøkelsen kan også bidra med data, men i disse undersøkelsene var utvalget for kollektivreiser relativt små, og antall togreiser var beskjedent.

NSB har egne datakilder som viser kapasitetsutnyttelse og kundenes reaksjoner på dette, ved at de gjennomfører kundetilfredshetsundersøkelser to ganger pr år og at de gjør passasjertellinger to ganger i året. Dette datagrunnlaget er gjennomgått i dette kapitlet, både for å vurdere om vi kan finne indikasjoner på at trengsel påvirker kundenes tilfredshet med togtilbudet, og for å vurdere om datagrunnlaget er egnet til å bygge en analysemodell på. Passasjertellinger og kundetilfredshetsundersøkelsen er ikke gjennomført de samme dagene, slik at vi får ikke en direkte kobling mellom et gitt nivå på trengselen og trafikantens tilfredshet med tilbudet. Men etterspørselen varierer lite fra dag til dag, slik at en viss sammenheng skulle det være mulig å spore.

4.1 Reisevaneundersøkelser og tidsverdiundersøkelser

Reisevaneundersøkelser og tidsverdistudier har fellestrekk ved at de bygger på intervjuer med trafikanter om deres reiseatferd. Reisevaneundersøkelsene kartlegger gjennomførte reiser, egenskaper ved de reisende og ved det anvendte transporttilbudet. Det kan være husholdninger eller personer som er intervjuet. Den nasjonale reisevaneundersøkelsen blir gjennomført hvert fjerde år. Tidsverdiundersøkelser er ikke gjentatt systematisk, men det ble blant annet gjennomført en i 2009 og 2010 på nasjonalt nivå på oppdrag fra transportetatene og Samferdselsdepartementet av Transportøkonomisk institutt. Tidsverdistudier består av en rekke hypotetiske spørsmål til trafikantene hvor de velger mellom alternativer sammensatt av ulike reisetilbud. Dette vil gi en vektning av tidsbruken i ulike deler av reisetilbudet. Resultatet fra tidsverdiundersøkelser brukes blant annet til å fastsette tidsverdier anvendt i nyttekostnadsanalyser.

4.1.1 Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2009

Den nasjonale reisevaneundersøkelsen har nesten 29 000 intervju av personer på 13 år og eldre. Antall intervju fra Oslo var ca 1300, og nesten like mange var fra Akershus. Undersøkelsen viser at kollektivandelen ligger på rundt 10 % for korte reiser for landet totalt sett. I Oslo er kollektivandelen 25 %, og halvparten av disse foregår med trikk eller tog. I omegnskommunene til Oslo er kollektivandelen 11 %, og her er det ca 1/3 som inkluderer bruken av tog.

4.1.2 Den nasjonale verdsettingsstudien

Den nasjonale verdsettingsundersøkelsen (Samstad, 2010) har kartlagt tidsverdier for ulike deler av kollektivturene samt andre tidsverdier til bruk i blant annet nyttekostnadsanalyser. Et sentralt resultat fra tidsverdistudien i denne sammenhengen, er verdsettingen av sitteplass på reisen sammenlignet med å måtte stå. Verdiene er vist i Tabell 1.

Tabell 1: Verdsetting av sitteplasser for korte kollektivreiser (under 100 kilometer). Kroner pr reise

Korte kollektivreiser (under 100 km)	
Sitteplass på en fjerdedel av reisen	5,0
Sitteplass for halve reisen	14,3
Sitteplass på mesteparten av reisen	24,0
Sitteplass på hele reisen	27,5

TØI rapport 1053/2010

Det at verdien av sitteplass på en andel av turen er undersøkt, reflekterer at det kan være mulig å overta sitteplasser etter passasjerer som går av kollektivmiddelet.

4.1.3 Tidsverdiundersøkelsen for Oslo og Akershus

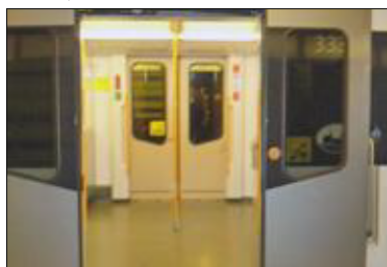
Rapporten fra tidsverdistudien heter: *Bedre kollektivtransport. Trafikantenes verdsetting av ulike egenskaper ved tilbudet i Oslo og Akershus* (Ruud m. fl., 2010). Intervjuene ble gjort over internett i juni 2010 og rekrutterte over 2000 kollektivtrafikanter til å gjøre gjentatte valg mellom ulike sammensetninger av kollektivtilbud. Ut fra undersøkelsen kan man beregne tidsverdier for ulike deler av en kollektivreise.

Undersøkelsen skulle finne trafikantenes verdsetting av følgende reisetidskomponenter:

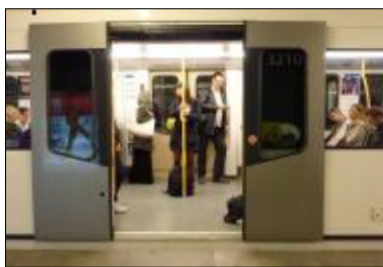
- Gangtid til og fra holdeplass
- Reisetid på det kollektive transportmidlet, med og uten sitteplass
- Frekvens, gitt ved ventetid mellom avgangene
- Bytter, både selve byttene og ventetiden mellom disse
- Forsinkelser, både tiden selve forsinkelsen tar og hvor hyppig den oppstår
- Trengsel på transportmidlet
- Type kollektivt transportmiddel (skinnefaktor)

I denne sammenhengen er det den nest siste av disse som er mest interessant fordi den nettopp gir en tidsverdi på trengsel om bord. Det andre og det siste av punktene kan også delvis henge sammen med opplevelsen trafikantene har av trengsel. Hvis man kun får ståplass må vi anta at det har en klar sammenheng med trengsel. Sideveis bevegelser (risting) vil man kunne opptre i større grad i buss, og det oppleves nok forskjellig avhengig av trengsel. Det kan være ubehagelig å dulte borti hverandre når man står om bord i et kollektivmiddel, og vil trolig skje hyppigere om man står om bord i en buss enn i skinnegående kollektivtransport.

I undersøkelsen ble grad av trengsel illustrert med tre bilder av døråpningen til kupéer med henholdsvis få personer fra før om bord, noen få som står i døråpningen og mange som står i døråpningen (se bildene under).



Ingen trengsel



Lav trengsel



Høy trengsel

Figur 4: Bilder med trengselsnivå (Ruud m. fl., 2010)

Undersøkelsen avdekket at trafikantene har betalingsvilje for å unngå trengsel. Tabell 2 oppsummerer resultatene fra undersøkelsen:

Tabell 2: Oppsummering resultater fra tidsverdiundersøkelsen blant kollektivtrafikanter i Oslo og Akershus (Ruud, m. fl., 2010). Tallene gitt i kroner pr time.

	Oslo					Akershus				
	Verdsetting		Signifikans/konfidensinterv.			Verdsetting		Signifikans/konfidensinterv.		
	Vekt reisetid	Kr/t	T-verdi	Lav	Høy	Vekt reisetid	Kr/t	T-verdi	Lav	Høy
Tid til holdeplass	1,2	73	6,5	50,7	94,8	1,0	88	14,6	75,7	99,3
Reisetid med sitteplass	1,0	59	13,3	50,6	68,1	1,0	89	12,7	75,1	102,6
Reisetid med ståplass	1,7	99	16,2	87,2	111,2	1,8	158	14,2	136,1	179,8
Ventetid mellom avgangene	1,9	115	10,1	92,8	137,8	1,3	112	10,3	90,9	133,8
"Effektiv" forsinkelse	6,4	378	7,5	279,1	476,6	5,3	474	15,5	414,1	534,2
Byttetid	2,4	141	14,5	122,1	160,1	1,7	148	11,6	122,8	173,0
Byttemotstand (kr per reise)		12	11,6	10,3	14,5		17	10,5	13,4	19,6
Lav /moderat trengsel		3	4,2	1,8	4,8		7	3,9	3,7	11,0
Høy trengsel (kr per reise)		14	13,9	12,2	16,2		24	10,1	19,0	28,2

For å komme fram til vektene av reisetidskomponentene i Tabell 2, er ombordtid med sitteplass brukt som basis, og får dermed vekt 1. De tre nederste radene har ingen vekt fordi de gjelder pr tur og ikke pr time. Tabell 2 viser at trafikantene i gjennomsnitt vil betale 3 kroner for å unngå Lav trengsel, som var mellom-situasjonen fra bildene, og 14 kroner for å unngå Høy trengsel, som var ytterpunktet fra undersøkelsen. Betalingsviljen for trengsel er oppgitt pr reise. Reisetid med sitteplass er basis for verdsettingene, og vektene er funnet i forhold til det. Reisetid med ståplass er dermed funnet å ha betydelig større tidsverdi, med vektning på henholdsvis 1,7 og 1,8 for reiser uten sitteplass. Gjennomsnittsturen for Oslo-trafikanter er 36 minutter hvorav 20 om bord. Tidsverdien er 59 kroner pr time for om bordtiden. I Akershus er gjennomsnittsturen 55 minutter hvorav 35 minutter om bord. Tidsverdien er 89 kroner pr time.

Trafikantene har også en betalingsvilje på 8-9 kroner per reise for å bruke trikk og T-bane i stedet for buss, og en betalingsvilje for å bruke tog i stedet for buss på 15 kroner per reise.

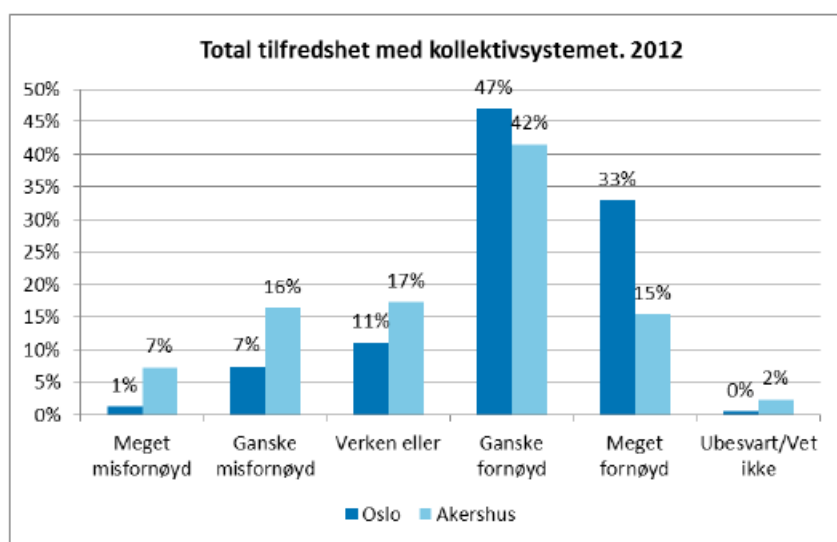
Oslotrafikanter har høyere tidsverdier enn gjennomsnittet i Norge, men Akershus har enda høyere tidsverdier enn Oslo (Norheim og Ruud, 2011). Det viser tidsverdistudien gjennomført i regi av Ruter og PROSAM blant kollektivtrafikanter i Oslo og Akershus, sammenlignet med den nasjonale tidsverdiundersøkelsen gjennomført av TØI/COWI. Tid på bytter og forsinkelser er verdsatt forskjellig, mens tilbringertid, ventetid og reisetid med ståplass har tilsvarende verdier. Dessuten inkluderer Oslo-undersøkelsen også trengsel.

4.1.4 Analyse av kollektivreiser fra Ruters markedsinformasjonssystem

Ruters markedsinformasjonssystem er bygget på ca 6000 intervju årlig, og kartlegger reisevaner og tilfredshet med kollektivtilbudet. Undersøkelsen viser at kollektivandelen er på 30 % i Oslo og 16 % i Akershus. Undersøkelsen avdekket store sesongvariasjoner i kollektivandelen, med 33 % i desember 2011 mot 21 % i juli samme år. Nesten halvparten av reiser til og fra arbeid ble gjennomført med kollektivtransport, en økning fra 2005, da det var 33 %. Den høye andelen kan forklares med at mange ikke

har bil eller førerkort, samt at arbeidsplassen ligger i sentrum. I Akershus er andelen nå 32 % for arbeidsreiser, mens den var 23 % i 2006.

Den totale tilfredsheten med kollektivtilbudet har økt fra 2004 til 2012, med en markant økning fra 2008 til 2010. Dette kan forklares ved forbedringer i tilbudet, med blant annet høyere frekvens, bedre materiell, mer informasjon og lavere priser.



Figur 5: Tilfredshetsmålinger fra Ruters markedsinformasjonssystem for passasjerer fra Oslo og Akershus (Opheim, 2013)

Passasjerene har også oppgitt hvilke egenskaper ved kollektivtilbudet de er tilfredse med, og under denne delen av undersøkelsen kommer muligheten for sitteplass inn. 61 % fra Oslo og 69 % fra Akershus sier de er fornøyd med muligheten for sitteplass.

4.1.5 Andre skandinaviske tidsverdiundersøkelser

Verken den svenske tidsverdiundersøkelsen (WSP Analys & Strategi, 2010) eller den danske tidsverdiundersøkelsen (Fosgerau m. fl., 2007) skiller mellom tidsverdier ved lav eller høy trengsel.

4.1.6 Andre utenlandske undersøkelser

Betalingsviljen for å unngå trengsel om bord ble undersøkt i rushsituasjoner i Paris i 2009 (Prud'homme m fl, 2012). Verdien er ikke direkte anvendbar i norske modeller, men de påviser uansett en betalingsvilje for å unngå trengsel.

Erfaringstall fra Wardman og Whelan (2010):

- Gangtid er 2 ganger ulempen av om bord-tid
- Å gå oppover (i oppoverbakke/trapp) er fire ganger ulempen av om bord-tid
- Noen velger å stå selv om det finnes sitteplasser, noe som indikerer ulike preferanser for å sitte/stå
- Hjertefrekvensen er høyere mens man venter sammenlignet med når man sitter om bord
- Man kan forsøke å unngå trengsel ved å komme tidlig, reservere sete (hoppe over en avgang)

Stated preference-undersøkelsen gjennomført rundt Birmingham fant imidlertid ingen betalingsvilje for å redusere trengsel (Baker m. fl., 2007). I denne undersøkelsen slås det også fast at den viktigste ulempen ved trengsel er mangelen på sitteplass. At 60 % av sitteplassene er tatt, regner de som en basisutnyttelse av

kapasiteten. De har med en gradering av trengselen om bord fra lite trengsel og hvor alle passasjerene velger å sitte, til at det fylles opp med stående rundt om i vognen. Stående passasjerer vil først velge å stå nær døren før de velger midtgang.

4.1.7 Oppsummering fra reisevaneundersøkelser og tidsverdiundersøkelser

Ingen av undersøkelsene kobler kapasitetsutnyttelse mot tidsverdi eller tilfredshet med tilbudet, som er det vi er mest interessert i. Verdi av sitteplass på deler eller hele turen, som kom fra i den nasjonale tidsverdiundersøkelsen, er likevel en parameter som er nyttig fordi den kan kobles mot kapasitetsutnyttelse i dagens analysemodeller. Med tall på kapasitetsutnyttelse om bord i transportmidlene fra analysemodellene, og tall på kapasitet i dagens tilbud, kan vi også koble nivåene av trengsel mot verdiene som er framkommet i undersøkelsen fra Oslo og Akershus.

4.2 Kundetilfredshet blant togpassasjerene

NSB gjennomfører en kundetilfredshetsundersøkelse to ganger årlig; vår og høst. Data fra 2010, 2011, 2012 og våren 2013 har vært tilgjengelig for dette prosjektet. Dessuten gjennomføres det passasjertellinger to ganger i året for lokaltog og en gang i året for regionaltoget. Dette ga idéen om å koble sammen kundetilfredshet med kapasitetsutnyttelse om bord. Tellingene og kundetilfredshetsundersøkelsene er ikke gjort på samme dag, derfor brukes tellingene kun som indikator på hvor fullt det kan være på gitte avganger. Hvilket materiell som brukes på de ulike avgangene varierer lite, derfor vil sannsynligvis kapasitetstallene for de aktuelle avgangene stemme brukbart.

Dessverre viste det seg at skjemaene for kundetilfredshetsundersøkelsen ikke var blitt delt ut i morgenrush (se kapittel 4.2.3 side 24), og dermed får vi ikke synliggjort denne sammenhengen slik vi ønsket. Vi presenterer likevel resultater fra dette arbeidet, og håper at et slikt bruksområde kan initiere en utvidelse av kundetilfredshetsundersøkelsen for senere analyser.

For å fokusere på linjer hvor det er kjent at det kan være kapasitetsproblemer i perioder, ble to linjer tatt med i analysen. Det er:

1. Tur og retur **Asker – Lillestrøm**, Linje 400
2. Tur og retur **Ski – Skøyen**, Linje 500

Disse to er begge lokaltog. Det finnes dermed passasjertellinger på disse for vår og høst, men vi har kun brukt høsttellingene, blant annet fordi de er regnet for å være sikrere datakilder. Tellingene og kapasiteten er benyttet for å finne kapasitetsutnyttelsen.

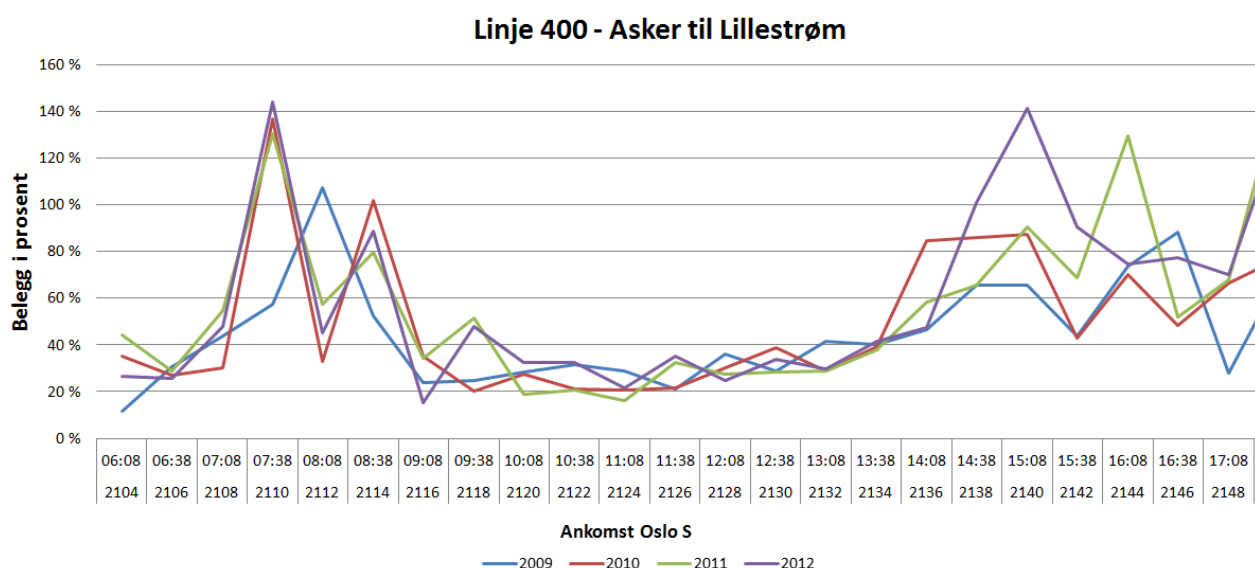
Tabell 3: Linjer som inngår i analysen og antall intervju fra linjene til kundetilfredshetsundersøkelsen

Periode	Asker-Lillestrøm	Lillestrøm-Asker	Ski-Skøyen	Skøyen-Ski	Totalt
Høst 10	282	211	50	149	692
Høst 11	338	240	103	155	836
Høst 12	310	227	77	107	721
Totalt	930	678	230	411	2249

4.2.1 Passasjertellinger gjennomført av NSB

Tellingene er basert på manuelle registreringer av på- og avstigende passasjerer per stasjon per avganger normalt på én hverdag, én lørdag og én søndag i løpet av én uke.

COWI har i mange år bistått NSB i arbeidet med passasjertellinger. COWI har stått for tilretteleggelse av tellingene, samt databehandling og kvalitetssikring av telleresultatene. Selve tellingene er blitt utført av NSBs eget personell (konduktører og personalet om bord). Usikkerheten i passasjertellingene er betydelig, ettersom det på enkelte stasjoner er svært mange som stiger av og på toget. I tillegg har togpersonalet også andre oppgaver ved stasjonene.



Figur 6: Eksempel på beleggstall fra tellingene

4.2.2 Kapasitet om bord

For å beregne passasjer-kapasiteten er det tatt utgangspunkt i antall seter pr vogntype og totalareal i vogna. Ut fra disse er det funnet fram til en faktor som kan multipliseres med seteantall for å finne total passasjerkapasitet. Ved beregninger av beleggsprosent, er det brukt antall sitteplasser som mål på kapasitet. Det betyr at ved 100 % belegg er det like mange passasjerer som sitteplasser.

Tabell 4: Antall sitteplasser og total passasjerkapasitet

Materielltype	Faktor:	Sitteplasser	Total kapasitet
69-3	1,50	300	450
69-2	1,50	200	300
72	1,75	306	535,5

For de ulike avgangene er det satt opp flere vognsett, og da øker totalkapasiteten avhengig av hvilke vognsett som er kombinert.

Tabell 5: Antall svar fra Kundetilfredshetsundersøkelsen, materiellkombinasjoner og totalkapasitet

Totalkapasitet	300	450	535,5	750	900	Total
Materielltype	69-2	69-3	72	69-2 og 69-3	69-3 *2	
<i>Asker-Lillestrøm</i>	123	480	65	262	0	930
<i>Lillestrøm-Asker</i>	79	370	80	149	0	678
<i>Ski-Skøyen</i>	0	101	0	0	129	230
<i>Skøyen-Ski</i>	0	208	0	0	203	411
Totalt	202	1159	145	411	332	2249

Det er tre typer vognmateriell som blir benyttet for de to linjene som er valgt ut for analysen (se Tabell 4). For å gi et inntrykk av komforten om bord og hvor trangt det kan bli, er det vist bilder fra togkupér for de aktuelle vogntypene.



Figur 7: Togsett nummer 69

Bilder fra vogntype 69 er vist over, mens bilder fra vogntype 72 er vist på neste side. Begge viser togkupéer med 2 + 3 seter i bredden. Setene virker ellers komfortable.



Figur 8: Togsett nummer 72

4.2.3 Kundetilfredshet for linje 400 og linje 500

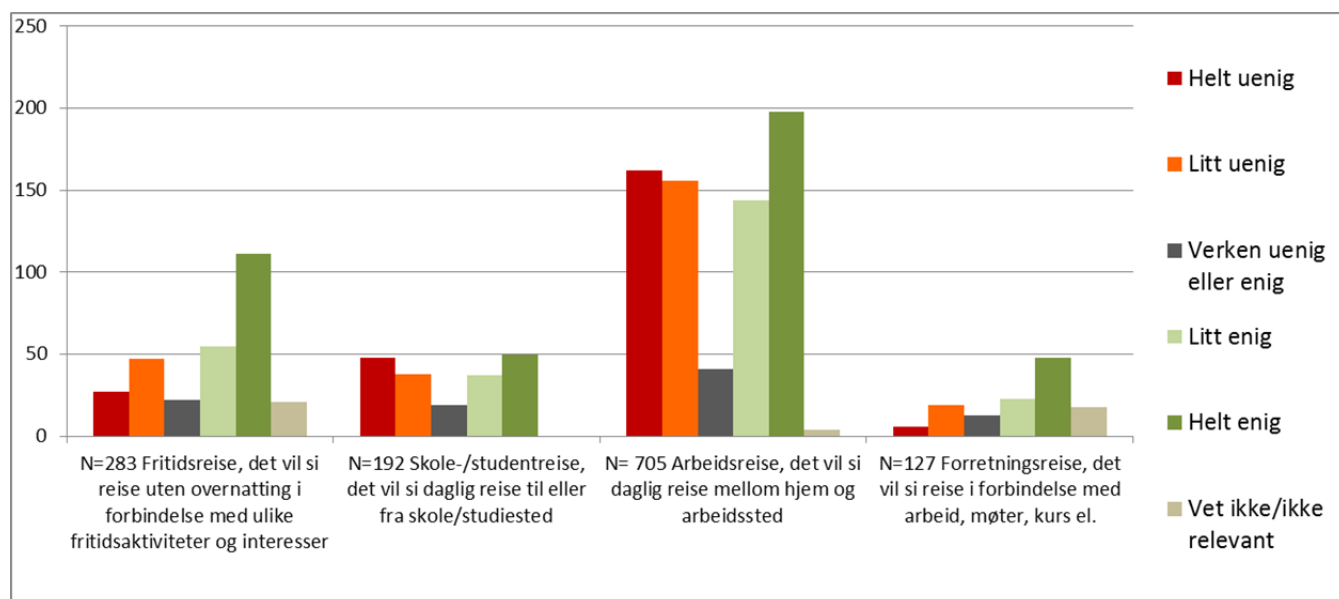
I denne rapporten er det fokusert på spørsmålet fra kundetilfredshetsundersøkelsen om muligheten for å få sitteplass. Det var det mest relevante i forhold til trengsel i undersøkelsen.

Noen av spørsmålene i Kundetilfredshetsundersøkelsen (KTUen) er knyttet til den aktuelle reisen da passasjerer fikk spørreskjemaet, mens andre nok kan tolkes på en mer generell måte. Spørsmål 19 (nummeret ble endret etter 2010) er formulert slik at det kan tolkes mer generelt:

Vi ønsker nå at du vurderer rutetilbudet på den strekningen du reiser på. Hvor enig eller uenig er du i følgende utsagn?

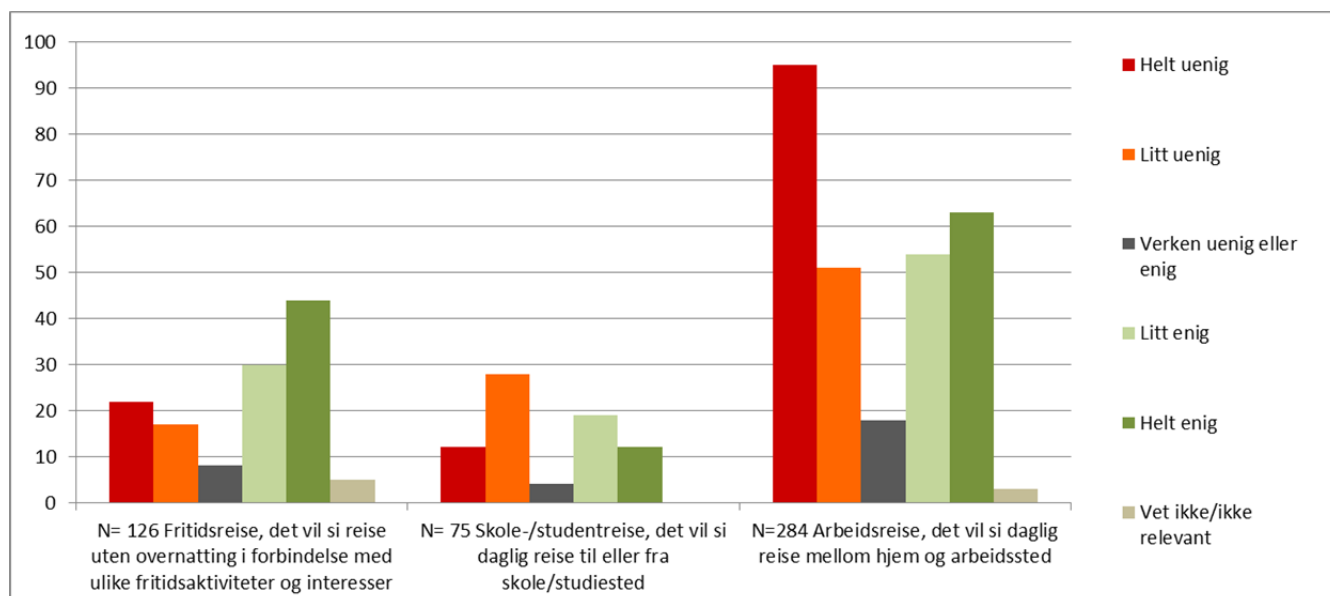
1. Ut fra mitt behov, er det tilstrekkelig antall avganger på denne strekningen på hverdager
2. Ut fra mitt behov, er det tilstrekkelig antall avganger på denne strekningen i helgene
3. **Jeg får alltid sitteplass når jeg reiser med tog på denne strekningen**

Her kan man kryse av på en femdelt skala fra "Helt uenig" til "Helt enig" eller "Vet ikke". I de følgende figurene er resultatene på spørsmål 3 vist fordelt på reisehensikter for henholdsvis linje 400 mellom Asker og Lillestrøm og linje 500 mellom Ski og Skøyen. I figurene er reiseformålet "feriereise" fjernet fordi de utgjorde et lite antall.



Figur 9: Jeg får alltid sitteplass .. for ulike formål med reisen. Linje 400 mellom Asker og Lillestrøm

For linje 500 mellom Ski og Skøyen, som vist i Figur 10, ble også forretningsreisene utelukket pga at det var få av dem.



Figur 10: Jeg får alltid sitteplass .. for ulike formål med reisen. Line 500 mellom Ski og Skøyen

Det er ikke spurt om fra- og tilsted for turene, derfor vet vi ikke lengden på de ulike turene eller om svarene varierer avhengig av turlengdene.

Utviklingen fra 2010 til 2012 er vist i Tabell 6. Det har vært en markant økning i andel svar som sier seg helt enig, dvs at det er en større andel som får sitteplass på toget.

Tabell 6: Utviklingen i spørsmålet Jeg får alltid sitteplass ... (Linje 400 og 500)

	2010	2011	2012	Total	10 →12
Helt uenig	21 %	18 %	22 %	20 %	-1 %
Litt uenig	20 %	20 %	18 %	20 %	0 %
Verken eller	6 %	8 %	7 %	7 %	+1 %
Litt enig	23 %	20 %	17 %	20 %	-3 %
Helt enig	27 %	30 %	32 %	30 %	3 %
Vet ikke/ikke relevant	4 %	3 %	3 %	3 %	-1 %

Kapasitetsutnyttelsen er gitt ved maksimalt belegg for den avgangen som passasjerer har vært på. N i de neste tabellene er altså et mål på hvor mange observasjoner fra Kundetilfredshetsundersøkelsen som inngår i gjennomsnittsberegningen. Utdelingen av skjema for intervju og passasjertellingen som er utgangspunkt for beregning av maksimal beleggsprosent er ikke gjort på samme dag. Belegget kan nok variere noe fra dag til dag, men det kan sannsynligvis være noenlunde representativt for hvor fullt det er på de enkelte avgangene.

Tabell 7: Maksimalt belegg i gjennomsnitt for Linje 400 og 500 fra høstundersøkelsene 2010, 2011 og 2012

	Gjennomsnitt	N	Standardavvik	Minimum	Maksimum
t/r Asker-Lillestrøm	0,61	1608	0,37	0,13	1,46
t/r Ski-Skøyen	0,39	641	0,18	0,08	0,93
Total	0,55	2249	0,34	0,08	1,46

Utviklingen på de to linjene totalt er vist i Tabell 8. Ut fra tabellen kan det se ut som om maksimalbelegget på de to rutene økte fra 2010, hadde en topp i 2011 og gikk noe tilbake til 2012.

Tabell 8: Maksimal beleggsprosent på avgangen (Linje 400 og 500) fra høstundersøkelsene 2010, 2011 og 2012

Runde	Gjennomsnitt	N	Standardavvik
2010 Høst	0,48	692	0,21
2011 Høst	0,59	836	0,42
2012 Høst	0,56	721	0,33

Tabell 9: Maksimal beleggsprosent fordelt på reiseformål (Linje 400 og 500) fra høstundersøkelsene 2010, 2011 og 2012

Reiseformål	Gjennomsnitt	N	Standardavvik
Fritidsreise	0,51	474	0,35
Skole/studentreis	0,48	326	0,29
Arbeidsreise	0,60	1125	0,35
Forretningsreise	0,47	189	0,29

Det ble gjort forsøk med å skille mellom rush og lavtrafikkperioder ved å spesifisere de ulike avgangene. Det viste seg da at det ikke fantes noen intervju for disse linjene i morgenrush. Det hadde vært ønskelig fordi morgenrushet er mer konsentrert enn ettermiddagsrushet, og derfor forventes størst trengsel da. Det å inkludere de periodene med størst trengsel er avgjørende for å kunne modellere trengsel på en bra måte. Arbeidsreisene vist i Figur 9 og Figur 10 viser at omlag like mange av passasjerene er uenig som enig i at de alltid får sitteplass. Det kunne gitt mer informasjon om vi viste hvor lang turen var og hvor stor andel av turen svaret gjaldt for. Det er uklart hva man ville svart på dette spørsmålet hvis man alltid får sitteplass på en andel av turen, men ikke hele.

Det er trolig i morgenrush, når de fleste arbeidstakere drar til jobb, at det er størst maksbelegg (se Tabell 9), og undersøkelsen dekker for så vidt de samme reisende, som er på tur hjem. Spørsmålene til passasjerene er generelle og gjelder utover den reisen de har fått spørreskjema på, derfor har vi sannsynligvis fanget noe av misnøyen med trengsel, selv om vi gjerne skulle hatt mer spesifikke spørsmål om trengselsnivå, fornøydhet og potensielle reaksjoner.

Tabell 10: Oversikt over intervju fordelt på rushperioder på dagen

Linje	Antall intervju
<u>Linje 400</u> Mot Lillestrøm: ankomst Oslo mellom kl 6.30 og 9.30: 2106-2116 avgang Oslo mellom kl 14.30 og 17.30: 2138-2148 Mot Asker: ankomst Oslo mellom kl 6.30 og 9.30: 2109-2119 avgang Oslo mellom kl 14.30 og 17.30: 2141-2151	0 357 0 322
<u>Linje 500</u> Mot Ski: avgang Oslo mellom kl 6.30 og 9.30: 2707-2717 avgang Oslo mellom kl 14.30 og 17.30: 2739-2749 + 2803, 2805, 2807, 2809 Mot Skøyen: ankomst Oslo mellom kl 6.30 og 9.30: 2708-2718 + 2802, 2806, 2808, 2810 ankomst Oslo mellom kl 14.30 og 17.30: 2740-2750	0 84 0 98
Øvrige	1388

4.3 Datakilder som ble vurdert men ikke anvendt i dette prosjektet

I tillegg til kapasitetstall, passasjertellinger og kundetilfredshetsundersøkelsen, ble det undersøkt om beregninger av stasjonsopphold ved planlegging av rutetabeller, er basert på trengsel, eller om rapporterte forsinkelser har en sammenheng med trengsel. Det viste seg at dette så langt ikke er tilfelle.

4.3.1 Beregning av nødvendig stasjonsopphold

Stasjonsopphold er en del av den estimerte rutetiden, og blir beregnet for ulike kategorier av stasjoner. Oppholdstidene varierer normalt mellom 30 sekunder og 3 minutter. Kategoriene blir oppgitt med 10 sekunders intervaller inntil 1 minutt. Deretter forutsettes hele minutter. Stasjoner med personellbytte og hvor passasjerene normalt har mye bagasje, har lengst oppholdstid. Oslo lufthavn Gardermoen er et eksempel på stasjon hvor det er planlagt lang oppholdstid pga. bagasje.

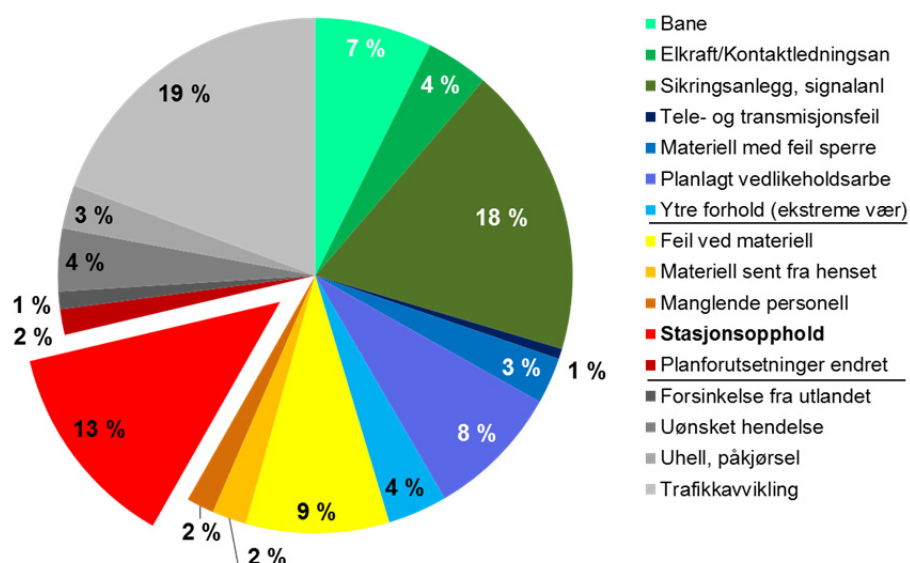
4.3.2 Punktlighet på spor TIOS

Jernbaneverket startet i 2010 et systematisk arbeid for å forbedre punktligheten for togtrafikken (Jernbaneverket, 2010). Forsinkelser registreres med årsakskode i TIOS (Toginformasjons- og oppfølgingssystem). Registreringer blir gjort når et tog er fem minutter eller mer forsinket. Tabell 11 viser hvilke årsakskoder som benyttes. Stasjonsopphold er uthevet spesielt fordi man kan tenke seg at mange passasjerer og trengsel vil kunne bidra til at denne blir utløst.

Tabell 11: Oversikt over alle årsakskoder som fins for forsinkelser i TIOS

Infrastrukturforvaltere	Jernbaneforetakene	Utenforliggende forhold
Bane	Feil ved materiell	Forsinkelse fra utlandet
Elkraft/Kontaktledningsanlegg	Materiell sent fra hensetting	Uønsket hendelse
Sikrings-, signalanlegg	Manglende personell	Uhell, påkjørsel
Tele- og transmisjonsfeil	Stasjonsopphold	Trafikkavvikling
Planlagt vedlikeholdsarbeid	Planforutsetninger endret	
Materiell med feil sperre		
Ytre forhold (ekstreme vær)		

Rapporterte forsinkelser fra 2012 med fordeling av årsaker er oppgitt i Figur 11.



Figur 11: Forsinkelser i 2012 fordelt på TIOS-årsakskode

Selv om stasjonsopphold er en av årsakskodene som rapporteres oftest, er vurderingen fra kontaktpersonen i jernbaneanverket at informasjonen har store usikkerheter og at den ikke er egnet til å vurdere hvorvidt trenghet forklarer forsinkelser. Usikkerheten kommer av at det ofte er flere forklaringer på at det oppstår en forsinkelse, det er ofte brukt feil kode for forsinkelsene og det er vanskelig å vurdere hva som er den egentlige årsaken fordi rapporteringen ikke har med kommentarer som forklarer hva som er skjedd.

5 Oppsummering og konklusjon

Planlegging av togtilbudet innebærer at man tilrettelegger tilbudet med tanke på eksisterende reiserelasjoner i markedet og kombinerer linjetilbudet på fellestrekkninger med hensyn til frekvens og kapasitet slik at vi får mulig optimale kombinasjoner. Det er behov for mer kunnskap om konsekvenser av trengsel, både for dagens situasjon og i prognosesammenheng, for at tilgjengelige ressurser skal kunne utnyttes best mulig. NSB ønsker å unngå at dagens togtrafikanter må velge alternative reisemåter på grunn av ubehagelig trengsel og ønsker et godt omdømme i befolkningen. Befolkningsveksten i de store byene har ført til sterk økning i tilstrømningen til togene de siste årene, og dette er en utvikling som NSB ønsker å bygge opp under.

5.1 Har trengsel innvirkning på hvilke valg trafikantene tar?

Tidsverdiundersøkelsene som er gjennomført viser at trafikantene verdsetter komfort om bord, og dette kommer til uttrykk ved at tidsverdiene er høyere ved trengsel og hvis de ikke har tilgang til sitteplass. Det er ikke gjort noen spesifikke observasjoner av hvordan trafikantene endrer sine valg dersom togtilbudet oppleves som trangt, men man kan anta at de da ville velge å gjennomføre togreisen på andre reisetidspunkt, for eksempel reise tidligere enn de egentlig måtte, eller at de ville velge andre reisemål eller andre reisemåter, for eksempel buss eller bil.

5.2 Trengsel om bord

Tidsbruk i transportsystemet er en viktig forklaringsfaktor for folks valg av blant annet transportmåte. Trengsel kan påvirke den reelle tidsbruken på en bestemt tur, ved at trafikantene velger å vente på neste tog framfor å gå om bord i et fullt tog. Det er uhyre sjeldent at passasjerer blir forbi kjørt på stasjonen fordi toget er for fullt til å ta opp flere passasjerer. Det at det er mange passasjerer som skal på og av togene, kan gjøre oppholdstiden for togene på stasjonene lengre enn forutsatt, og dermed føre til forsinkelser. Denne typen forsinkelser oppstår erfaringsmessig ganske ofte i Oslo i den tyngste rushtimen.

I tillegg til at trengsel påvirker tidsbruken for norske passasjerer, kan trengsel være med på å gjøre reisen mindre komfortabel eller til og med ubehagelig for passasjerene, avhengig av hvor trangt det faktisk er om bord. Her vil de individuelle preferansene til de ulike passasjerene spille inn. De gjennomførte tidsverdistudiene har ikke brukt trengsel direkte som en forklaringsvariabel, men forskjellene på tidsverdiene med/uten sitteplass, indikerer at trengsel spiller inn på tidsverdiene. Når tidsverdiene er forskjellige, er det rimelig å anta at trengsel er med og påvirker etterspørselen etter reiser med tog og at høyere trengsel kan føre til at en større andel av passasjerene velger andre reisetidspunkt, andre destinasjoner, andre reisemiddel eller andre reiseruter, om de da velger å gjennomføre reisen.

5.3 Mål på trengsel

Trengsel kan måles i form av kapasitetsutnyttelse gitt ved hvor mange passasjerer det er om bord i forhold til totalkapasitet, og togkapasiteten kan oppgis i antall passasjerer det er plass til fordelt på antall sitteplasser og antall ståplasser. Det er en type måletall som finnes for de ulike typene togmateriell som brukes på de ulike linjene allerede i dag.

Det å ha tilgang på en sitteplass er en viktig komfortfaktor for passasjerene, og en variabel som er relativt enkelt å definere for intervjuobjekter i tidsverdistudier og lignende. Sann sett er andre mål på trengsel noe mer utfordrende. I den nasjonale tidsverdistudien er det sitteplassmulighet trafikantene tar stilling til, og så er det angitt hvor stor andel av tiden man hadde sitteplassmulighet. Utover at verdsettingsstudien dekker turer kortere enn 100 kilometer, er ikke lengden på turene spesifisert eller brukt som inndelingskriterium. Det burde man gjøre i framtidige undersøkelser slik at denne dimensjonen også kommer fram i resultatene. "Mulighet for sitteplass" er også definisjonen som er brukt i Prosams rapport fra Ruters MIS undersøkelse. I og med at passasjerer velger å stå, selv om det er ledige seter, kan disse definisjonene muligens tolkes

forskjellig av de ulike trafikantene. Det kan jo være ulike grunner til ledige seter; det kan være passasjerer som ikke ønsker å dele et dobbelsete med en fremmed og som foretrekker å stå, eller setet kan være blokkert av sekker, vesker eller lignende, slik at det i praksis ikke er ledig. I noen undersøkelser er den nedre grensen for når passasjerer velger å stå, funnet å være når ca. 60-70 % av setene er opptatt, men dette vil sannsynligvis variere avhengig av hvor lang ruten er, hvor tilpasset ståarealet er og de ulike passasjerenes preferanser.

Det som mangler i de gjennomførte tidsverdiundersøkelsene er sammenhengen mellom gitte trengselsnivå og passasjerenes tilhørende tidsverdi. Dette hadde vi håpet å finne gjennom koblingen av data om kapasitetsutnyttelse med data om kundetilfredshet.

Gjennom arbeidet i prosjektet ble det klart at passasjertellingene er beheftet med store usikkerheter, spesielt på stasjoner med mange på- og avstigende. Dessuten ble det klart at kundetilfredshetsundersøkelsen ikke ble gjennomført i morgenrushet på de linjene vi studerte. Det viktigste resultatet av prosjektet ble dermed en gjennomgang av eksisterende rutiner for datainnsamling om trengsel og kundetilfredshet, samt andre tilhørende data om materiellet som blir brukt. Det er lagt planer om å innføre automatiske passasjertellinger om bord i togene i 2014 og 2015, og da vil data om kapasitetsutnyttelsen bli mye sikrere. Dersom kundetilfredshetsundersøkelsen kan utvides slik at også morgenrushet dekkes, vil det gi mulighet for mer kunnskap om sammenhengen mellom trengsel og kundenes holdninger. En utvidelse av kundetilfredshetsundersøkelsen med spørsmål som relateres til trengsel og komfort kunne også gi verdifull kunnskap, spesielt hvis dataene ble koblet til målt kapasitetsutnyttelse om bord.

5.4 Videre arbeid

Det er behov for mer kunnskap om hvordan trengsel påvirker trafikantenes valg. Da må man koble grader av trengsel, gitt ved registreringer av kapasitetsutnyttelsen om bord, til trafikantenes holdninger og adferd. Det er behov for en kombinasjon av registreringer av trafikantadferd og spørreundersøkelser knyttet til opplevd trengsel og til hypotetiske situasjoner. Med et høyere kunnskapsnivå om trengsel og trafikantenes reaksjoner på trengsel, vil det kunne være mulig å inkludere trengsel som en forklaringsvariabel i en prognosemodell for etterspørsel etter togreiser.

6 REFERANSER

- Baker, Jo, Mott MacDonald, Paul Murphy, Faber Maunsell, Needee Myers (2007): *Placing a value on overcrowding and other rail service quality factors*. Paper presented at ETC 2007.
- Cepeda, M, R Cominetti and M Florian (2006): *A frequency-based assignment model for congested transit networks with strict capacity constraints: Characterization and computation of equilibria*. Transportation Research Part B 40 437-459.
- Douglas, N og G Karpouzis (2006): *Estimating the passenger cost of train overcrowding*. Paper presentert på det 29nde Australasian Transport Research forum, Gold Coast, september 2006.
- Ettema, Dick, Margareta Friman, Tommy Gärling, Lars E Olsson og Satoshi Fujii (2012): *How in-vehicle activities affect work commuters satisfaction with public transport*. Journal of Transport Geography 24. 215-222.
- Fosgerau, Mogens, Katrine Hjorth og Stéphanie Vincent Lyk-Jensen (2007): *The Danish Value of Time Study*. Report 5 from Danmarks Transportforskning. København.
- Jernbaneverket (2010): *Punktlighetsarbeid i jernbanesektoren*. Hefte fra Jernbaneverket. Trafikk- og markedsdivisjonen i Jernbaneverket. Oslo.
- Lama, W.H.K., Z.Y. Gaoa, K.S. Chana og H. Yangb (1999): *A stochastic user equilibrium assignment model for congested transit networks*. Transportation Research Part B 33, pp 351-368.
- Li, Zheng og David A. Hensher (2011): *Crowding and public transport: A review of willingness to pay evidence and its relevance in project appraisal*. Transport Policy 18, pp 880-887.
- Li, Zheng, David A. Hensher og John M. Rose (2013): *Accommodating perceptual conditioning in the valuation of expected travel time savings for cars and public transport*. Research in transport economics 39, pp 270-276.
- Malmin, Olav Kåre (2013): *CUBE - Teknisk dokumentasjon av Regional persontransportmodell*. SINTEF-rapport A24718. SINTEF Transportforskning. Trondheim.
- Norheim, Bård og Alberte Ruud (2011): *Gale tidsverdier kan spenne bein under nysatsing på kollektivtrafikk*. Artikkel i Samferdsel nr 3 2011.
- Nuzzolo, Agostino, Umberto Crisalli og Luca Rosati (2012): *A schedule-based assignment model with explicit capacity constraints for congested transit networks*. Transport Research Part C 20, pp 16-33.
- Opheim, Ellis (2013): *Reisevaner i Oslo og Akershus. Analyser av Ruters markedsinformasjonssystem*. PROSAM rapport 202. Oslo
- Poon, M.H., S.C. Wong og C.O. Tong (2004): *A dynamic schedule-based model for congested transit networks*. Transportation Research Part B 38, pp 343-368.
- Prud'homme, Re'my, Martin Koning, Luc Lenormand og Anne Fehr (2012): *Public transport congestion costs: The case of the Paris subway*. Transport Policy 21, pp 101-109.
- Ruud, Alberte, Ingunn O Ellis og Bård Norheim (2010): *Bedre kollektivtransport. Trafikantenes verdsetting av ulike egenskaper ved tilbudet i Oslo og Akershus*. PROSAM rapport 187
- Samstad, Hanne, Farideh Ramjerdi, Knut Veisten, Ståle Navrud, Kristin Magnussen, Stefan Flügel, Marit Killi, Askill Harkjerr Halse, Rune Elvik og Orlando San Martin (2010): *Den norske verdsettingsstudien. Sammendragsrapport*. TØI rapport 1053/2010. Transportøkonomisk institutt. Oslo.

- Schmöcker, Jan-Dirk, Achille Fonzone, Hiroshimo Shimamoto, Fumataka Kurauchi og Michael Bell (2011): *Frequency based transit assignment considering seat capacity*. Transport Research Part B 45 392-408.
- Schmöcker, Jan-Dirk, Michael G.H. Bell og Fumitaka Kurauchi (2008): *A quasi-dynamic capacity constrained frequency-based transit assignment model*. Transportation Research Part B 42, pp 925-945.
- Sumalee Agachai, Zhijia Tan and William H K Lam (2009): *Dynamic stochastic transit assignment with explicit seat allocation model*. Transport Research Part B 43, pp 895-912.
- WSP Analys & Strategi (2010): *Trafikantenes värdering av tid – Den nationella tidsvärdesstudien 2007/08*. Rapport 2010:11



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no