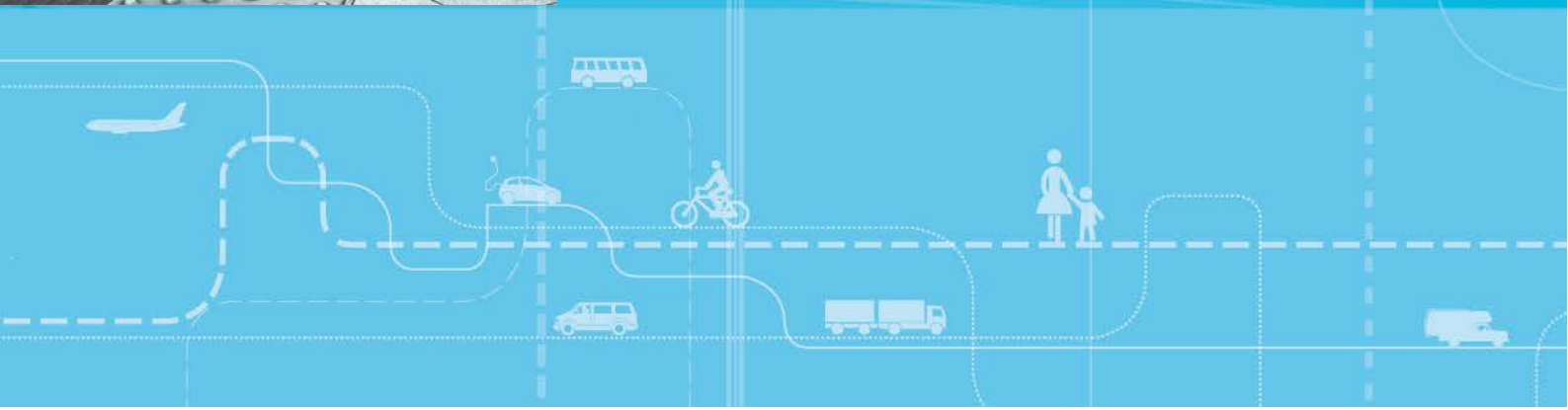


Trenklin 2 – Gjennomgang av modellen og drøfting av anvendelsesområde



Trenklin 2 – Gjennomgang av modellen og drøfting av anvendelsesområde

Stefan Flügel

Nina Hulleberg

Forsidebilde: Togstasjon3 Fotokred_unsplash

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: Trenklin 2 – Gjennomgang av modellen og drøfting av anvendelsesområde

Forfattere: Stefan Flügel
Nina Hulleberg

Dato: 12.2016

TØI-rapport 1534/2016

Sider: 59

ISBN elektronisk: 978-82-480-1788-2

ISSN: 0808-1190

Finansieringskilde: NTP arbeidsgruppe for transportanalyse

Prosjekt: 4243 Avrop 27

Prosjektleder: Anne Madslie

Kvalitetsansvarlig: Kjell Werner Johansen

Fagfelt: Transportmodeller

Emneord: Jernbane
Nasjonal transportplan (NTP)
Tidsverdi
Trensel
Trenklin

Sammendrag:

Trenklin 2 er en modell for effektberegning av togtiltak, utviklet av JBV. Rapporten går gjennom metodikken og de underliggende parameterne i modellen. Vi finner bl.a. at nivået for tidsverdi for sittende ligger for høyt, gitt den valgte tilnærming i modellen der tidsverdien splittes opp for sittende og stående. På et mer generelt nivå belyser vi svakheter og styrker i modelloppbyggingen som utgangspunkt for en drøfting av anvendelsesområdet for Trenklin. Vi konkluderer med at Trenklin er godt egnet for ruteplanprosjekter og andre detaljerte togtiltak på grunn av sin finkornede beregning av trenselsnivå og passasjerers valg av togavgang.

Rapporten diskuterer i hvilken grad modellen er egnet for bruk i arbeidet med Nasjonal Transportplan (NTP), og den sammenlignes med etablerte modellverktøy som RTM og Merklin. Rapporten presenterer også ulike forbedringsmuligheter for fremtidige modellversjoner.

Title: Trenklin 2: Review of the Model and Discussion about Fields of Application

Authors: Stefan Flügel
Nina Hulleberg

Date: 12.2016

TØI Report: 1534/2016

Pages: 59

ISBN Electronic: 978-82-480-1788-2

ISSN: 0808-1190

Financed by: NTP workgroup for transport analysis

Project: 4243 Avrop 27

Project Manager: Anne Madslie

Quality Manager: Kjell Werner Johansen

Research Area: Transport models

Keywords: Crowding
Railway
The National Transport Plan
Trenklin
Value of time (VOT)

Summary:

The report describes the structure of the model Trenklin 2 and discusses possible applications of the model in light of the question whether the model is suitable for use for work related to the National Transport Plan. Unlike more established transport models (as RTM) or cost-benefit tools (as Merklin), the time value in Trenklin depends on the crowding level on board the train. We find, among others, that the value of time for passengers seated are too high given the applied method where people have different value of time dependent on the seating availability. On more general grounds, we conclude that the model is well suited for projects that adjust time tables and other detailed train policies. The report mentions possible improvements for future model versions.

Language of report: Norwegian

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

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

Forord

Det finnes mange ulike modellverktøy som kan brukes til etterspørsels- og/eller nytteberegning av transporttiltak i Norge. Verktøyene er utviklet for ulike formål og brukes av ulike aktører i transportsektoren. Metodiske forskjeller kan føre til at effektberegning av samme tiltak varierer etter hvilket modellverktøy som er brukt. Dette kan være en utfordring når tiltak skal rangeres etter eksempel samfunnsøkonomisk lønnsomhet, som typisk gjøres i Nasjonal Transportplan (NTP).

Foreliggende rapport diskuterer problemstillingen med utgangspunkt i Trenklin, et relativt nytt modellverktøy utviklet av Jernbaneverket. Rapporten går gjennom metodikken i Trenklin versjon 2, som nylig har blitt brukt i NTP-sammenheng, og sammenligner dette verktøyet med mer etablerte modeller. Det er funnet og dokumentert flere måter å forbedre Trenklin på, som kan bidra til mer konsistent bruk av modellen i fremtiden.

Rapporten er knyttet til avrop 27 under NTP rammeavtale. Arbeidstitel for prosjektet har vært «Konsistenssjekk av ulike verktøy for transportmodell- og samfunnsøkonomiske beregninger». NTPs arbeidsgruppe for transportanalyse har vært oppdragsgiver for prosjektet, med Oskar Andreas Kleven som kontaktperson. Rapporten er skrevet av Stefan Flügel og Nina Hulleberg, mens Anne Madslie har hatt overordnet prosjektansvar.

Vi takker Jernbaneverket, og spesielt Patrick Ranheim, for bistand med å utføre oppdraget. Våre kollegaer på TØI, Harald Minken og Askill H. Halse, takkes for gjennomlesning, korrektur og viktige innspill til rapportutkastet. Kjell Werner Johansen har kvalitetssikret rapporten. Vi takker også sekretær Trude Kvalsvik for hjelp med utgivelsen av rapporten.

Oslo, desember 2016

Transportøkonomisk institutt

Gunnar Lindberg
Direktør

Kjell Werner Johansen
Andelingsleder

Innhold

Sammendrag

Summary

1	Bakgrunn	1
2	Merklin og Trenklin	3
3	Beskrivelse av Trenklin 2	5
	3.1 Klassifisering av modellen.....	5
	3.2 Hva beregner modellen (og hva beregner den ikke)?.....	6
	3.3 Referansetraffic.....	7
	3.4 Hvordan spesifiseres tiltaksscenarioet?	8
	3.5 Andre nødvendige inndata.....	9
	3.6 Beregningsmoduler og deres forutsetning.....	10
4	Hvordan brukes Trenklin i NTP-arbeidet?	16
	4.1 Trenklin i NTP (2018-2029).....	16
	4.2 Bruk av Merklin basert på resultater fra Trenklin.....	17
5	Konsistens mellom Trenklin 2 og andre verktøy/modeller	19
	5.1 Konsistens i etterspørselsberegning?.....	20
	5.2 Aggregeringsnivå, nytteelementer og grunnlag for parameterverdier i modellene.....	26
	5.3 Vurdering av tidsverdi og trengselspåslag i Trenklin 2.....	29
6	Erfaringer og opplevde utfordringer i praktisk bruk av Trenklin 2.7	34
	6.1 Beregningstiden.....	35
	6.2 Konvergering til tilnærmet likevekt.....	35
	6.3 Effekt av å nedjustere tidsverdi for sittende.....	36
	6.4 Effekt av endret elasticitet.....	36
	6.5 Komplekse sammenhenger mellom trengselskostnader og trafikantnytte.....	37
	6.6 Rutevalgendringer over hele døgnet i sammen retning.....	37
	6.7 Asymmetriske trafikale effekter (manglende returreiser).....	37
	6.8 Utfordringer med NSB-matriser som utgangspunkt i referansetraffic.....	38
	6.9 Befolkningsvekst alene kan føre til «usannsynlig» høyt trengselsnivå.....	39
7	Drøfting av bruk av Trenklin 2 i NTP	40
	7.1 Konsistens med andre modeller som brukes i NTP-arbeidet.....	40
	7.2 Diskusjon av trengsel.....	41
	7.3 Vurdering av Jernbaneverkets modellvalg i NTP.....	43
	7.4 Diskusjon om transportmiddelovergrepene rangering av prosjekter i NTP.....	44
8	Konklusjon og anbefalinger	49
9	Referanser	51
	Vedlegg	53
	Vedlegg A: Tilbakemeldinger fra JBV på rapportutkast datert 28.9.2016	54
	Vedlegg B: Endringer i rapportutkast etter kommentarene fra JBV	58

Sammendrag

Trenklin 2 – Gjennomgang av modellen og drøfting av anvendelsesområde

TØI rapport 1534/2016
Forfattere: Stefan Flügel og Nina Hulleberg
Oslo 2016 59 sider

Trenklin 2 er en modell for effektberegning av togtiltak, utviklet av JBV. Rapporten går gjennom metodikken og de underliggende parameterne i modellen. Vi finner bl.a. at nivået for tidsverdi for sittende ligger for høyt, gitt den valgte tilnærming i modellen der tidsverdien splittes opp for sittende og stående. På et mer generelt nivå belyser vi svakheter og styrker i modelloppbyggingen som utgangspunkt for en drøfting av anvendelsesområdet for Trenklin. Vi konkluderer med at Trenklin er godt egnet for ruteplanprosjekter og andre detaljerte togtiltak på grunn av sin finkornede beregning av trengselsnivå og passasjerers valg av togavgang.

Bakgrunn

Rapporten beskriver oppbyggingen i modellen Trenklin 2 og diskuterer anvendelsesområde med utgangspunkt i spørsmålet om i hvilken grad modellen er egnet til bruk for strategisk planlegging i arbeidet med Nasjonal Transportplan (NTP).

Et annet formål med rapporten er å belyse konsistens i metode og parameterverdier (tidsverdier, elastisitetsparametere osv.) sammenlignet med metodehåndbøker og etablerte transportmodeller (som regional transportmodell, RTM, som tradisjonelt blir brukt som hovedmodell i NTP-sammenheng).

Vi gjør oppmerksom på at rapporten ikke er en fullverdig evaluering eller kvalitetssikring av Trenklin. Vi har likevel funnet flere begrensninger/forbedringsmuligheter ved selve modellen. Disse presenteres samlet i konklusjonsdelen av rapporten.

Om Trenklin

Trenklin beregner antall togreisende mellom togstasjoner per togavgang for tre reisehensikter. Beregningene tar utgangspunkt i telledata fra NSB og det brukes en avansert elastisitetsmodell som tilstreber å bringe etterspørsels- og trengselsnivå i likevekt. Det beregnes kapasitetsutnyttelse/trengsel på snittnivå for hver togavgang, samt antall sittende/stående passasjerer. Denne informasjonen, samt eksterne data og egenskaper ved reisen, er utgangspunkt for beregning av generaliserte kostnader i referanse- og tiltaksscenario og endring i trafikantnytte.

Trenklin er en taktisk transportmodell. Den kan ikke regnes som en strategisk transportmodell i og med at: 1) den inkluderer ikke langsiktige atferdskomponenter, 2) den beregner ikke etterspørsel for andre transportmidler enn tog, 3) likevekt oppstår bare i togmarkedet, og ikke nødvendigvis for andre transportmidler og 4) modellen kan ikke analysere store endringer i nettverket, som nye stasjoner eller nedlegging av stasjoner fordi den er avhengig av referansetrafikken.

Trenklin er per i dag den eneste transportmodellen i Norge som beregner en likevekt mellom etterspørsel og trengselsnivå på tog. Hvor mye trengsel det er ombord og hvorvidt man som reisende kan sitte eller stå på reisen påvirker rutevalget i modellen (valg av avreisetidspunkt/togavgang) pga. ulik antatt tidsverdi etter grad av trengsel.

Konsistens av tidsverdier

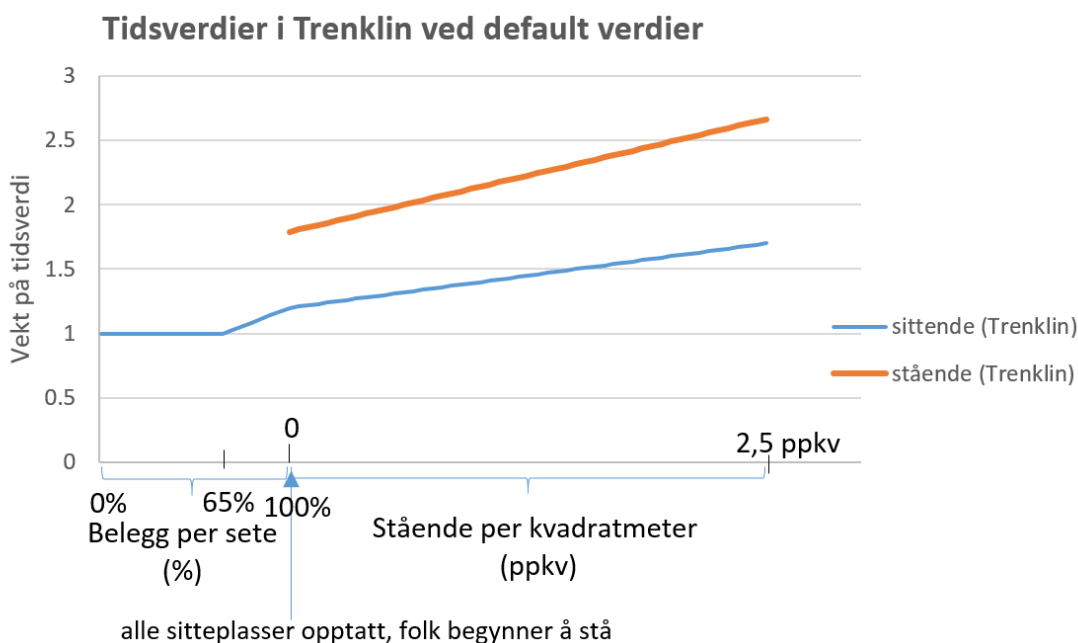
I motsetning til etablerte transportmodeller som RTM eller nytte-kostnadsverktøy som Merklin, avhenger tidsverdien i Trenklin av trengselsnivået ombord. Høyere tidsverdier ved trengsel fører til høyere generaliserte kostnader; også omtalt som trengselskostnader. Disse kostnadene påvirker både beregnet etterspørsel og samfunnsøkonomisk nytte av et tiltak.

Oppsummert kan man skille mellom:

- Forskjellige tidsverdier for stående og sittende
- Økende tidsverdi for sittende når belegget øker (først som funksjon av andelen sitteplasser som er opptatt og deretter som funksjon av antall stående per kvadratmeter)
- Økende tidsverdi for stående ved økende belegg (antall stående per kvadratmeter)

Matematisk brukes vektorer for tidsverdier og disse kan (ved bruk av default verdier for parameterne) illustreres som i Figur S1.

Figur S1: Illustrasjon av trengselskostnader i Trenklin 2.7

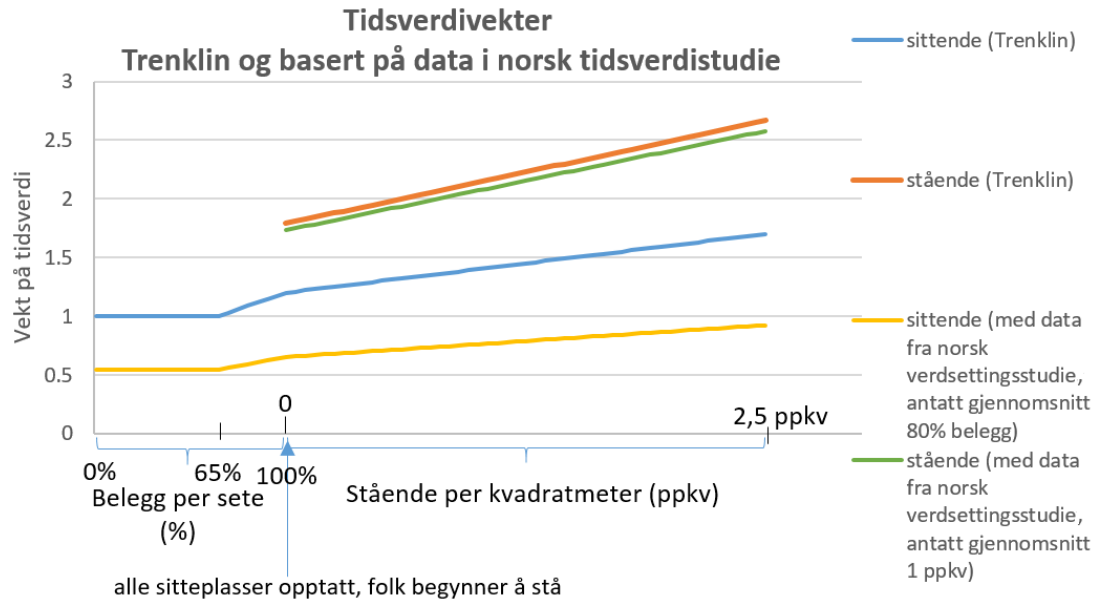


Med default verdier i Trenklin får sittende (uten trengsel) en tidsverdivekt på 1 og dermed brukes de «offisielle» tidsverdiene (69 kr, 54 kr og 468 kr for hhv arbeids-, fritids- og forretningsreiser) i situasjoner uten trengsel. En svakhet med denne tilnærmingen er at en ikke har tatt hensyn til at de offisielle tidsverdiene er estimert for både sittende og stående (uten å skille mellom disse) og uavhengig av belegg (ikke et belegg på 0). Dermed bør sittende egentlig få en vekt mindre enn 1 når man skal skille på de to gruppene.

Basert på data fra den norske tidsverdistudien har vi beregnet at vekten for sittende bør være 0,59 mens den for stående bør være 2,07. Det finnes per i dag ingen gode tall for tidsverdien avhengig av belegg. I Trenklin har man brukt tall fra en britisk meta-studie som baserer seg på 17 forskjellige britiske studier (fra 1987 til 2007). Om vi antar samme

funksjonelle sammenheng kan vi anbefale en alternativ måte å fastsette vektene. Dette er illustrert i Figur S2.

Figur S2: Tidsverdiveakter i Trenklin 2.7 og mulig nedjustering i forhold til norske tall ved et antatt basisnivå for trengsel.



Vi ser at spesielt tidsverdien for sittende blir betydelig lavere ved denne metoden.

Følgende tabell sammenfatter hvorvidt tidsverdinivået i Trenklin, RTM og Merklin ligger for høyt eller lavt ut fra hva man sammenligner med.

Tabell S1. Konsistens av tidsverdinivå i Trenklin og RTM i avhengighet av trengsel og sammenligningsgrunnlag

Trengsel i analyseområde?	Sammenlignet med offisielle tidsverdier (felles tidsverdi for sittende og stående)	Sammenlignet med tilnærming der man splitter opp tidsverdi
Trenklin		
Ingen trengsel (ingen står)	Samme tidsverdi som anbefalt	For høy tidsverdi for sittende (rundt 70% over)
Trengsel (en del reisende må stå)	Samme tidsverdi for sittende, men for høy tidsverdi for stående	For høy tidsverdi for sittende (rundt 70% over) og noenlunde riktig tidsverdi for stående
RTM og Merklin		
Ingen trengsel (ingen står)	Samme tidsverdi som anbefalt	For høy tidsverdi for sittende (rundt 70% over)
Trengsel (en del reisende må stå)	Samme tidsverdi som anbefalt (lik for sittende og stående)	For høy tidsverdi for sittende (rundt 70% over) og for lav tidsverdi for stående (skulle være rundt dobbelt så høy)

Anvendelsesområde for modellen og bruk i NTP

I NTP 2018-2027 har Jernbaneverket brukt Trenklin til å vurdere fire prosjekter: R2027 Østlandet, R2027 Jærbanen, R2027 Vossebanen og Ytre IC. For Ytre IC har man brukt en forenklet versjon av Trenklin som ikke er diskutert i denne rapporten. R2027 Østlandet, R2027 Jærbanen og R2027 Vossebanen er såkalte rutemodellprosjekter, der effekten av tiltaket er en endring/forbedring i ruteopplegget, typisk frekvensøkning og/eller forbedret reisetid.

R2027 Jærbanen og R2027 Vossebanen kan karakteriseres som mindre/mellomstore togtiltak med forventet begrenset effekt på transportmiddelvalg og destinasjonsvalg. Her anser vi Trenklin – isolert sett – som et fornuftig modellvalg. Med de relativt kompliserte/detaljerte endringer i rutetabellene er Trenklin også fra et praktisk ståsted et godt valg her, gitt praktiske og metodiske svakheter i RTM (for eksempel felles modellering av tog og buss i etterspørselsmodellen).

For R2027 Østlandet bør bruk av Trenklin vurderes mer kritisk i og med at det forventes betydelige endringer i transportmiddelvalg, for eksempel overføring av reiser fra bil til tog. En validering med RTM/NTM anbefales. Vi erkjenner at det kan være praktiske og metodiske utfordringer ved å kode de detaljerte ruteplanendringer i RTM-systemet, og ut fra praktiske aspekter kan man – isolert sett – argumentere for valget av Trenklin som forståelig og forsvarlig. Det er også betydelig trengsel på mange strekninger på Østlandet, noe som generelt taler for bruk av Trenklin.

Rapporten diskuterer også i hvilken grad bruk av Trenklin fører til økt fare for inkonsistens i den tverretattlig rangeringen av prosjekter i NTP. Dagens praksis i NTP, der det brukes ulike modeller for ulike tiltak, øker usikkerheten rundt hvorvidt rangeringen av tiltak er konsistent, spesielt når de brukte modellene metodisk er veldig ulike slik som i tilfellet Trenklin og RTM/NTM. Samtidig argumenterer vi for at det ikke er hensiktsmessig – og praktisk trolig umulig – å kreve at alle NTP-tiltak analyseres med samme modell fordi: 1) Det vil alltid være usikkerhet knyttet til om rangeringen er konsistent. 2) Det er en viss fare for at visse typer tiltak systematisk er undervurdert i den valgte modellen. 3) Det kan skape en uønsket monopolsituasjon som kan hindre utvikling av nye og mer detaljerte modeller.

Konklusjon og anbefalinger

Trenklin 2 har ulike metodiske fordeler og ulemper sammenlignet med RTM/NTM. Trenklins detaljerte beskrivelse av togtilbudet, samt beregning av trengsel – og modellering av trafikantenes tilpassing til trengsel – er de mest åpenbare styrkene. Disse fordelene gjør Trenklin til det naturlige valget for ruteplanprosjekter og detaljerte togtiltak. At Trenklin 2 bare vurderer tilbudsendringer for tog, ikke beregner transportmiddelvalg og ikke tar hensyn til mer langsiktige atferdsdimensjoner (destinasjonsvalg, bilhold) gjør at Trenklin er lite egnet for tiltaksevaluering av transportmiddelovergrepene og langsiktige prosjekter. Metodikken i Trenklin 2 er veldig ulik den i RTM/NTM, noe som kan øke usikkerheten om hvorvidt man rangerer ulike tiltak som er beregnet med ulike modeller på en konsistent måte. Det er en utfordring for rangering av tiltak på tvers av transportformer i NTP-grunnlagsdokument. Trenklin og RTM/NTM (inkl. trafikantnyttmodulen) bør tilpasses slik at elementene i nytteberegningen samsvarer. RTM bør forbedres slik at den (på en forenklet måte) tar hensyn til trengsel. For å tilpasse omfanget i nytteberegning mellom bil og togtiltak, bør RTM og EFFEKT skille mellom bilkjøring i kø og fri fart, og dette bør verdsettes ulikt i trafikantnyttmodulen/EFFEKT (høyere betalingsvillighet for å redusere reisetid i kø).

Trenklin 2 er en ny modell som er lite kvalitetssikret og er relativt lite testet ut i praksis sammenlignet med mer etablerte modeller. Rapporten beskriver ulike svakheter i metodikken og problemer ved bruk av Trenklin. Ut fra disse svakhetene kan vi formulere følgende anbefalinger i prioritert rekkefølge:

- Gjøre nivået på parameterne mer konsistent med etablerte modeller slik at rangeringen av tiltak på tvers av transportformer forbedres
 - Tidsverdi for sittende bør nedjusteres
 - Revurdere den funksjonelle sammenhengen mellom tidsverdi og reiseavstand/reisetid
- Forbedre det empiriske grunnlaget for sentrale parametere
 - Sette i gang empiriske studier som estimerer trengselskostnader basert på nye norske data
 - Forbedre det empiriske grunnlaget for elastisitetsparameterne (prosjekt allerede igangsatt)
 - Reishensikt og døgnfordelinger (prosjekt allerede igangsatt)
- Forbedre likevektsalgoritmen for en mer pålitelig og stabil beregning av likevekten.
- Forbedre modellering av effekten av befolkningsvekst på etterspørsel.
 - Revurdere elastisitetsmodell; muligens etablere en enkel frekvensmodell
- Etablere et opplegg for å ta hensyn til returreiser (reisekjeder)
- Vurdere etablering av en tilbudsmodell som forklarer togoperatørens tilpasning av setekapasitet som følge av økt trengsel
- Vurdere om man på sikt skal erstatte elastisitetsmodellen med en inkrementell logitmodell, slik at man får beregnet hvor de nye togreisende kommer fra. En slik modell vil kreve informasjon om markedsandeler for andre transportmidler, men vil trolig forbedre presisjonen i effektberegninger av togtiltak.

Vi anbefaler videre at kommende versjoner av Trenklin dokumenteres på en bedre og mer omfattende måte enn det som har vært tilfelle for versjon 2. En ekstern kvalitetssikring av kommende versjoner før den brukes for offisielle transportanalyser (som i NTP) anbefales også.

Vi mener at den metodiske tilnærmingen i Trenklin 2 har stort potensial, og man bør vurdere å utvide/tilpasse modellen til også kunne å brukes ved tiltak for buss og t-bane/trikk. I så fall vil også andre aktører i transportsektoren ha nytte av en videreutvikling av modellen.

Summary

Trenklin 2: Review of the Model and Discussion about Fields of Application

TØI Report 1534/2016

Authors: Stefan Flügel and Nina Hulleberg

Oslo 2016 59 pages Norwegian language

Trenklin 2 is a model for calculation of effects of train policies. We review the methodology and the underlying parameters of the model. We find, among others, that the value of time for passengers with seats are too high given the applied method where people have different value of times dependent on the seating availability. On a more general basis we discuss strengths and weaknesses of the model and use this as a point of departure for a discussion about reasonable fields of application of the model. We conclude that the model is well suited for projects that adjust time tables and other detailed train policies.

Trenklin is a tactical transport model and a tool to calculate user benefits for train users. It calculates the number of rail passengers between train stations per train departure for three different travel purposes. Trenklin is currently the only transport model in Norway that calculates an equilibrium between demand and crowding on trains. It applies weights on the value of time to account for the disadvantage of crowding/travelling without an available seat. Our analysis shows that the weight applied for seated travelers should be lowered to a weight of about 0,59 (not 1,0) to account for that the official value of the time parameter is estimated on data that includes both crowded and uncrowded trains.

In comparison with the regional transport models (RTM which are traditional used for transport planning), Trenklin has different methodological advantages and disadvantages. Trenklin's detailed description of train services and the calculation of crowding - and modeling of users' adaptation to crowding - are the most obvious strengths. These advantages make Trenklin the natural choice for timetable projects and other detailed policies for train services. That Trenklin 2 only considers changes for trains, does not calculate transport choices and does not consider longer-term behavioral dimensions, makes Trenklin unsuitable for the evaluation of transport policies with overall and long-term effects.

The methodology of Trenklin 2 is very different from that in the RTM model. This could increase the uncertainty about the consistent ranking of policy measures or infrastructure projects that are analyzed with model. We therefore suggest that certain parameters (as the value of time) and components of the model are adjusted and improved in upcoming versions of Trenklin.

1 Bakgrunn

Denne rapporten er et ledd i «avrop 27 - Konsistenssjekk av ulike verktøy for samfunnsøkonomiberegninger» utført av TØI i «Rammeavtale for bistand til analyser i transportetatene og Avinor sitt arbeid med NTP 2018-2027». Rapporten beskriver oppbygningen i modellen Trenklin 2 og diskuterer i hvilken grad denne modellen er egnet til bruk for strategisk planlegging i NTP-arbeidet.

Vi gjør oppmerksom på at rapporten ikke er en fullverdig evaluering eller kvalitetssikring av Trenklin. Samtidig har vi funnet flere begrensninger/forbedringsmuligheter ved selve modellen. Vi har valgt å dokumentere disse i rapporten selv om dette går utover det som var spesifisert i prosjektoppdraget i avrop 27.

Utvalget av prosjekter som omtales i grunnlagsdokument til NTP er tverretatlig/transportmiddelovergripende, og anbefalingen av prosjekter er (implisitt eller eksplisitt) basert på en rangering av forskjellige prosjekter. Etterspørsels- og nytte-kostnadsanalyser er viktige elementer som kan ha en innflytelse på den politiske prioriteringen. Det er derfor ønskelig at modeller og verktøy som brukes av etater og konsulenter for de underliggende analysene er mest mulig objektive og konsistente.

Tradisjonelt sett har RTM og NTM blitt brukt som hovedmodell for etterspørselsberegning i NTP- analyser. RTM og NTM er modifiserte fire- eller fem-trinns-modeller, en type modell som har en lang tradisjon (både i Norge og internasjonalt) og er den mest brukte modelltypen for strategisk planlegging.

I den nye NTP (2018-2029) har Jernbaneverket brukt Trenklin 2 (nærmere bestemt versjon 2.7 og 2.8) til å evaluere fire prosjekter i arbeidet med NTP 2018-2029.

Rapportens formål er å gi svar på følgende spørsmål:

- Er oppbyggingen av modellen og de underliggende parameterne i Trenklin 2 konsistente med anbefalte metoder for nytteberegning (i henhold til metodehåndbøkene)?
- Kan det forventes at Trenklin og RTM/NTM produserer sammenlignbare resultater (antall reiser i referansescenario, antall reiser i tiltaksscenario og endring i trafikantnytte)?
- I hvilken grad er forskjeller i metodikk/forutsetninger/parametere i Trenklin og RTM/NTM et problem for transportmiddelovergripende analyser og rangering av store transportprosjekter?

Kapittel 2 sammenligner Trenklin med Merklin, et verktøy hos Jernbaneverket for gjennomføring av nyttekostnadsanalyser. Kapittel 3 beskriver oppbyggingen av og elementene i Trenklin 2 (versjon 2.7 og 2.8). Kapittel 4 beskriver hvordan Trenklin 2 har blitt brukt i JBV's arbeid med NTP (2018-2029). Kapittel 5 gir en sammenligning av metodikk og parameterverdier mellom Trenklin og andre modeller som er i bruk i NTP-arbeidet. Kapittel 6 sammenfatter våre erfaringer med empiriske analyser av Trenklin 2.7. Kapittel 7 inneholder en diskusjon av de tre forskningsspørsmålene nevnt over. Kapittel 8 gir en kort konklusjon og sammenfatter noen forbedringsmuligheter i Trenklin.

I dette prosjektet (avrop 27) har det også blitt skrevet et arbeidsdokument (Hulleberg og Flügel 2016) som presenterer og diskuterer funn fra ulike følsomhetsanalyser og en empirisk sammenligning av Trenklin og RTM/NTM6. Arbeidsdokumentet er ikke offentlig tilgjengelig men kan sendes til interesserte lesere.¹

¹ Ta kontakt med Stefan Flügel (sfl@toi.no) eller Anne Madslie (am@toi.no)

2 Merklin og Trenklin

Innledningsvis forklarer vi forskjeller mellom Trenklin og Merklin siden vi har opplevd at enkelte forveksler disse to verktøyene. Merklin og Trenklin har noen likhetstegn:

- Begge er utviklet av (eller på oppdrag for) Jernbaneverket.
- Begge er implementert i Excel med underliggende VBA-koder («Excel-Macro»).
- Begge er tilpasset tog og har begrensninger i måten de behandler andre transportformer.
- Begge har en innebygd elasticitetsmodell for å beregne antall togreiser i tiltaksscenarioet, basert på endringer i generaliserte kostnader og antall turer i referansesituasjonen.
- Begge beregner trafikantnytte for togreisende.

Til tross for disse likhetstegnene er Merklin og Trenklin nokså forskjellige modellverktøy, og de er også utviklet til forskjellige formål. Merklin er et praktisk verktøy for gjennomføring av nyttekostnadsanalyser i samsvar med JBV's metodehåndbok (JBV 2015). Trenklin er - etter vår oppfatning - en etterspørselsmodell altså en (økonomisk) atferdsmodell som inkluderer flere parametere som styrer hvordan enheter i modellen (reisende) velger i ulike situasjoner.² Trenklin beregner imidlertid også trafikantnytte, og et mål for utviklingen av Trenklin har vært å etablere et modellverktøy som «*kan beregne trafikantnytte og andre sentrale nytte-kost størrelser som følge av endringer i togtilbudet raskt og nøyaktig*» (Ranheim 2016). Videre er formålet å synliggjøre kapasitets- og trengselsproblematikk knyttet til ulike ruteplaner, noe som beskrives som sentralt i planleggingsverktøy for Jernbaneverket.

Metodisk sett ligger hovedforskjellen mellom Merklin og Trenklin i detaljeringsgrad (aggregeringsnivå og kompleksitet i underliggende beregningene) og at sistnevnte modell beregner trengselsnivå og tar hensyn til endringer i trengselsnivå i trafikantnytteberegningen. Forskjellene er presentert i

². Utvikleren Patrick Ranheim er ikke enig i TØI sin oppfatning om at Trenklin først og fremst er en etterspørselsmodell snarere enn et beregningsverktøy (se vedlegg A). Vi legger merke til at Jernbaneverkets betegnelse av Trenklin er noe inkonsistent. I dokumentasjonen til versjon 2 betegnes Trenklin som oftest som «modell» mens avsnitt 2 har overskriften «Trenklin og andre etterspørselsmodeller». I KVVU-Østre linje og i rapporten til R2027 betegnes Trenklin, i motsetning til Merklin som «transportmodell».

Viktigere enn selve betegnelsen er hvilke roller/oppgaver Trenklin ha inn i samfunnsøkonomiske analyser. Ved bruk av Trenklin vil man i de fleste tilfeller erstatte bruk av tradisjonelle transportmodeller som RTM. Så uavhengig av betegnelsen fungerer Trenklin som en (erstatning for) transportmodell eller etterspørselsmodell.

Tabell 2.1, med henvisninger til hvor i rapporten elementene blir omtalt.

Tabell 2.1: Sammenligning av Merklin og Trenklin.

Typisk skritt i analysen	Element	Merklin	Trenklin 2.8
1	Beskrivelse av togtilbud i referansescenario	Grov (gjennomsnittlig reisetid, ventetid osv.) → avsnitt 5.1.2	Detaljert (i form av rutetabeller, takstmatriser osv.) → avsnitt 3.4.
2	Togtrafikk i referansescenario	Totalt antall reiser (for 3 reisehensikter) per strekning → avsnitt 5.1.2	Basert på NSBs stasjonsmatriser og «fremskrevet» med befolkningsvekst (3 reisehensikter) → avsnitt 3.3.
3	Spesifisering av togtilbud i tiltaksscenario	(Endring i) gjennomsnittlig reisetid, ventetid osv. → avsnitt 5.1.2	Nye rutetabeller, takstmatriser, togmateriell → avsnitt 3.4.
4	Oppdeling av togreiser i avganger	Nei	Ja, avhengig av trengselsnivå (kompleks likevektsmodell) → avsnitt 3.6.1.
5	Beregning av antall togreisende i tiltaksscenario	Enkel elastisitetsmodell → avsnitt 5.1.2	Elastisitetsmodell (løses iterativt til tilnærmet likevekt er funnet) → avsnitt 3.6.3
6	Beregning av trengselskostnader (tog)	Nei	Ja → avsnitt 3.6.2.
7	Beregning av trafikanntytte for togreisende	Ja, konsistent med JBV- håndbok	Ja, delvis basert på egne metoder og parameterverdier → avsnitt 5.2 og 5.3
8	Beregning av billettinntekter, passasjerkm, togproduksjon	Ja	Ja, og trolig mer presis
9	Oppdeling av nyskapt og overført trafikk i forskjellige transportformer	Ja, men veldig forenklet med faste satser → avsnitt 4.2	Nei
10	Beregning av operatøرنytte, nytte for det offentlige, nytte for tredje part og samlet nettonytte	Ja	Nei

I praksis vil man ofte være nødt å bruke Merklin på toppen av Trenklin siden Trenklin ikke er egnet til en fullstendig nytte-kostnadsanalyse. Et typisk opplegg er å bruke Trenklin for skritt 1-8 i Tabell 2.1, og Merklin for skritt 9 og 10. Dette er beskrevet nærmere i avsnitt 4.2.

3 Beskrivelse av Trenklin 2

Trenklin 2 er en betydelig videreutvikling av første versjon av Trenklin. Versjon 1.8 er dokumentert i Aarhaug mfl. (2013) og versjon 1.17 i Caspersen mfl. (2014). Vi omtaler her altså versjon 2 av Trenklin, nærmere bestemt 2.7 og 2.8. Ifølge Patrick Ranheim i JBV er det liten forskjell mellom 2.7 og 2.8.

Ved siden av mer tekniske forbedringer, er den største forbedringen i Trenklin 2 (i forhold til Trenklin 1) knyttet til modellens tidsoppløsning. Trenklin 2 er en minuttmodell, mens forrige versjon av Trenklin hadde en maksimal oppløsning på timenivå.

Det finnes på nåværende tidspunkt (27.11.2016) ikke noen endelig/offentlig tilgjengelig dokumentasjon av Trenklin 2, men vi har fått tilsendt siste utkast av dokumentasjonen (versjon 2.8) fra Patrick Ranheim i JBV (Ranheim 2016).

3.1 Klassifisering av modellen

Transportmodeller kan klassifiseres ut ifra det planleggings- eller driftsperspektivet brukerne av modellen har. Det skilles vanligvis mellom strategiske, taktiske og operasjonelle transportmodeller.

Strategiske transportmodeller har størst omfang, og disse brukes ofte – men ikke alltid – til å analysere langsiktige konsekvenser i transportsystemet for en region eller hele landet. Et vesentlig element i disse modellene er at etterspørselssiden beregnes/predikeres i modellen (etterspørselen er endogen). RTM/NTM regnes som strategiske modeller, med følgende viktige egenskaper som gjør dem egnet for strategisk planlegging:

- De inkluderer langsiktige atferdskomponenter (biltrang, destinasjonsvalg)
- De er transportmiddelovergripende (inkluderer alle typer transportmidler)
- Resultatene tilsvarer en situasjon der etterspørselssiden og tilbudet er i en langsiktig likevekt.

Trenklin, derimot, kan ikke regnes som strategisk transportmodell i og med at: 1) den inkluderer ikke langsiktige atferdskomponenter, 2) den beregner ikke etterspørsel for andre transportmidler enn tog, 3) likevekt oppstår bare i togmarkedet, men ikke nødvendigvis for andre transportmidler og 4) modellen kan ikke analysere (store) endringer i nettverket, nye stasjoner eller nedlegging av stasjoner (fordi den er avhengig av referansetrafikken).

Utvikleren av modellen, Patrick Ranheim i Jernbaneverket, skriver at om «[m]an kan si at om regionale og nasjonale modeller er strategiske modeller så er Trenklin en mer taktisk, eller endog operasjonell modell.» (Ranheim 2016, side 4)

Flügel et al (2014) klassifiserer transportmodeller videre i mikroskopiske versus makroskopiske, statiske versus dynamiske og deterministiske versus stokastiske modeller. Boks 3.1 gjengir definisjonen ved denne modellklassifisering.

Boks 3.1: Definisjoner av transportmodeller ifølge Flügel et al (2014)

Makroskopisk transportmodell: Representerer etterspørsel og nettverksflyt i aggregerte tall og løses i et matematisk program.

Mikroskopisk transportmodell: Opprettholder integriteten til alle enheter og løses ved eksplisitt simulering av prosessinteraksjoner.

Statisk transportmodell: En transportmodell som ikke tar hensyn til tid og vanligvis representerer stasjonære forhold innenfor en forhåndsbestemt tidsperiode.

Dynamisk transportmodell: En transportmodell som eksplisitt tar med tidseffekter i alle transportprosesser den representerer.

Deterministisk transportmodell: En (typisk makroskopisk) modell som ikke tar hensyn til usikkerhet (ufullkommen modellering) og forsøker å representere gjennomsnittsførhold.

Stokastisk transportmodell: En (typisk mikro eller mesoskopisk) modell som tar hensyn til usikkerhet (ufullkommen modellering) og produserer en sannsynlighetsfordeling av prediksjoner.

RTM/NTM karakteriseres som makroskopisk (tar utgangspunkt i aggregerte befolkningstall i grunnkretser), statisk (gjelder for hele døgnet, eller en forhåndsbestemt rush-tidsperiode) og deterministisk (inkluderer ingen stokastiske variabler).

Trenklin er også makroskopisk siden den tar utgangspunkt i aggregerte stasjonsmatriser og ikke i den enkelte reisende. Trenklin inkluderer ingen stokastiske variabler i modellen og regnes derfor som deterministisk. Dette innebærer at to identiske modellkjøringer i Trenklin (akkurat samme inndata og tekniske innstillinger) vil produsere identiske resultater.

I motsetning til RTM kan Trenklin karakteriseres som en dynamisk modell siden den tar med en døgnfordeling (på minuttnivå) over ønsket ankomsttid, og segmenterer resultater etter klokkeslett innenfor et bestemt døgn.

Noen ganger beskrives transportmodeller også med den interne beregningsmåten som brukes i modellen. Trenklin omtales som «inkrementell modell» siden den tar utgangspunkt i eksogent gitt referansetraffikk (omtales nærmere i avsnitt 3.4). Trenklin er også en (avansert) elastisitetsmodell siden omfang av nye reisende blir beregnet basert på generaliserte kostnader og gitte elastisiteter³ (omtales nærmere i avsnitt 3.6.3).

Videre kan Trenklin beskrives som en (partiell) likevektsmodell siden modellen bringer (strever med å bringe) etterspørsel og trengselsnivå gjennom flere iterasjoner til et stabilt nivå (se nærmere om dette i avsnitt 3.6.4).

3.2 Hva beregner modellen (og hva beregner den ikke)?

Trenklin beregner antall togreisende mellom togstasjoner per togavgang for tre reisehensikter. Videre beregnes kapasitetsutnyttelse/trengsel og antall sittende/stående passasjer. Denne informasjonen, samt eksterne data (for eksempel takstmatriser) og egenskaper ved reisen som beregnes ut fra rutetabellene (for eksempel reisetid og ventetid) er utgangspunkt for beregningen av generaliserte kostnader i referanse- og tiltaksscenario og endring i trafikantnytte. (Beregningsmetoden er nærmere beskrevet i avsnitt 3.6.)

³ Etter vår oppfatning er alle elastisitetsmodeller «inkrementelle modeller». Mange inkrementelle modeller er også elastisitetsmodeller, dog fins det «inkrementelle diskrete valg (logit) modeller der man tar utgangspunkt i markedsandeler i referansescenario. En slik inkrementell logit modell ble for eksempel brukt i utredning av lyntog i Norge (Atkins 2010).

Modellen beregner også billettinntekter, antall passasjerkilometer (oppdelt i by, tettbygde strøk og land) og togproduksjon, som ofte utgjør inndata for videre analyser i nytte-kostnads-verktøyet Merklin (Vista Analyse 2014). Resultater presenteres i ulike former og med forskjellig aggregeringsnivå.

To hovedtabeller Trenklin produserer er vist i Figur 3.1 (her med hypotetiske data).

	Referans	Tiltak	Endring	Endring i prosen
Trafikantnytte				
Referansetraffikk			-117 956	
Nyskapt og overført trafikk			-1 780	
Sum			-119 736	
Antall reisende*				
Arbeid	2 025	2 212	187	9.2 %
Fritid	2 025	2 236	211	10.4 %
Forretning	2 025	2 298	273	13.5 %
Sum	6 075	6 746	671	11.0 %
Antall enkelturer	10 154	11 210	1 056	10.4 %
Billettinntekter	858 080	930 991	72 910	8.5 %
Trengselskostnader	684 201	793 901	109 699	16.0 %
Passasjerkm				
By	97 177	105 659	8 482	8.7 %
Tettbygd strøk	0	0	0	
Land	526 474	566 441	39 966	7.6 %
Sum	623 651	672 099	48 448	7.8 %
Uten bytter	599 785	647 510	47 725	8.0 %
Togproduksjon				
Settkm	9 578	9 578	0	0.0 %
Togkm	9 578	9 578	0	0.0 %
Togtimer	163	163	0	0.0 %
Settimer	163	163	0	0.0 %
*I beregningen for antall enkelturer teller en togreise med ett togbytte som to reiser, mens en tilsvarende reise gir som én reise i beregningen for antall reisende.				
Tiltak				
	Arbeid	Fritid	Forretning	Total
0	3	3	0	6
1	3	1	0	4
2	0	0	0	0
3	21	18	20	59
4	43	36	43	122
5	137	119	207	463
6	199	101	287	587
7	279	203	317	800
8	126	74	193	393
9	72	86	98	257
10	43	97	41	180
11	25	83	24	132
12	98	134	110	402
13	108	113	126	346
14	105	68	97	270
15	219	157	184	561
16	295	247	268	809
17	84	89	159	332
18	63	85	56	205
19	100	161	34	295
20	135	196	20	352
21	47	69	11	127
22	3	18	1	22
23	4	17	1	22

Figur 3.1: Resultatoppsummering i Trenklin Versjon 2.7.

Det beregnes også ulike resultatfiler på passeringssted (snitt) og togavgangsnivå.

Modellen beregner ikke generaliserte kostnader knyttet til andre transportmidler enn tog. Modellen bestemmer heller ikke hvor de nye togreisende (i tiltaksscenarioet) kommer fra. Med andre ord skiller ikke modellen mellom nyskapt og overført trafikk, eller mellom trafikk overført fra/til bil, buss, gang/sykkel og fly.

3.3 Referansetraffikk

Som nevnt i avsnitt 2.1, er Trenklins beregning av togtrafikk i tiltaksscenarioet basert på referansetraffikken. Dette er en fordel hvis man har god kontroll på referansetraffikken, som man i hvert fall kan ha for de årene der man kan støtte seg på empiriske data.

For kortsiktige analyser (der referanseåret gjenspeiler dagens situasjon) kan NSBs stasjonsmatriser (som er basert på passasjertellinger/og salgsstatistikk) brukes direkte⁴. For senere beregningsår (for eksempel år 2027) er det en utfordring at det ikke finnes noe direkte empirisk grunnlag for referansetrafikken. I praksis kan man enten framskrive NSB-matrisen eller bruke referansetrafikk beregnet i andre modeller (for eksempel grunnprognosene beregnet ved RTM/NTM).

Etter vårt inntrykk er det førstnevnte mest vanlig i praksis (i hvert fall når det gjelder det aktuelle NTP-arbeidet). En utfordring med å basere seg på grunnprognoser i RTM er at en har mindre kontroll over hvorvidt modellen treffer på passasjertallet mellom to stasjoner.

Et viktig element ved framskriving er at man tar med effekten av allerede vedtatte («bundne») prosjekter i referansetrafikken (for eksempel Follobanen ved utredning av R2027 Østlandet). I praksis kan man gjøre en Trenklin-kjøring der en beregner effekten av bundne prosjekter på dagens referansetrafikk. Så blir de beregnede matrisene framskrevet til det aktuelle beregningsåret der de nye matrisene brukes som referansetrafikk (mer om dette i avsnitt 4.2.1).

I Trenklin skjer framskriving av matriser basert på befolkningsvekst. I motsetning til RTM er det derfor ikke noen (eksplisitt) modellering av reisefrekvens (for eksempel økt antall reiser pga. økende biltilgang). Det er imidlertid en mulighet for å spesifisere en elasticitet med hensyn til befolkningsveksten. Dette er nærmere beskrevet i avsnitt 3.6.3.

Referansetrafikken må oppdeles i de tre reisehensiktene (arbeidsreiser, fritidsreiser og forretningsreiser). Det brukes RVU-data for etablering av andelen men vårt inntrykk er at man stort sett bruker samme andeler uavhengig av geografisk relasjon.

3.4 Hvordan spesifiseres tiltaksscenarioet?

Et typisk tiltaksscenario i Trenklin spesifiseres ved å endre rutetabellene, hvor ankomst- og avgangstid spesifiseres for hver avgang i hver retning. For eksempel kan antall avganger økes/redueres, fordeling av avganger over dagen endres eller reisetid mellom to stasjoner endres. Rutetabellen må angis for både referanse- og tiltaksscenarioet.

Man kan også spesifisere endringer for takster, tilbringertid eller distanse. En annen type analyse som er mulig med Trenklin, er å endre togmateriellet (for eksempel erstatte et mindre tog med et nyere tog som har flere sitteplasser).

Det er ikke mulig å spesifisere endringer for andre transportmidler enn tog; dette gjør at bruksområdet til Trenklin er begrenset til togtiltak.

Trenklin tar utgangspunkt i et gitt stasjonsmønster, og det er i utgangspunktet ikke mulig å analysere «store» endringer i nettverket/stasjonsmønsteret (Ranheim 2016). Hva som menes med «store» er noe uklart og må vurderes skjønnsmessig. For mindre endringer (for eksempel nedlegging av en mindre stasjon), kan referansetrafikken og/eller resultatene tilpasses nytt stoppmønster, mens det ikke er mulig/faglig forsvarlig å gjøre det for større endringer i nettverket.

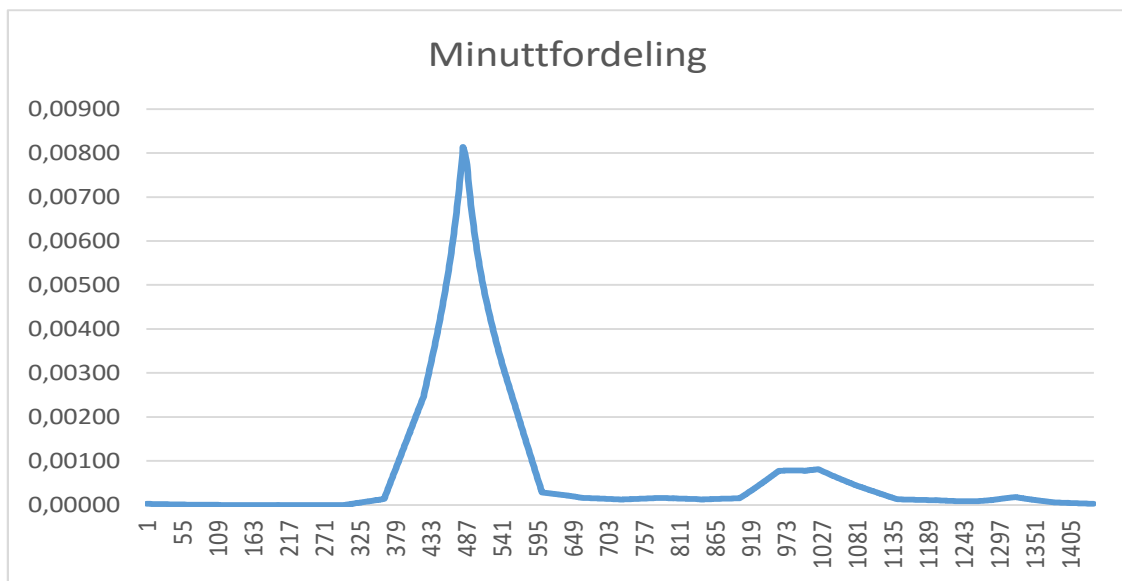
⁴ Formatet i NSB-matrisen er litt forskjellig fra Trenklin. Trafikkmatrisene til NSB er opprinnelig fordelt på strekning, hvor hver strekning blir representert ved tre matriser: 1) Internttrafikk, reiser mellom stasjoner innenfor strekningen. 2) Eksternttrafikk, reiser mellom en stasjon på strekningen og stasjoner på andre banestrekninger. 3) Gjennomgående reiser, reiser mellom stasjoner på andre banestrekninger. Basert på matrisene for alle banestrekninger kan man lage en totalmatrise for hele landet (stasjon-til-stasjon-matrise). Fra denne matrisen kan man finne virkedøgntrafikk, som man så fordeler på de ulike reisehensiktene.

3.5 Andre nødvendige inndata

Ved siden av referansetrafikken og rutetabellene i referanse- og tiltaksscenarioet (for alle strekninger og reiseretninger), er det også andre viktige inndata i Trenklin:

- 1) Informasjon om togmateriell (antall sett, antall seter per sett og kvadratmeter ståareal)
- 2) Matriser for takst, tilbringertid og distanse mellom alle stasjoner (for både referanse- og tiltaksscenario)
- 3) Informasjon hvilke stasjoner som brukes for å bytte tog
- 4) Fordeling av ønsket ankomsttid (per relasjon)

Det ligger forutsetninger om punkt 4, ønsket ankomsttid, i form av gitte minuttfordelinger i modellen. Hver stasjon-stasjon-relasjon og hver reisehensikt gis en fordeling eksogent. Minuttfordelingene beskriver de reisendes ønskede ankomsttidspunkt fordelt over døgnet. Langs aksene finner vi minutter i døgnet (totalt 1440), og andelen av reisende som ønsker å ankomme på det tidspunktet. Figur 3.2 illustrerer en typisk minuttfordeling for arbeidsreiser inn til en storby, der rushtrafikken er om morgenen. Her med toppunkt rundt klokken 08.00 (minutt 480).



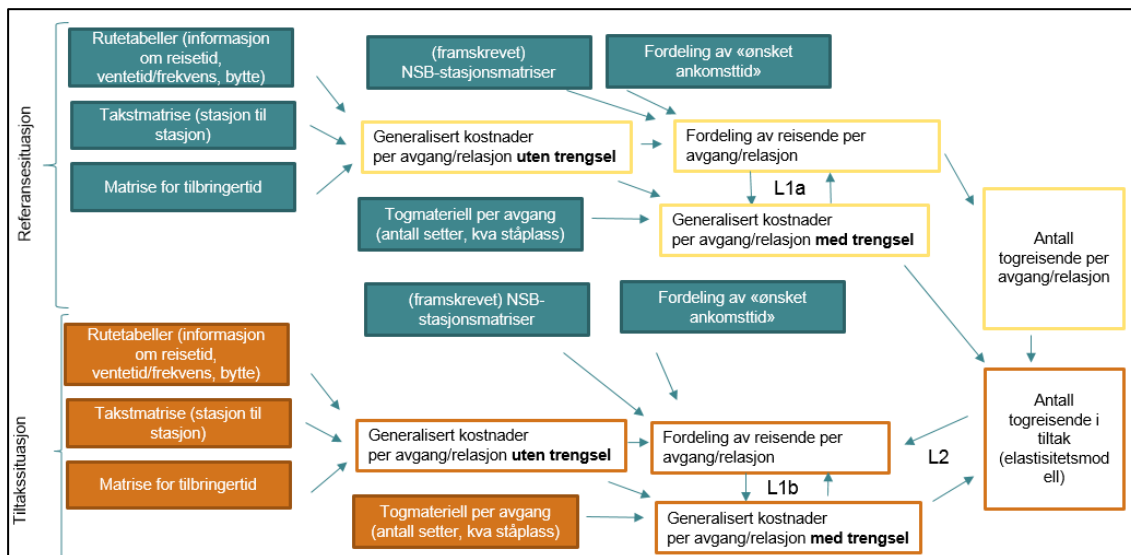
Figur 3.2: Eksempel på minuttfordeling for ønsket ankomsttid i Trenklin (kilde: Ranheim 2016).

De faktiske fordelingene som ligger i Trenklin 2.7/2.8 er jevnere enn fordelingen i Figur 3.2. Ifølge informasjon fra Patrick Ranheim brukes syntetiske data i form av en kombinasjon av to normalfordelinger. Det ligger forskjellige funksjoner i Trenklin, og brukerne må spesifisere ønsket ankomsttidsfordeling for hver strekning (og reiseretning).

Valg av fordeling kan være en del av kalibreringsarbeidet som kan gjøres i Trenklin. Dvs. at man sammenligner resultater i Trenklin med passasjertellinger, ser på hvilke avganger modellen treffer dårligst for og deretter tilpasser fordelingene av foretrukket ankomsttid for en ny modellkjøring.

3.6 Beregningsmoduler og deres forutsetning

Figur 3.3 skisserer hovedtrekkene i en beregning med Trenklin 2. Figuren er ment som en illustrasjon og tilsvarer ikke nødvendigvis den nøyaktige dataflyten i modellen. (Det er vår egen illustrasjon, og vi tar forbehold om mulige mangler/misforståelser.)



Figur 3.3: Skisse av beregningsmoduler i Trenklin 2 (egen illustrasjon).

Inndata i form av rutetabeller, informasjon om takster- og tilbringertid i form av stasjonsmatriser er utgangspunkt for å beregne generaliserte kostnader *uten* trengsel. I kombinasjon med referansetrafikken og antagelse om ønsket ankomsttid, fordeles etterspørselen på avganger (rutevalg). Gitt togmateriell per avgang beregnes trengsel og generaliserte kostnader *med* trengsel, som igjen påvirker rutevalg. Det itereres til det er funnet en likevekt.

Denne prosessen gjøres «parallelb» for referanse og tiltaksscenario. Det som kommer i tillegg i tiltaksscenarioet er at man har en elastisitetsmodell som beregner antall togreiser basert på forskjellen i generaliserte kostnader mellom tiltak og referanse. Siden nye togreisende påvirker trengsel og dermed rutevalg, itereres det igjen til det er funnet en likevekt der antall nye reiser ikke endrer seg.

I det følgende beskrives fordeling av etterspørselen på togavganger, beregning av trengselskostnader, elastisitetsmodellen, likevektene og trafikantnytteberegning i litt mer detalj i hvert sitt avsnitt.

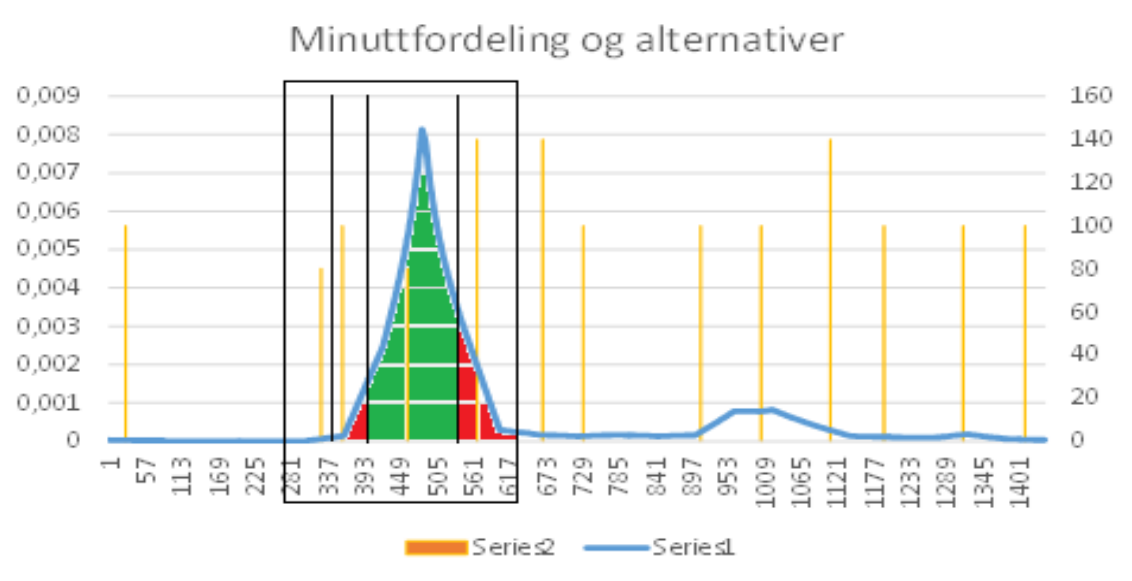
3.6.1 Fordeling av etterspørsel på togavganger

Ut fra rutetabellene genereres et sett av relevante togalternativ (enten direkte forbindelse, et bytte eller to bytter), for å reise fra en togstasjon til en annen.

Basert på fordelingen av ønsket ankomsttid fordeles de reisende på togalternativene. Dette blir gjort basert på generaliserte kostnader for togalternativene uten ventetid og skjult ventetid beregnet med utgangspunkt i når reisende ønsker å ankomme.

I Figur 3.4. finner vi igjen fordelingen over ønsket ankomsttid fra Figur 3.2. I tillegg vises aktuelle togalternativer i gult, hvor plasseringen viser ankomsttidspunkt og høyden på søylene angir alternativets generaliserte reisekostnad i kroner (utenom ventetid). Teknisk sett beregnes kritiske punkt hvor «minuttallet for ønsket ankomsttidspunkt hvor alternativet

til høyre og alternativet til venstre er eksakt like gode» (Ranheim 2016). Dette er vist med de svarte linjene i eksemplet figuren.



Figur 3.4: Fordeling av reisende (per minutt) på to alternativer.

3.6.2 Beregning av trengselskostnader

Trengselskostnader er et sentralt element i Trenklin. Disse kostnadene/ulempene påvirker både beregnet etterspørsel og samfunnsøkonomisk nytte. Ulempen knyttet til økt belegg/trengsel fanges opp i form av vektorer som ganges med tidsverdien.

Man kan skille mellom 3 elementer:

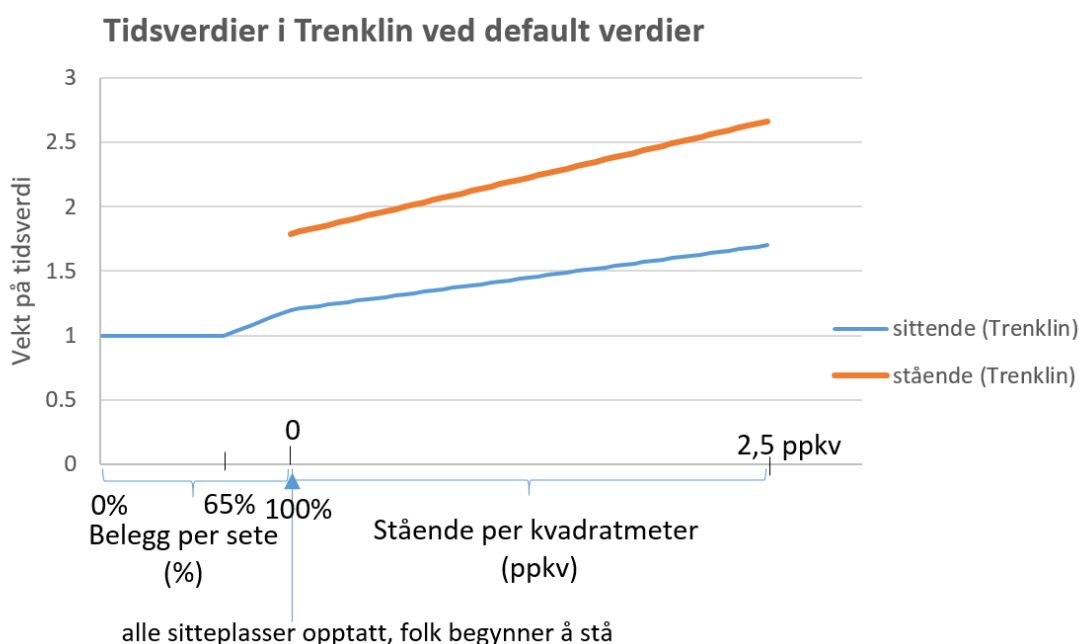
- Forskjellige tidsverdier for stående og sittende
- Økende tidsverdi for sittende når belegget øker (først som funksjon av andel sitteplasser som er opptatt og deretter som funksjon av antall stående per kvadratmeter)
- Økende tidsverdi for stående ved økende belegg (stående per kvadratmeter)

Mens det første elementet kan tolkes som en komforteffekt er det tredje (og delvis det andre) mer direkte knyttet til trengsel i vanlig forstand.

Tabell 3.1 viser standardantagelser (defaultverdier) i Trenklin 2.7. Effekten av defaultverdiene på trengselskostnaden er illustrert i Figur 3.5. Vekt 1 tilsvarer tidsverdien som angis i arket «Fellesforutsetninger» i modellen (Tabell 3.2).

Tabell 3.1: Sentrale defaultparametere i beregning av trengselskostnader i Trenklin 2.7.

Verdi	Forklaring
1	Faktor tidsverdien for sittende multipliseres med
1.79	Faktor tidsverdien for stående multipliseres med
0.65	Andel sitteplasser som er opptatt når trengsel begynner å inntre
1.2	Tidsverdivekt hvis alle seter er opptatt
0.2	Påslag på tidsverdivekt for sittende med økende belegg
0.35	Påslag på tidsverdivekt for stående med økende belegg



Figur 3.5: Illustrasjon av trengselskostnader i Trenklin 2.7.

Tabell 3.2: Utklipp av arket «forutsetninger» i Trenklin 2.7.

	Arbeid	Fritid	Forretning
Tidsverdier	69	54.2	468.12
Ventetidsvekt, skult ventetid	1	1	1
Ventetidsvekt åpen ventetid	1	1	1
Bytteulempe	11.5	11.5	11.5
Rabattfaktor	0.6	0.75	0.9
El_befolkning	1		
	-2.5		

Tallverdivektene er basert på en meta-studie fra Wardman & Whelan (2011) som baserer seg på 17 forskjellige britiske studier (fra 1987 til 2007). De faktiske verdiene i Trenklin har blitt tilpasset noe, som beskrevet i dokumentasjonen til Trenklin versjon 1.8 (Aarhus mfl. 2013). Det er blitt forsøkt å bruke verdier fra den norske tidsverdistudien (Samstad mfl. 2010), der man estimerte en betydelig betalingsvillighet for å kunne sitte (istedenfor å stå). Tidsverdistudien estimerte betalingsvillighet per tur, men ingen vekt på tidsverdien og intet påslag på tidsverdien pga. økt belegg. Det var derfor ikke mulig å bruke norske tall som basis for standardverdier i Trenklin.

En svakhet i måten Trenklin håndterer tidsverdivekter på, er at man setter vekt 1 for sittende. Man gir dermed sittende en tidsverdi lik den «offisielle» tidsverdien (69.0 kr, 54.2 kr og 468.12 kr for hhv arbeids-, fritids- og forretningsreiser). Dette tyder på at en ikke har tatt hensyn til at de offisielle tidsverdiene er estimert for både sittende og stående (uten å skille mellom disse) og uavhengig av belegg (ikke et belegg på 0), slik at sittende egentlig bør få en vekt mindre enn 1. Dette er nærmere beskrevet i avsnitt 5.3.2.

3.6.3 Elastisitetsmodellen

Trenklin beregner antall togreiser per relasjon i en elastisitetsmodell med følgende matematiske ligning (Ranheim 2016):

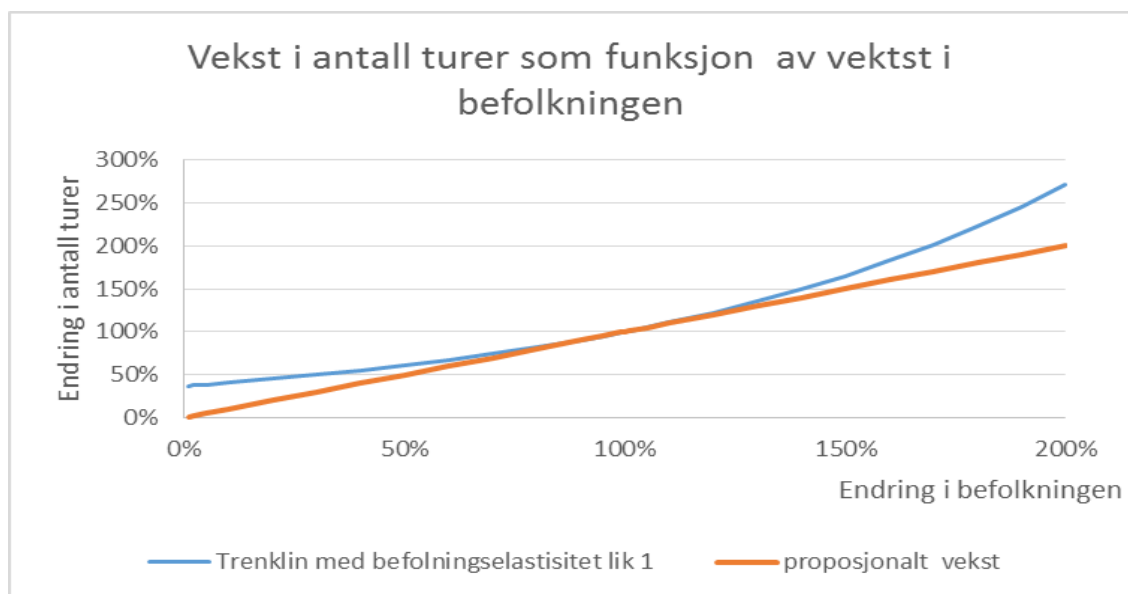
$$(1) \quad Turer_{i,j,k}^{tiltak} = Turer_{i,j,k}^{referanse} * e^{\left[\frac{GJT_{i,j,k}^{tiltak} - GJT_{i,j,k}^{referanse}}{GJT_{i,j,k}^{referanse}} \right] * Elastisitet(GJT)} * e^{\left[\frac{P_{i,j,k}^{tiltak} - P_{i,j,k}^{referanse}}{P_{i,j,k}^{referanse}} \right] * Elastisitet(P)} * e^{\left[\frac{B_{i,j,k}^{tiltak} - B_{i,j,k}^{referanse}}{B_{i,j,k}^{referanse}} \right] * Elastisitet(B)}$$

$B_{i,j,k}^{tiltak}$ står for befolkningen i tiltaksåret og $B_{i,j,k}^{referanse}$ for befolkningen i referanse-året. Fotskriftene i, j og k står for henholdsvis startstasjon, endestasjon og reisehensikt.

Det brukes altså en annen elastisitet for pris enn for de øvrige generaliserte kostnadene (reisetid inkl. trengselsulempe, ventetid, tilbringertid og bytteulempe).

Til forskjell fra andre norske elastisitetsmodeller (se avsnitt 5.1 og 5.2) bruker Trenklin en eksponentiell matematisk sammenheng. Fordelen med det er at to «små» forbedringer (2 ganger 1 minutt besparelse) får samme effekt som en tilsvarende «stor» besparelse (1 gang 2 minutter).

En ulempe med den valgte matematiske tilnærmingen er at en elastisitet på 1 ikke nødvendigvis tilsvarer en proporsjonal økning. For eksempel vil en elastisitet med hensyn til befolkning med verdi 1 ikke innebære at togturene øker proporsjonalt med befolkningen. Dette er illustrert i figuren under.



Figur 3.6: Antall turer som funksjon av befolkningsvekst ved befolningselastisitet 1 (default verdi) i elastisitetsmodellen til Trenklin.

Ved mindre endringer i befolkningen (kort tidsperiode) er predikert vekst i togturer i Trenklin nærmest proporsjonal med befolkningsveksten. For store endringer i befolkningen kan det være et betydelig avvik. Ved en doubling av befolkningen (på en gitt relasjon) vil antall turer på denne relasjonen øke med rundt 272 prosent.

Defaultverdi på 1 i Trenklin er spesifisert i «forutsetninger» i Trenklin 2.7, som vist i Tabell 3.3 under. Brukerne kan justere verdien, men med den gitte matematiske funksjonen er det ikke mulig å finne en elastisitetsparameter som er konsistent med proporsjonal vekst for alle mulige vekstrater.

Tabell 3.3 gjengir (de andre) elastisitetsparameterne i Trenklin. Også disse verdiene kan endres manuelt av brukerne om ønskelig.

Tabell 3.3: Standardverdier for elastisiteter i beregning av nye togreisende i Trenklin 2.7.

Priselastisitet	Priselastisitet	GK-elastisitet (uten pris)
Korte arbeidsreiser	-1	-1.5
Korte forretningsreiser	-1	-0.8
Korte fritidsreiser	-1	-1.5
Lange arbeidsreiser	-1	-1.6
Lange forretningsreiser	-1	-1.3
Lange fritidsreiser	-1	-1.6

Det empiriske grunnlaget for GK-elastisitetene er - ifølge JBV - basert på tre ulike kilder: «Metodehåndboka og tidligere praksis», PDFH utgitt av Association of Train Operating Companies (ATOC) og estimeringen av etterspørselsmodeller til Regional Transportmodell (RTM)⁵ Ut ifra det vi vet har JBV satt i gang et prosjekt for å oppdatere disse elastisitetene. Det er derfor å forvente at elastisitetsparameterne endres noe i kommende versjoner av Trenklin. JVB poenger at Trenklin ikke har blitt brukt til effektberegning av prisendringer, og at man ikke har vurdert priselastisitet av -1 nærmere (se vedlegg A).

3.6.4 Likevekter

Trenklin 2 beregner tre forskjellige likevekter. Disse er markert L1a, L1b og L2 i Figur 3.3.

- L1a: Likevekt mellom rutevalg og trengsel i referansescenario
- L1b: Likevekt mellom rutevalg og trengsel i tiltaksscenario
- L2: Likevekt mellom (nytt) antall togreisende og trengsel i tiltaksscenario

Med «likevekt» forstår man i Trenklin en situasjon der få reisende vil ombestemme seg fra en iterasjon til den neste. I teorien vil det ligne en såkalt Nash-likevekt der ingen angrer på sitt valg om ikke andre forandrer sitt. Verdien som definerer antall reisende som vil ombestemme seg kan justeres av brukeren. Om den settes for eksempel til verdi «100» så vil Trenklin stoppe itereringen når mindre enn 100 personer har ombestemt seg i siste iterasjon⁶. Den situasjonen tolkes da som en likevekt der rutevalg og totalt antall turer er tilstrekkelig stabile.

⁵ For versjon 1.8 har man prøvd å avlede elastisitetsverdier fra forskjellige RTM-kjøring (Aarhus mfl. 2013). Dette resulterte i til dels veldig høye elastisiteter for generaliserte kostnader (se tabell 3.4. på side 16 i Aarhus mfl. 2013). Det virker som om tallene har blitt betraktelig nedjustert i Trenklin 2 og at de aktuelle elastisitetene anses som mer realistiske enn de som var foreslått i versjon 1.8.

⁶ Om 100 er lite eller mye varierer selvfølgelig med konteksten, som for eksempel totalt antall reiser i analyseområdet.

At det ikke beregnes likevekt mellom antall togreiser og trengsel i referansescenarioet, impliserer at man antar at det totale antall turer i referansescenarioet allerede befinner seg i likevekt. I de tilfellene der Trenklin også brukes for å etablere referansescenarioet (for å beregne effekten av bundne prosjekter, se kapittel 4.1) virker dette å være en grei antagelse. Det samme kan tenkes når NSBs matriser brukes direkte (analyse for samme år), selv om det er noe uklart hvor stor «målefeil» det er i NSB matrisene. Når NSBs matriser framskrives med eksogene vekstrater uten egen Trenklin-kjøring kan det tenkes at denne antagelsen er noe mer usikker.

Som beskrevet i Ranheim (2016) er det vanskelig å bringe Trenklin i likevekt for rutevalg (L1b) og antall turer (L2) samtidig. I praksis varierer man derfor én ting (enten rutevalg eller totalt antall turer) per iterasjon.

3.6.5 Beregning av trafikantnytte

Etter Trenklin har kommet i likevekt beregnes trafikantnytte med «trapes-formelen» (se også begynnelsen av kapittel 5) basert på generaliserte kostnader (i likevekt) og antall «gamle» og «nye» togreiser (i likevekt). Boks 3.1. gjengir relevante koder i Trenklin.

Boks 3.1. Beregning av trafikantnytte i Trenklin 2.7 (Utklipp av VBA koden)

```
'Resultater Trafikantnytte
For k = 1 To HH
  For i = 1 To AST
    For j = 1 To AST
      Trafikantnytte = Trafikantnytte + (GJT_rel1(i, j, k) + Takst(1, i, j) * Rabattfaktorer(k) - GJT_rel2(i, j, k) -
      Takst(2, i, j) * Rabattfaktorer(k)) * Turmatrise(1, k, i, j)
      Trafikantnytte2 = Trafikantnytte2 + _
      (GJT_rel1(i, j, k) + Takst(1, i, j) * Rabattfaktorer(k) - GJT_rel2(i, j, k) - Takst(2, i, j) * Rabattfaktorer(k)) *
      (Turmatrise(2, k, i, j) - Turmatrise(1, k, i, j)) * 0.5
    Next j
  Next i
Next k
```

«Trafikantnytte» i Boks 3.1. tilsvarer trafikantnyttens for reisende som tar tog både før og etter tiltaket (gjengitt som «[Trafikantnytte] Referansetrafikk» i Figur 3.1). «Trafikantnytte2» (gjengitt som «[Trafikantnytte] Nyskapt og overført trafikk» i Figur 3.1) tilsvarer trafikantnyttens for overført eller bortfalt togtrafikk. Her brukes halvparten av endringen i generaliserte kostnader i tråd med trapes-formelen.⁷

Fotskriften i, j og k angir henholdsvis startstasjon, endestasjon og reisehensikt. Nyttens summeres altså over alle relasjoner og for alle tre reisehensikter. Dette er et mye mer detaljert nivå enn i Merklin (når Merklins elastisitetmodell brukes), noe som er nærmere beskrevet i avsnitt 5.2.

Takstmatriksen multipliseres med en rabattfaktor. Rabattfaktoren kan justeres av brukerne for hver reisehensikt. Standardverdier er vist i Tabell 3.2 (side 12).

⁷ «Trafikantnytte» tilsvarer altså firkanten og «Trafikantnytte2» trekanten i den typiske grafiske illustrasjon av endringen av konsumentoverskudd (Se for eksempel Figur 1.5 i JBV 2014; metodehåndbok).

4 Hvordan brukes Trenklin i NTP-arbeidet?

4.1 Trenklin i NTP (2018-2029)

Som beskrevet i kapittel 1 har RTM/NTM tradisjonelt blitt brukt i NTP-arbeidet, også i JBV. I den nyeste NTP (2018-2029) har JBV prøvd å bruke RTM/NTM, men man har endt opp med å bruke Trenklin som «hovedmodell»⁸. Tabellen nedenfor er spesifisert av TØI og utfylt av Kaja Voss i JBV. Den viser for hvilke prosjekter Trenklin har blitt brukt i NTP-arbeidet.

Tabell 4.1: Prosjekter for NTP-arbeid 2018-2027 der Trenklin har blitt brukt (tabellen er utfylt av Kaja Voss i Jernbaneverket).

NTP-prosjekt	Versjon av Trenklin	Beregnings-år(ene)	Etterspørsel for tog		Etterspørsel for øvrige transportmidler		Trafikkantnytteberegning	
			Referanse-scenario	Tiltaks-scenario	Referanse-scenario	Tiltaks-scenario	Tog-reisende	Andre reisende
R2027 Østlandet	2.8	2027 og 2050	Framskriving av NSB-passasjertall og tiltakseffekten av bundne prosjekter	Trenklin	Ikke beregnet	Antatt uforandret	Trenklin	Antatt uforandret
R2027 Jærbanen vendespor	2.8	2027 og 2050	Framskriving av NSB-passasjertall og tiltakseffekten av bundne prosjekter	Trenklin	Ikke beregnet	Ikke beregnet	Trenklin	Antatt uforandret
R2027 Vossebanen	2.8	2027 og 2050	Framskriving av NSB-passasjertall og tiltakseffekten av bundne prosjekter	Trenklin	Ikke beregnet	Ikke beregnet	Trenklin	Antatt uforandret
Ytre IC	En forenklet variant som ikke er rutemodellbasert, men frekvens og kjøretidsbasert	2022 og 2040	Framskriving av NSB-passasjertall og tiltakseffekten av bundne prosjekter (dvs. indre IC er i referanse)	Trenklin	Ikke beregnet	Ikke beregnet	Trenklin (allså den forenklete varianten)	Antatt uforandret

⁸ JBV beskriver prosessen i vedlegg A: «Jernbaneverket var nødt til å bruke RTM/NTM i tidligere runder med planarbeidet. Motivasjonen bak å utvikle en modell som Trenklin har derimot vært at RTM/NTM var utilstrekkelige for analyser av enkelte jernbanetiltak. Da arbeidet med grunnlagsdokumentet til NTP 2018-2029 begynte, etablerte og kalibrerte Statens vegvesen ved hjelp av konsulenter delområdemodeller fra RTM. Til tross for betydelig ressursbruk fra Statens vegvesens og konsulentenes side og konsultering av Jernbaneverket i denne prosessen, mislyktes leverandørene med å ferdigstille transportmodeller. Jernbaneverket kunne anse som tilstrekkelig for planlagte analyser av jernbanetiltak. Best egnet modell var til det tidspunktet Trenklin slik at vi konkluderte med å bruke dette verktøyet så langt som mulig og forsvarlig».

Angående framskriving av NSBs matriser presiserer Kaja Voss i JBV (epost datert 15 Januar 2016): «Utgangspunktet for etterspørselen er observert referansetraffikk, altså OD-matriser fra NSB for 2013/2014. Dersom det er bundne prosjekter, slik som indre IC, har vi beregnet tiltakseffekten av å innføre indre IC, sammenlignet med i dag for å få en referansetraffikk som samsvarer med referansetilbudet. Helt konkret: vi har gjort en kjøring med tilbudet som korresponderer til trafikkgrunnlaget (2013-tilbud for 2013-traffikk) i referanse og de bundne tilbudsforbedringene i tiltak, der det nye tilbudet med indre IC er kodet i tiltak. Modellen har også befolkningsvekst i det aktuelle tidsrommet inne.»

Denne prosedyren er nærmere omtalt i kapittel 7.

Patrick Ranheim presiserte at versjon 2.7 blir brukt for Vossebanen (og ikke versjon 2.8, som indikert i Tabell 4.1). I følge Patrick Ranheim er det liten forskjell mellom versjon 2.7 og 2.8.

4.2 Bruk av Merklin basert på resultater fra Trenklin

Som beskrevet i kapittel 2, er Trenklin alene ikke egnet for en full nytte-kostnadsanalyse. Ved siden av billettinntekter som inngår i operatørnytt, er trafikantnytt knyttet til togreisende (avsnitt 3.6.5) den eneste nytte-komponenten som beregnes i Trenklin.

Trenklin beregner nye (eller bortfalte) togturer med elastisitetsmodellen (se avsnitt 3.6.3), men beregner ikke hvor disse reiser kommer fra (går til).

Oppdeling i nyskapt og overført trafikk og oppdeling av overført trafikk på forskjellige transportformer, er viktig informasjon for beregning av eksterne effekter (ulykkeskostnader, støy, utslipp, kø-reduksjon). Siden etterspørselsberegningen i Trenklin antas mer presis enn i elastisitetsmodellen i Merklin, brukes antall nye (eller bortfalte) passasjerkilometer beregnet i Trenklin som utgangspunkt, og det brukes faste satser for å dele disse passasjerkilometerne i nyskapt trafikk og overført trafikk fra bil, buss gang/sykkel eller fly. De faste satsene vi i ulik grad stemmer med virkeligheten. I virkeligheten vil satsene være følsomme for type tiltak og hvor i landet tiltaket er. Tabell 4.2. gjengir satsene i Merklin, som også har blitt brukt i NTP-arbeidet.

Tabell 4.2: Satser for overført og nyskapt trafikk i arket «fellesforutsetning» i Merklin.

Endringer i trafikkvolum, fordeling på overført og nyskapt trafikk.

[Andeler (%)]	Arbeidsreiser, under 50 km	Fritidsreiser, under 50 km	Forretningsreiser, under 50 km	Arbeidsreiser, over 50 km	Fritidsreiser, over 50 km	Forretningsreiser, over 50 km
(93) Overført fra bil	60.0 %	60.0 %	60.0 %	60.0 %	60.0 %	60.0 %
(94) Overført fra buss	15.0 %	15.0 %	15.0 %	15.0 %	15.0 %	15.0 %
(95) Overført gang/sykkel (Over 50 km: Fly)	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
(96) Nyskapt trafikk	25.0 %	25.0 %	25.0 %	25.0 %	25.0 %	25.0 %

Som Kaja Voss i JBV presiserer, [er] *køkostnader og andre tredjepartskomponenter [...] delvis avhengig av om etterspørselen er i by eller landlige strøk. Dette beregner Trenklin og gir en oversikt over personkm overført i by/ land/ tettbygd strøk etter at stasjonene er forhåndsdefinert i disse kategoriene. På denne måten får vi et bedre grep om hvor nyskapt/ overført trafikk kommer fra og får en mer presis verdsetting av tredjepartseffekter.*» (e-post 16. Januar 2016).

Satsene i Tabell 4.2. brukes ikke for å «dele opp» nytten av overført trafikk etter transportmidler. Magnus Våge Knutsen i JVB skriver (24.2.2016): *Når vi bruker resultater fra Trenklin i Merklin, overstyrer vi nytteberegningene i Merklin manuelt og benytter årlig trafikantnytte fra Trenklin i stedet. Det vil si at nytte for eksisterende trafikk på jernbane og overført trafikk tas direkte fra Trenklin-resultatene.*

5 Konsistens mellom Trenklin 2 og andre verktøy/modeller

I dette kapittel gis en beskrivelse og vurdering av konsistens mellom Trenklin og andre modellverktøy som er i bruk i NTP-arbeidet.

I alle modeller omtalt i denne rapporten beregnes trafikantnytten basert på konsumentoverskuddene (KO) og med «trapes-formelen». Endring i netto trafikantnytte (for et gitt transportmiddel) er beregnet slik:

(2) Endring i (netto) trafikantnytten =

$$\sum_{OD} \Delta KO_{OD} = \sum_{OD} (0,5 * (GK_{0,OD} - GK_{1,OD}) * (T_{0,OD} + T_{1,OD}))$$

der

$GK_{0,OD}$ er gjennomsnittlig generalisert reisekostnad for relasjon OD før tiltaket

$GK_{1,OD}$ er gjennomsnittlig generalisert reisekostnad for relasjon OD etter tiltaket

$T_{0,OD}$ er antall turer for relasjon OD før tiltaket

$T_{1,OD}$ er antall turer for relasjon OD etter tiltaket

I tillegg til «origin og destinasjon» (start- og sluttzone) kan OD også være oppdelt i segmenter (reishensikter, aldersgrupper osv.)

Generaliserte kostnader er en funksjon av forklaringsvariabler («Level-of-Service») som reisetid, billettpriser osv. og deres verdsetting eller betalingsvillighet (WTP).

(3) $GK_{OD} = \sum_k WTP_k * X_{k,OD}$

der $X_{k,OD}$ representerer den gjennomsnittlige verdi for relasjon OD for variabel k .

Resultater av trafikantnyttberegningen vil derfor avhenge av:

- Etterspørselsberegningen ($T_{0,OD}$, $T_{1,OD}$). Det er mange faktorer som påvirker etterspørselsberegningen, som generell metodikk, matematisk modell, etablering/framskriving av referansetrafikken, aggregeringsnivå og verdi av de ulike parameterne. Se avsnitt 5.1.
- Aggregeringsnivå (OD) i nytteberegningen. Jo finere aggregeringsnivå, desto mer presist representerer gjennomsnittsverdiene ($X_{k,OD}$) de faktiske forholdene på relasjon OD og desto mer presist beregnes den samlede nytten som summen av nytte over alle relasjoner. Se avsnitt 5.2.1.
- Elementer ($X_{k,OD}$) som inngår i nytteberegningen (generaliserte kostnader). Se avsnitt 5.2.2.
- Verdsetting (WTP_k) av elementer i generaliserte kostnader. Se avsnitt 5.2.3 og 5.3.

Merk at i Trenklin er $T_{1,OD}$ en funksjon av $GK_{0,OD}$ og $GK_{1,OD}$; samtidig som $GK_{1,OD}$ ($GK_{0,OD}$) – via trengsel – er en funksjon av $T_{1,OD}(T_{0,OD})$.

Samme funksjonelle sammenhenger gjelder i RTM for bil i købelastete områder, men i RTM vil generaliserte kostnader $GK_{1,OD}$ ($GK_{0,OD}$) for tog være uavhengig av etterspørselen $T_{1,OD}(T_{0,OD})$.

5.1 Konsistens i etterspørselsberegning?

Etterspørselsberegningen er en helt sentral størrelse i nytteberegningen. Forenklet sagt bestemmer den hva endringer i generaliserte kostnader skal ganges med.

Først gir vi en kort redegjørelse for andre elastisitets-/etterspørselsmodeller som er relevante for strategisk planlegging. I avsnitt 5.1.1-5.1.3 er fokuset på generell metodikk og matematisk modellering i EFFEKT, Merklin og RTM/NTM. Avsnitt 5.2 omtaler aggregeringsnivå og hvilke variabler/parametere som inngår. Avsnitt 5.3 ser mer detaljert på tidsverdien i Trenklin og sammenligner tidsverdivekter med nye empiriske funn.

5.1.1 Elastisitetsmodell i EFFEKT

EFFEKT er et nyttekostnadsverktøy for veiprojekter.

Tabell 5.1 viser forskjellige typer prosjekter og hvilke verktøy Statens Vegvesen (SVV) anbefaler å bruke.

Tabell 5.1: SVVs forslag til analyseverktøy for (vei-)prosjekter (kilde SVV (2015) 364, side 6).

Situasjon mht. tiltak	Trafikale virkninger	Aktuelle analysemetoder	Forslag til analyseverktøy
A. Tiltak på enkeltstrekning	Påvirker ikke trafikkbildet	Trafikkregistreringer, trafikkprognoser	EFFEKT
B. Tiltak på lenker i lite vegnett	Entydige endringer i reiserute	Trafikkregistreringer, trafikkprognoser	EFFEKT
C. Tiltak på veglenker i større vegnett	Komplekse endringer i valg av kjørerute	Transportmodell med faste kjøretøymatriser	Aimsun, Cube/RTM og EFFEKT
D. Tiltak i transport-system som påvirker reisemønster	Endringer i tur-produksjon, valg av reisemål eller valg av reisemåte	Transportmodell med tiltaksavhengig transportmønster	Cube/RTM, Trafikantnyttmodul, Kollektivmodul og EFFEKT
E. Tiltak i transportsystem som påvirker lokaliseringsmønster	Endringer i lokaliseringsmønster og transportmønster	Ingen standardisert metode	Cube/RTM, Trafikantnyttmodul, Kollektivmodul og EFFEKT aktuelle for delanalyser

EFFEKT inkluderer i utgangspunktet ikke en etterspørselsmodell og det anbefales å bruke RTM for store prosjekter der man forventer en betydelig endring i etterspørselen (for eksempel transportmiddelvalg).

Dessuten har det blitt inkludert en modul i EFFEKT (fra og med versjon 6.5) som beregner ny trafikk (nyskapt og overført trafikk⁹) på en lenke, der generaliserte kostnader endrer seg som følge av et tiltak. Bruk av denne modulen er mest aktuelt for situasjon «B» (hvor det ikke brukes transportmodeller). Beregningen av trafikk ved tiltak er basert på trafikk før tiltak, endring i generalisert kostnad og en elastisitetsparameter.

⁹ I dokumentasjonsrapporten av beregningsmodulen Effekt 6.6 omtales det som «nyskapt trafikk» men det kan også inkludere overført trafikk.

Den matematiske likningen i elastisitetsmodellen i Effekt er (SVV rapport 364):

$$(4) \quad T_1 = T_0 * \left(\frac{GK_1}{GK_0}\right)^{E_{GK}}$$

T_1 = trafikk med tiltak, T_0 = trafikk uten tiltak, GK_1 = generaliserte kostnader med tiltak

GK_0 = generaliserte kostnader uten tiltak E_{GK} = elastisitetsparameteren for generaliserte kostnader

I EFFEKT brukes altså ingen eksponentiell funksjon som i Trenklin (ligning 1). Fordelen ved denne løsningen er at en elastisitetsparameter lik 1 tilsvarer en proporsjonal vekst (mens det ikke er gitt i Trenklin, som påpekt i avsnitt 3.6.3.)

EFFEKT er etablert med tanke på veiprosjekter hvor tiltakene først og fremst berører bilister (og i mindre grad busser). Sammensetningen av generaliserte kostnader vil derfor variere mellom EFFEKT og Trenklin/Merklin ut fra tiltakets natur. 100 prosent konsistens er derfor ikke mulig og heller ikke hensiktsmessig, og i praksis vil man ikke ha et valg mellom Effekt og Trenklin siden førstnevnte bare fungerer for veiltak og sistnevnte bare for togtiltak.

5.1.2 Elastisitetsmodell i Merklin

Mens EFFEKT er SVVs primære nytte-kost-verktøy, er Merklin Jernbaneverkets verktøy for å beregne nytte- og kostnadseffekter.

I arket «Trafikkdata» i Merklin spesifiserer man antall togreiser og (gjennomsnittlige) kjennetegn (reisetiden, tilbringertiden, ventetid osv.) ved referansescenarioet. I samme ark spesifiseres (gjennomsnittlige) kjennetegn ved tiltaksscenarioet.

Tabell 5.2 illustrerer en hypotetisk scenariospesifisering (reduksjon av gjennomsnittlig reisetid fra 10 til 9 minutter) i Merklin (versjon Oktober 2015), med beregning av nye togreiser per år med elastisitetsmodellen.

Tabell 5.2: Scenariospesifisering for elastisitetsmodellen i Merklin (reduksjon av gjennomsnittlig reisetid fra 10 til 9 minutter).

Togreiser, reiselengde inntil 50 km, Referanse					Togreiser, reiselengde inntil 50 km, Utbygging					
Referanse, 2018.	Arbeidsreiser	Fritidsreiser	Forretningsreiser	SUM	Utbygging, 2018.	Arbeidsreiser	Fritidsreiser	Forretningsreiser	SUM	Endring
(1) Trafikk [antall reiser pr.år]	1 000	2 000	100	3 100	(1) Trafikk [antall reiser pr.år]	1 022	2 037	103	3 161	61
(2) Gjennomsnittlig reisetid [tt:mm:ss]	00:10:00	00:10:00	00:10:00	00:10:00	(2) Gjennomsnittlig reisetid [tt:mm:ss]	00:09:00	00:09:00	00:09:00	00:09:00	- 1.00 (min)
(3) Gjennomsnittlig gangtid [mm:ss]	5:00	5:00	5:00	5:00	(3) Gjennomsnittlig gangtid [mm:ss]	5:00	5:00	5:00	5:00	-
(4) Andel (%) med minst 2 avganger pr. time	20 %	20 %	20 %	20 %	(4) Andel (%) med minst 2 avganger pr. time	20 %	20 %	20 %	20 %	0 %
(5) Gjennomsnittlig avgangshyppighet for disse:	8.00	8.00	8.00	8.00	(5) Gjennomsnittlig avgangshyppighet for disse:	8.00	8.00	8.00	8.00	-
(6) Andel (%) med [1 - 2 > avganger pr. time	50 %	50 %	50 %	50 %	(6) Andel (%) med [1 - 2 > avganger pr. time	50 %	50 %	50 %	50 %	0 %
(7) Gjennomsnittlig avgangshyppighet for disse:	3.00	3.00	3.00	3.00	(7) Gjennomsnittlig avgangshyppighet for disse:	3.00	3.00	3.00	3.00	-
(8) Andel (%) med mindre enn 1 avganger pr. time	30 %	30 %	30 %	30 %	(8) Andel (%) med mindre enn 1 avganger pr. time	30 %	30 %	30 %	30 %	0 %
(9) Gjennomsnittlig avgangshyppighet for disse:	1.00	1.00	1.00	1.00	(9) Gjennomsnittlig avgangshyppighet for disse:	1.00	1.00	1.00	1.00	-
(10) Vektet gjennomsnittlig ventetid [mm:ss]:	27:30	27:30	27:30	27:30	(10) Vektet gjennomsnittlig ventetid [mm:ss]:	27:30	27:30	27:30	27:30	-
(11) Gjennomsnittlig forsinkelsestid	00:00	00:00	00:00	00:00	(11) Gjennomsnittlig forsinkelsestid	00:00	00:00	00:00	00:00	-
(12) Gjennomsnittlig antall omstigninger:	-	-	-	-	(12) Gjennomsnittlig antall omstigninger:	-	-	-	-	-
(13) Gjennomsnittlig reiselengde [km]	-	-	-	-	(13) Gjennomsnittlig reiselengde [km]	-	-	-	-	-
(14) Reisekostnader [kroner pr. reise]	15.34	20.81	26.29	19.22	(14) Reisekostnader [kroner pr. reise]	15.34	20.81	26.29	19.22	-
(15) Andre kostnader [kroner pr. reise]	-	-	-	-	(15) Andre kostnader [kroner pr. reise]	-	-	-	-	-
(16) Generaliserte kostnader [kroner pr. reise]	61.65	57.20	340.57	67.78	(16) Generaliserte kostnader [kroner pr. reise]	60.56	56.34	333.17	66.63	-1.14
(17) Ventetid 0 - 15 minutter	213	425	21	659	(17) Ventetid 0 - 15 minutter	213	425	21	659	-
(18) Ventetid 15 - 30 minutter	33	67	3	103	(18) Ventetid 15 - 30 minutter	33	67	3	103	-
(19) Ventetid over 30 minutter	-	-	-	-	(19) Ventetid over 30 minutter	-	-	-	-	-

Elastisitetsmodellen i Merklin beregner generaliserte kostnader i referanse- og tiltaksscenariet (linje «(16)» i Tabell 5.2), basert på angitt gjennomsnittlig reisetid, ventetid, bytteulempe og reisekostnad i hvert av scenarioene. I arket «fellesforutsetninger» i Merklin ligger en antagelse om elastisitetsparametrene (Tabell 5.3) som brukes i beregningen. Disse kan tilpasses av brukerne.

Tabell 5.3: Standard (default) verdier i arket «fellesforutsetninger» i Merklin.

Elastisitet mhp endring i Generaliserte Kostnader, persontrafikk

	Arbeidsreiser	Fritidsreiser	Forretningsreiser
(97) Reiser med reiselengde inntil 50 km	-1.20	-1.20	-1.20
(98) Reiser med reiselengde over 50 km	-1.50	-1.50	-1.50

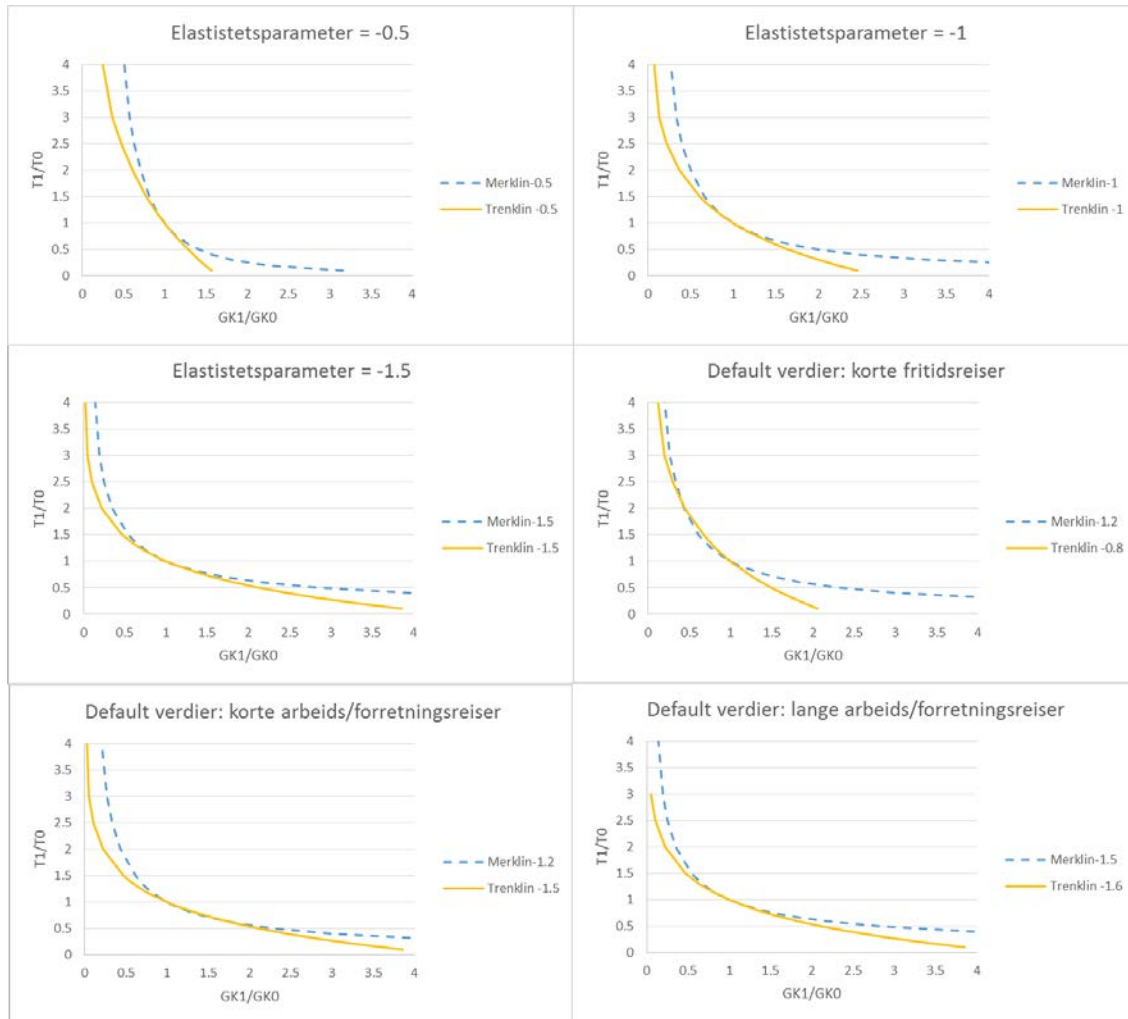
Dokumentasjon av Merklin (Vista Analyse 2014) gjengir ikke den matematiske ligningen i elastisitetsmodellen, men ut fra Excel-filen kan man legge til grunn at følgende matematiske formulering brukes¹⁰:

$$(5) \quad T_1 = e^{E_{GK}(\ln(GK_1) - \ln(GK_0)) + \ln(T_0)} = T_0 * \left(\frac{GK_1}{GK_0}\right)^{E_{GK}}$$

Dette er altså samme matematiske funksjon som i EFFEKT (ligning 4), men en annen enn den som brukes i Trenklin (ligning 1).

De ulike matematiske ligningene medfører at man ved samme endring i generaliserte kostnader og med samme elastisitetsparametrene, vil predikere forskjellige etterspørselseffekter i Merklin og Trenklin. Dette er illustrert i Figur 5.1.

¹⁰ Formelen i cellen er =HVIS(C\$7>0;EKSP(GKElastisitetKorteArbeid*(LN(I\$22)-LN(C\$22))+LN(C\$7));0)



Figur 5.1: Relativ endring i antall togreisende som funksjon av relative endringer i generaliserte kostnader. Sammenligning av Merklin og Trenklin.

I Merklin kan man også velge å importere etterspørselsberegninger fra RTM/NTM. I så fall bruker man ikke elastisitetmodellen i Merklin.

At Merklin ikke tar med trengsel (påslag på tidsverdien avhengig av sitteplass og belegg), og at det er et grovere aggregeringsnivå i Merklin enn i Trenklin, er nærmere beskrevet i avsnitt 5.2.

5.1.3 Etterspørselsberegning i RTM (TraMod_by) og NTM

RTM og NTM er tverretatlige transportmodeller for henholdsvis korte og lange reiser i Norge.

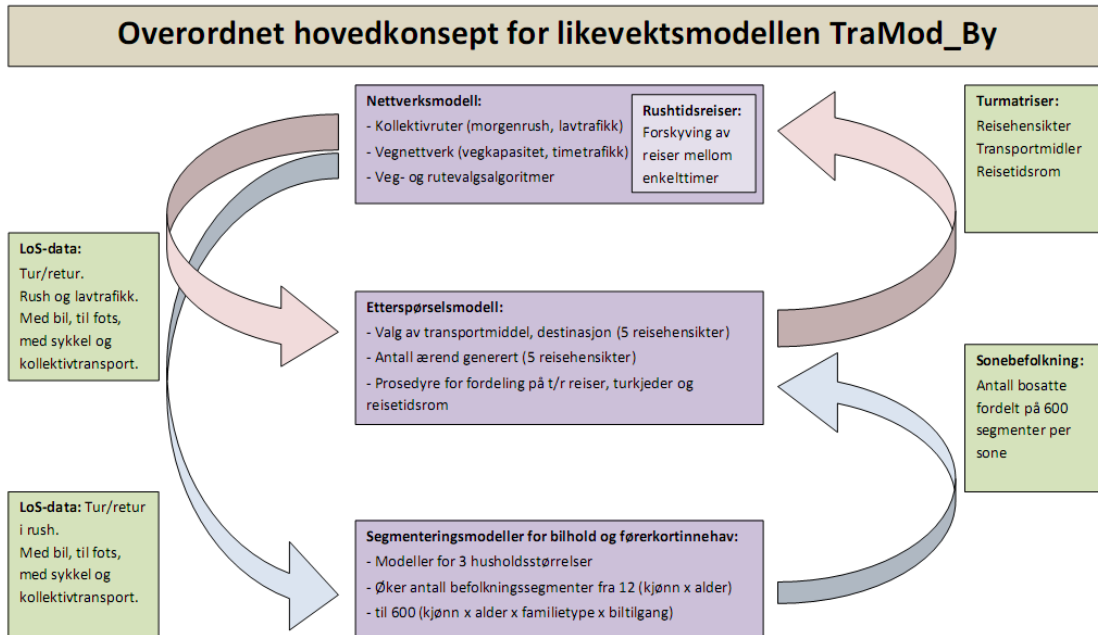
TraMod_by (Rekdal et al 2012a) er den underliggende etterspørselsmodellen i RTM. NTM6 har en egen etterspørselsmodell som ligner TraMod_by i generell metodikk og dataflyt. Skillet mellom RTM og NTM6 er reiselengden på 7 mil. Fokuset i den følgende beskrivelse er på TraMod_by.

Det er store metodiske forskjeller mellom TraMod_by og Trenklin.

En elementær forskjell er at TraMod_by er en turgenererende modell, mens Trenklin er en inkrementell modell som beskrevet i avsnitt 2. Det innebærer at referansetrafikken i TraMod_by beregnes i en egen modellkjøring og ikke legges eksogent inn i modellen som i Trenklin.

TraMod_by består grovt sett av en modell for turgenerering og en modell for valg av transportmiddelvalg og destinasjonsvalg.

Kompleksiteten i modellsystemet økes ytterligere ved at etterspørselsmodellen er koblet opp mot en nettverksmodell (der rutevalg og reisetider beregnes i en egen likevekt) og en segmenteringsmodell for bilhold (Figur 5.2).



Figur 5.2: Grove trekk i dataflyten i RTM (kilde Rekadal m.fl. 2012b).

RTM tar utgangspunkt i folketallet fordelt på et nokså detaljert sonesystem, med informasjon om aldersfordeling på befolkningen i hver enkelt grunnkrets. Befolkningsvekst i RTM er basert på framskrivninger fra SSB, hvor det er vanlig å anta det midlere alternativet (MMMM-alternativet). I de siste grunnprognosene er SSBs befolkningsframskrivning fra 17. juni 2014 benyttet (Madslie et al 2014).

En begrensende faktor i TraMod_by er at kollektivreiser er en felles kategori i etterspørselsmodellen. Det setter begrensninger for i hvilken grad man kan ta med «egne» attributtverdier (LoS-variabler) for tog og buss. Dette er videre beskrevet i Hulleberg og Flügel (2016). Etterspørselseffekten til tog vil i RTM også avhenge av nettverksutlegging. En detaljert beskrivelse av rutevalg i RTM/Cube finnes i Steinsland (2012).

En annen svakhet i TraMod_by er at nettverksmodellen ikke tar hensyn til kapasiteten i kollektivtransporten. Det er derfor ikke mulig å kvantifisere trengselsnivået med utgangspunkt i modellen. Brukeren må eventuelt gjøre egne grep i analysene for å ta hensyn til dette.

Beslutningene som beregnes i TraMod_by er reisefrekvens (hvor ofte man reiser), transportmiddelvalg (hvilket transportmiddel man tar) og destinasjonsvalg (til hvilken sone reisen går). I den påkoblede nettverksmodellen (transportavviklingsmodell) beregnes også rutevalg, dvs. hvilke rutevalg bilister gjør og hvilke kollektivruter som benyttes.

I motsetning til Trenklin er parameterne i atferdsmodellen i TraMod_by (for reisefrekvens, transportmiddel og destinasjonsvalg) basert på estimater fra disaggregerte reisevanedata (RVU). De underliggende parameterne i etterspørselsmodelleringen er nærmere beskrevet i avsnitt 5.2.2.

5.2 Aggregeringsnivå, nytteelementer og grunnlag for parameterverdier i modellene

Aggregeringsnivå, hvilke nytteelementer som inngår i generaliserte kostnader og parameterverdier/verdsetting er viktige faktorer i både etterspørselsmodellering og nytteberegning, og vi velger derfor å omtale disse i samme avsnitt. Trenklin bruker dessuten samme metodikk for etterspørsels- og nytteberegning. Det vil si at aggregeringsnivå, sammenstilling og intern vektning av elementer i generaliserte kostnader er identisk i etterspørselsmodellen (atferdsmodell) og i nytteberegningen.

5.2.1 Aggregeringsnivå

Det brukes ulike aggregeringsnivå i de omtalte modellverktøyene. Dette er sammenfattet i Tabell 5.4.

Tabell 5.4: Oversikt over aggregeringsnivå i forskjellige modellverktøy.

Aggregeringsnivå	Merklin	Trenklin 2.7	RTM/trafikanntnytte modul
I egen elastisitets-/ etterspørselsmodell	På strekningsnivå (lav detaljeringsgrad)	Stasjonsrelasjoner (mer detaljert enn Merklin)	Grunnkrets nivå (detaljert)
Aggregering på tidsdimensjon	Døgn eller år	Minutt	Døgn (valgfritt inndelt i rush og ikke-rush)
I nytteberegning basert på interne etterspørselsberegninger	På strekningsnivå	Stasjonsrelasjoner	Grunnkrets nivå ved hjelp av trafikanntnytte modulen
I nytteberegning basert på etterspørselsberegninger fra RTM/NTM)	Modul som mellomledd mellom RTM og Merklin; Appen «aggregerer fra grunnkrets til stasjonssoner	Ikke mulig	-

Elastisitetsmodellen i Merklin har grovest aggregeringsnivå i etterspørselsmodellen. Den geografiske oppdelingen er typisk kun på strekningsnivå. Det segmenteres i tre reisehensikter og to reiselengder (over og under 50 km). Innenfor segmentene brukes altså grove gjennomsnitt (for eksempel gjennomsnittlig reisetid på reiser over 50 km for strekningen Oslo S - Skien). Siden etterspørselsmodeller er ikke-lineære modeller, vil ikke den gjennomsnittlige effekten av en endring i for eksempel reisetid for et segment være lik effekten av den gjennomsnittlige endringen i reisetid. Dette avviket, eller aggregeringsfeilen, er større jo større variasjonen i reisetid er. Antagelsen i Merklin om at alle reisende (innfor et av de seks segmentene) har samme generaliserte kostnader er altså en forenkling som kan redusere presisjonen i beregningen.

Aggregeringsnivået i Trenklin er basert på togstasjonsrelasjoner og er dermed mer finkornet enn i Merklin. Trenklin skiller også mellom avganger og tar hensyn til variasjon over dagen. Aggregeringsnivået for tidsdimensjonen i Trenklin 2.7 er altså veldig lavt og langt bedre enn i de andre verktøyene.

RTM og trafikanntnytte modulen er basert på et sonesystem på grunnkrets nivå. Med rundt 14 000 soner over hele landet må dette ansees som et relativt detaljert aggregeringsnivå som gir grunnlag for relativt presise beregninger av etterspørsel og trafikanntnytte.

Det må bemerkes at et fint aggregeringsnivå bare vil føre til mer nøyaktige beregninger hvis inndataene er hentet fra det samme aggregeringsnivået. Måten Level-of-Service (LoS) genereres på i RTM er forskjellig fra Trenklin. Reisetid for tog leses for eksempel Trenklin direkte fra rutetabeller. I RTM, der LoS genereres for kollektiv samlet, vil reisetiden være et slags vektet gjennomsnitt av relevante kollektivruter.

5.2.2 Hvilke nytteelementer inngår i generalisert kostnad?

En åpenbar inkonsistens mellom resultater fra to ulike modeller kan være at modellene inkluderer forskjellige nytteelementer i sammensetningen av generaliserte kostnader (GK). I vurdering av et tiltak som innebærer en endring av en bestemt LoS-variabel vil modellene gi forskjellige svar hvis den ene modellen inkluderer denne variabelen og den andre ikke gjør det.

Tabell 5.5 gir en oversikt over typiske variabler som inngår i etterspørsels- og/eller trafikantnytteberegning i aktuelle modellverktøy.

Tabell 5.5: Sammenligning av elementer som inngår i generaliserte kostnader i elastisitet- etterspørselsmodeller.

	Merklin (tog)	Trenklin (tog)	RTM (kollektiv samlet)
Takster	Ja, inngår i GK	Ja (eget ledd i elastisitet-modell)	Ja**
Reisetid	Ja, inngår i GK	Ja, inngår i GK	Ja **
Tilbringertid	Ja, inngår i GK	Ja, inngår i GK	Ja **
Ventetid ut fra frekvens	Ja, inngår i GK	Nei	Ja **
Skjult ventetid (i forhold til ønsket ankomsttid)	Nei	Ja, inngår i GK	Nei
Bytteulempe	Ja, inngår i GK	Ja, inngår i GK	Ja **
Ventetid ved bytting	Kan legges inn manuelt	Ja, inngår i GK	Ja ** forskjellen mellom totale og første ventetid
Trengsel	Nei *	Ja, i form av vektor og påslag i tidsverdien	Nei
Forsinkelseskostnader	Kan legges inn manuelt	Nei	Nei

*Reduserte køkostnader for biltrafikk tas med i beregningene i Merklin med faste enhetspriser som multipliseres med overført trafikk fra bil;

** eget ledd i nyttefunksjoner til kollektivtransport; ikke mulig å ha forskjellige takster for tog og buss.

Tolkning og beregningsmåte for ventetid er ulik i Trenklin og andre modeller. I Trenklin er ventetid definert som «tiden som skiller faktisk og ønsket ankomsttid for den reisende» (Ranheim 2016). Ventetiden beregnes altså ikke ut fra tiden mellom avganger (frekvensen) men tar utgangspunkt i den (syntetiske) fordelingen av personenes ønskede ankomsttid (se avsnitt 3.5) og ankomsttid ifølge rutetabeller. Vi har ikke hatt anledning å undersøke dette nærmere i dette prosjektet.

Trenklin er den eneste modellen som inkluderer trengselsulemper i etterspørselsmodelleringen. Et tiltak som reduserer trengselsnivået vil – andre ting likt – komme «bedre ut» i Trenklin enn ved bruk av andre modeller.

Man kan argumentere for at kostnadene som inkluderes skal være de samme i vei- og togprosjekter. Siden Trenklin tar med trengelskostnader i form av høyere tidsverdier for ståplasser og økende tidsverdi med økende belegg, så burde EFFEKT også ta med køkostnader i etterspørselsberegningen. For tiden er det flere prosjekter i etatsprogrammet «Bedre By» som jobber for å inkludere slike kostnader i nyttekostnadsanalyser av veitiltak.

5.2.3 Grunnlag for parameterverdier

Selv om variablene som inngår i generaliserte kostnader er de samme og er likt definert i to modeller, vil effekten av endringer i variablene likevel bli forskjellig hvis forskjellige parameterverdier brukes. Med parameterverdier mener vi koeffisienter i nyttefunksjoner eller betalingsvillighet målt i kroner («WTP» i ligning (3)) i funksjoner for generaliserte kostnader.

Koeffisienter i nyttefunksjonen må sees i sammenheng med den underliggende atferdsmodellen. Kravet om like koeffisienter er vanskelig å oppfylle når modellene har ulike metodiske utgangspunkt og framgangsmåter. Det er heller ikke hensiktsmessig.

Det er ønskelig at koeffisientene som brukes i etterspørselsmodellering er estimert ved hjelp av empiriske data. I den sammenheng kan det argumenteres for at data helst skal komme fra Norge og ikke være fra alt for langt tilbake i tid. Hvis en overfører parameterverdier fra utenlandske studier er det mindre sikkert at resultatene er gyldige for det tilfellet der de anvendes.

Fra tid til annen diskuteres det i hvilken grad det er ønskelig å ha samme parametere (for eksempel tidsverdi) i etterspørselsmodellen og i nytteberegningene. Man kan argumentere med at etterspørselsmodellen skal bruke de parametere som mest presist predikerer atferden til en spesiell gruppe (togreisende på aktuell relasjon), mens parametere i nytteberegningen mest mulig presist skal fange opp den sosiale velferdsfunksjonen. Det første er en positiv betraktning mens det andre er en normativ betraktning. Det kan for eksempel være grunn til å segmentere tidsverdien i etterspørselsmodelleringen, mens den ikke segmenteres i nytteberegningen ut fra hensyn til likhet (Flügel 2014).

Trenklin bruker samme parameterverdier i etterspørselsberegninger og i nytteberegninger. Dette omtales som en fordel med Trenklin og det vises til regneeksempler der ulike parametere i atferdsmodellering og evaluering kan være til ulogiske trafikantnytteberegninger (Ranheim 2016). Fordelen med å utelukke slike ulogiske resultater i Trenklin må avveies med antagelsen om at parametere i den samfunnsøkonomiske betraktninger og/eller velferdsvurderinger også gjelder atferden (og omvendt) kan være restriktiv. Dette gjelder for eksempel tidsverdien for forretningsreiser. Her er offisiell tidsverdi på 468 kr basert på samfunnsøkonomiske betraktninger (brutt-lønnskostnad for arbeidsgiver) og representerer ikke nødvendigvis atferden for enkeltreisende. Vi viser også til den generelle teorien i transportøkonomi og den internasjonale litteraturen der det skilles mellom den «personlige» og den «sosiale» tidsverdien (for eksempel «subjective versus social value of time», Jara Diaz 2007).

Tabell 5.6 illustrerer det empiriske grunnlaget for de omtalte modellene.

Tabell 5.6: Type modell og empiriske grunnlag for parameterne.

	Elastisitets-/Etterspørselsmodell	Verktøy for nytteberegning
EFFEKT		← Håndbøker (Verdsettingsstudien)
Merklin		← Håndbøker (Verdsettingsstudien)
Trenklin	Verdsettingsstudien, trengselskostnader fra britisk meta-studie	→
RTM/NTM6 pluss trafikantnyttmodul	Estimert på RVU i forbindelse med etablering/reestimering av modellen	Verdsettingsstudien

Pilene indikerer utgangspunktet i modellene/verktøyene. EFFEKT og Merklin er i utgangspunktet verktøy for nytte-kostnadsberegning. For å beregne nytteverdier (trafikanntnytt) tar man utgangspunkt i enhetsverdier; de fleste av disse har sitt empiriske opphav i verdsettingsstudier. De samme enhetspriser brukes også ved etterspørselsberegning i EFFEKT og Merklin (elastisitetsmodeller).

Trenklin er i utgangspunktet en etterspørselsmodell, derfor går pilene i motsatt retning. Modellen er ikke empirisk estimert og man bruker enhetspriser fra ulike verdsettingsstudier som atferdsparametere i modellen (Se avsnitt 5.3.2). De samme enhetsprisene brukes også i nytteberegning, som indikert ved pilen.

RTM/NTM er etterspørselsmodeller der de fleste atferdsparametere er estimert ved hjelp av empiriske data fra i RVU. Når man gjør en nytteberegning i etterkant bruker man som regel trafikantnyttmodulen (eller overfører resultatene til Merklin eller EFFEKT) hvor det brukes enhetspriser fra verdsettingstudien. Disse enhetspriser stemmer ikke overens med atferdsparametere (derfor ingen pil).

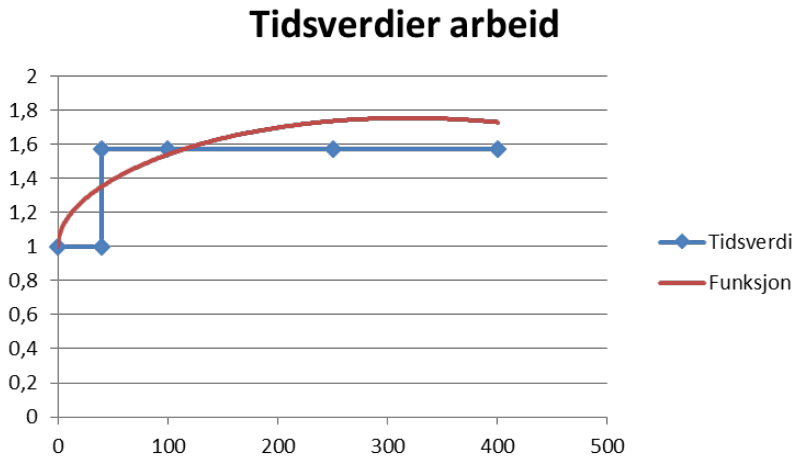
5.3 Vurdering av tidsverdi og trengselspåslag i Trenklin 2

Tidsverdien omtales i et eget avsnitt, siden den typisk er den viktigste parameteren både i etterspørselsmodeller og i nytteberegning.

Avsnitt 5.3.1 forklarer hvordan Trenklin tilpasser tidsverdien etter reiseavstand. I avsnitt 5.3.2 går vi dypere inn i trengselsvekter/trengselspåslag, som tidligere er omtalt i avsnitt 3.6.2.

5.3.1 Hvordan tidsverdien avhenger av reiseavstand/reisetid

Det brukes ikke noe fast skille mellom kort og lange reiser i Trenklin. I stedet for den tradisjonelle inndelingen i lange og korte reiser (ved 50 km i metodehåndboken til JBV), er tidsverdien en kontinuerlig funksjon av reisetiden, basert på omregning der 50 kilometer tilsvarer 40 minutter (Ranheim 2016).



Figur 5.3: Eksempel på tidsverdifunksjon i Trenklin (tidsverdivekt som funksjon av reisetiden). Kilde Ranheim (2016).

Dette fører til en viss inkonsistens i forhold til andre modeller (og anbefalinger i håndbøker) i og med at Trenklin bruker en høyere tidsverdi for korte reiser (under 50 km eller 40 minutter) og for lange reiser, mens den fører til en lavere tidsverdi (gitt andre ting likt) for mellomlange reiser.

En lignende tilpasning gjøres for ventetid (se Ranheim 2016).

5.3.2 Tidsverdi for stående og sittende

I avsnitt 3.6.2 har vi kommentert empirisk grunnlag for tidsverdivektene og antydnet at nivået på tidsverdien i Trenklin trolig er for høyt. Dette diskuteres nærmere under.

I et samvalgsekspertiment i Tidsverdiundersøkelsen (Ramjerdi 2010) ble respondentene bedt om å velge mellom to alternative kollektivreiser (under 100 km), beskrevet med følgende attributter: Reisekostnad, reisetid og andel sitteplassmulighet gjennom turen. Attributtet «andel sitteplass» hadde fem nivåer: «ingen», «en fjerdedel», «halvparten», «mesteparten» og «hele reisen».

Det finnes forskjellige måter å analysere de observerte valgene på. I tidsverdistudien har man satt opp modellen slik at man kan beregne betalingsvillighet for forskjellige grader av sitteplass, sammenliknet med å stå hele turen.

Resultatene er gjengitt i tabellen under:

Tabell 5.7: Betalingsvillighet for sitteplass sammenliknet med å stå hele veien. Kilde: Ramjerdi m.fl. (2010).

Korte kollektivreiser	
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

Det er altså dette formatet som ikke kan brukes i Trenklin (se avsnitt 3.6.2).

Det er mulig å reformulere modellen slik at man får beregnet egne tidsverdier for stående og sittende. I forbindelse med dette prosjektet har vi estimert en slik modell. Tabell 5.8. viser resultater fra denne estimeringen.

Tabell 5.8: Beregnede tidsverdivekter basert på data fra Tidsverdistudien (korte kollektivreiser).

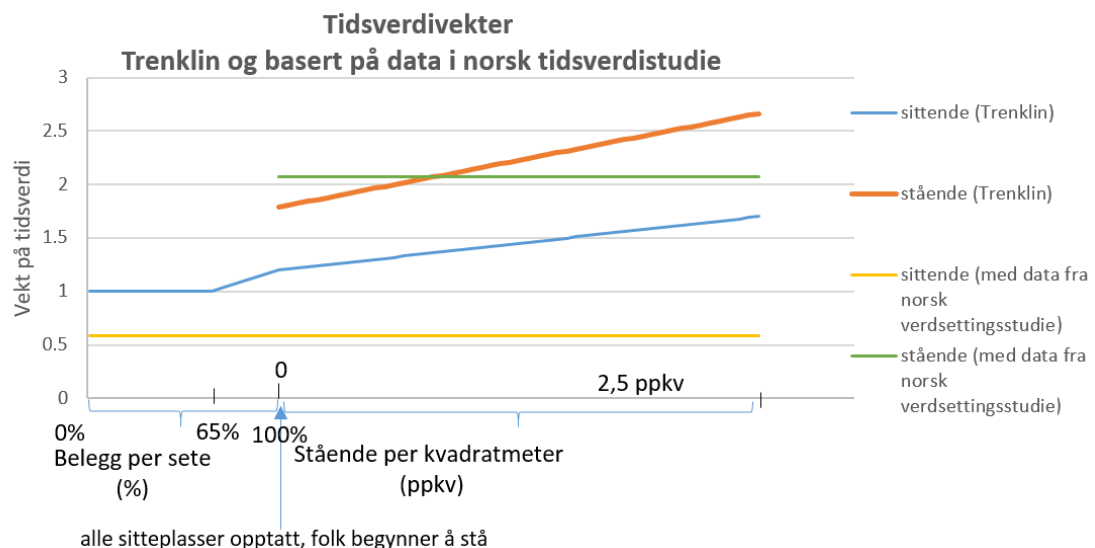
Sitte/stå	Tidsverdi (2009-kroner per time)	95% konfidensintervall	Relativt til «uspesifisert»	Til sammenligning: Vekter i Trenklin	Til sammenligning: Implisitte vekter i RTM/NTM6 og Merklin
Uspesifisert	36,2*	27,0-45,3			
Sittende	21,3	13,2-29,4	0,59	1	1
Stående	74,9	69,6-80,1	2,07	1,79	1

* Dette tilsvarer ikke offisielle tidsverdier, som er basert på et annet samvalgsekspériment og som er estimert basert på en annen statistisk modell.

Estimeringsresultatene viser at tidsverdien er signifikant høyere når man står enn når man sitter. Forskjellen i norske data er faktisk høyere enn den som ble funnet i den britiske meta-studien (Wardman & Whelan 2011) som Trenklin støtter seg på. Uansett bør vekten til sittende ikke være 1 som i Trenklin, men lavere enn 1 siden den offisielle tidsverdien er estimert basert på data for både sittende og stående.

Ut fra norske data kan det anbefales å bruke relative vekter på 0.59 for sittende og 2.07 for stående.¹¹

Figur 5.4 sammenligner nivået på tidsverdien i Trenklin med funnene i dette avsnitt.



Figur 5.4: Tidsverdivekter i Trenklin 2.7, og det som er estimert på empiriske data fra tidsverdistudien.

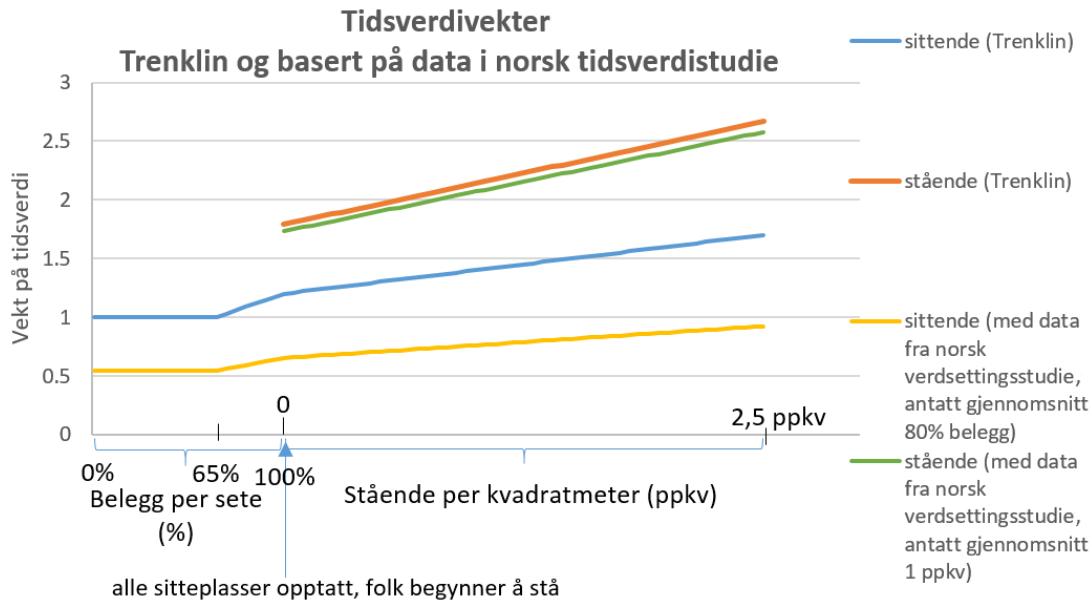
Figur 5.4 illustrerer at nivået på tidsverdien i Trenklin 2.7 er høyere enn det norske data tilsier. I sammenligning med andre norske modeller (RTM/NTM og Merklin) som ikke deler opp i sittende og stående (og dermed har implisitte vekter lik 1 for alle reisende) har Trenklin høyere tidsverdier for stående og lik tidsverdi for sittende.

Dessverre har tidsverdistudien ingen samvalgsekspériment med attributt «belegg» eller «trengselsnivå», det er derfor ikke mulig å estimere egne trengselspåslag.

En mulighet er å bruke faktorene som ligger i Trenklin (altså basert på den britiske meta-studien). Utfordringen er igjen at den «uspesifiserte» tidsverdien vil være en blanding av forskjellige belegg nivåer. Vi sitter ikke på data om gjennomsnittlig belegg på

¹¹ Vi understreker at det er en viss metodisk usikkerhet knyttet til disse estimatene: Verdier gjelder kollektivt samlet (altså buss, trikk, t-bane tog og båt) og kommer fra hypotetiske valgsekspériment.

kollektivtransport i Norge som vi kan støtte oss på. Som illustrasjon vises en sammenligning der man antar at verdien for sittende (Tabell 5.8) tilsvarer verdien med et setebelegg på 80% og at tidsverdien per stående (Tabell 5.8) tilsvarer verdien med 1 person stående per kvadratmeter. Med disse (usikre) antagelsene kan vi regne oss fram til følgende grafer (Figur 5.5):

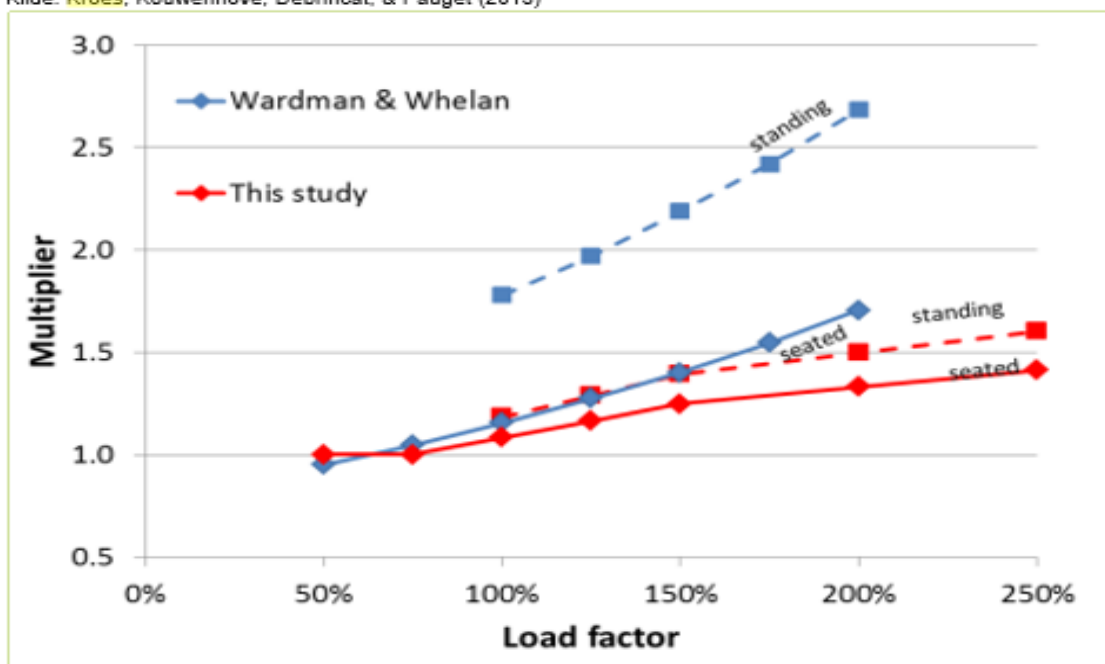


Figur 5.5: Tidsverdivekter i Trenklin 2.7 og som mulig nedjustering i forhold til norske tall ved et antatt basisnivå for trengsel.

Figur 5.5 illustrerer at tidsverdinivået i Trenklin er for høyt selv om man godtar trengselsvektene fra den britiske meta-studien. Dette gjelder spesielt tidsverdi for sittende, som er omtrent 70 % høyere enn vi har regnet oss fram til.

Samtidig er forskjellen i tidsverdi mellom sittende og stående i Norge – sett i lys av Tabell 5.8 – høyere enn funnet i den britiske meta-studien. Sånt sett kan effekten av trengsel være underestimert i Trenklin 2. På den andre siden finnes det litteratur som indikerer en moderat forskjell i tidsverdi mellom sittende og stående. I konseptvalgutredning om Oslo-navet (Vista Analyse 2015) viser man til en fransk studie (Kroes mfl 2013) som finner mye lavere trengselsvekter (se Figur 5.6).

Figur 3.3-1: Tidsverdimultiplikator for sitteplass og ståplass. Sammenligning.
Kilde: Kroes, Kouwenhove, Debrincat, & Pauget (2013)



Figur 5.6: Trengselskostnader i ulike studier (Kilde Vista Analyse 2015)

5.3.3 Er tidsverdinivå for høyt i Trenklin?

For å kunne vurdere om tidsverdinivået i Trenklin er for høyt i et konkret prosjekt må man 1) se om det var trengsel i analyseområde og 2) fastlegge hva man vil sammenligne nivået med, siden det gjør en stor forskjell om man sammenligner med offisielle tidsverdier (ingen oppsplitting av tidsverdi for sittende og stående) eller om man sammenligner med en metode der man splitter opp tidsverdien.

Tabell 5.9 sammenstiller vår vurdering gitt funnene i Figur 5.5 og Tabell 5.8.

Tabell 5.9: Konsistens av tidsverdinivå i Trenklin og RTM i avhengighet av trengsel og sammenligningsgrunnlag.

Trengsel i analyseområde?	Sammenlignet med offisielle tidsverdier (felles tidsverdi for sittende og stående)	Sammenlignet med tilnærming der man splitter opp tidsverdi
Trenklin		
Ingen trengsel (ingen står)	Samme tidsverdi som anbefalt	For høy tidsverdi for sittende (rundt 70% over)
Trengsel (en del reisende må stå)	Samme tidsverdi for sittende, men for høy tidsverdi for stående	For høy tidsverdi for sittende (rundt 70% over) og noenlunde riktig tidsverdi for stående
RTM og Merklin		
Ingen trengsel (ingen står)	Samme tidsverdi som anbefalt	For høy tidsverdi for sittende (rundt 70% over)
Trengsel (en del reisende må stå)	Samme tidsverdi som anbefalt (lik for sittende og stående)	For høy tidsverdi for sittende (rundt 70% over) og for lav tidsverdi for stående (skulle være rundt dobbelt så høy)

6 Erfaringer og opplevde utfordringer i praktisk bruk av Trenklin 2.7

Våren 2016 har TØI jobbet med Trenklin 2.7 i forbindelse med dette prosjektet (avrop 27) og i forbindelse med et kvalitetssikringsprosjekt (KS1 Østre Linje). I dette kapitlet sammenfatter vi erfaringer og opplevde utfordringer med bruk av modellen.

Innen avrop 27 har vi utført

- Følsomhetsanalyser i Trenklin spesielt rettet mot tidsverdien og trengselskostnader (Trenklin versjon 2.7 tilpasset Vossebanen)
- Empiriske sammenligning mellom RTM/NTM6 og Trenklin 2.7 (case-studiet R2027 Vossebanen)

Detaljerte analyser er dokumentert i Arbeidsdokumentet 50960 (Hulleberg og Flügel 2016).

I denne rapporten gir vi bare en verbal beskrivelse av resultater og utfordringer. Dette skyldes i hovedsak usikkerhet knyttet til nedjustering av tidsverdi i Trenklin. Det viste seg at Trenklin 2.7 ikke var tilrettelagt for å nedjustere tidsverdivekten til mindre enn 1. (Det var praktisk mulig å endre verdien til under 1, men resultatene tyder sterkt på at dette resulterte i en feilberegning av trengselskostnadene og dermed av etterspørselseffektene og trafikantnyttens). Patrick Ranheim i JBV har i forbindelse med prosjektet oppdatert modellen (endret programkoden til Version 2.7 tilpasset Vossebanen).

Etter en ny runde med tester fant vi at modellen fremdeles produserte noen urimelige resultater. Patrick Ranheim konkluderte i en e-post fra 19 April: *«Min foreløpige konklusjon er at grepet jeg gjorde med å få tidsverdier med vekt lavere enn 1 ikke fungerte helt etter planen, kort fortalt. Det er nå ikke nødvendig sammenheng mellom tidsverdiene og trengselskostnaden. Modellen må skrives om ytterligere for å få dette til å fungere...»*. Innen avrop 27 var det ikke mulig å rette disse (mulige) feil og Patrick Ranheim *«ønsker heller å lage en ny versjon hvor vi gjør en helhetlig gjennomgang og forbedring av modellen. (annen epost fra 19. april)*.

Dette medfører at vi hadde vanskeligheter med å tolke resultatene av følsomhetsanalyser fordi vi ikke entydig kunne skille mellom metodiske svakheter i Trenklin knyttet til tidsverdi eller trengselskostnader (som gjelder generelt for Trenklin 2) og tekniske feil eller feil i beregningsmåten (i forbindelse med justering av Trenklin 2.7).

En utfordring med å sammenligne RTM/NTM6 og Trenklin er de store metodiske forskjellene som har sin opprinnelse i at referansetrafikken genereres på helt ulike måter. Ulike metodiske forskjeller som ikke enkelt kan endres eller tilpasses gjør det vanskelig å isolere elementer som påvirker resultater i RTM/NTM6 og Trenklin. I tillegg er det spesifikke elementer i den valgte case-studien (R2027 Vossebanen) som gjør det vanskelig å trekke generelle konklusjoner om mulige avvik i resultater mellom Trenklin og RTM. En presentasjon av resultater for R2027 Vossebanen kan dermed i liten grad fortelle oss om Trenklin generelt over- eller underestimerer trafikantnyttens sammenlignet med etablerte modeller. Allikevel var sammenligning en nyttig øvelse der vi oppdaget (eller ble minnet på) viktige praktiske utfordringer ved bruk av RTM/NTM6 (se Hulleberg og Flügel 2016).

Samtidig som avslutningen av prosjektarbeidet i avrop 27 har TØI vært involvert i KS1 Østre Linje, der man brukte Trenklin som hovedmodell for transportanalysene. Dette ga oss mer kunnskap og mer praktisk erfaring med bruk av modellen. Her brukte en versjon 2.7 tilpasset Østlandet, en mye mer omfattende modellversjon (målt i antall toglinjer og reisende) enn modellen tilpasset Vossebanen.

I det følgende gis en kort omtale og vurdering av praktiske utfordringer med Trenklin.

6.1 Beregningstiden

Beregningstiden i Trenklin varierer mye med omfanget av togtilbudet og størrelsen av influensområdet.

Et enkelt skritt i itereringsprosessen tar opptil 100 sekunder i Østlandsmodellen mens det bare tok rundt 1 sekund i modellen for Vossebanen.¹² I tillegg vil en stor modell (med mange reisende og mange ulike togavganger) trenge flere iterasjoner for å komme til tilnærmet likevekt enn en mindre modell (når det brukes samme krav til likevekt, det vil si samme verdier for de parameterne som styrer integreringsprosessen¹³). I praksis betyr det at kjøringen av Trenklin 2.7 tilpasset Vossebanen sjelden tar mer enn 15- 20 sekunder mens en kjøring for hele Østlandet gjerne tar en hel natt (gitt at den finner en likevekt, se avsnitt 6.2). Beregningstid for modellen på Østlandet er så lang at det setter begrensninger på antall tester og følsomhetsanalyser som vil være praktisk gjennomførbare. I RTM/NTM6 har man lignende utfordringer.

6.2 Konvergering til tilnærmet likevekt

Vi har opplevd at Trenklin 2.7 ikke alltid konvergerer til tilnærmet likevekt.

Itereringsprosessen har ved enkle kjøringer blitt avbrutt av ulike feilmeldinger. Vi var ikke alltid i stand å tolke feilmeldingen entydig. Ved store modeller (som den for Østlandet) virker det at modellen ved lange kjøringer (for eksempel ved strenge betingelser for likevekt) må avbryte pga. manglende arbeidsminne (RAM).

I praksis virker det som man enten må 1) lempe på betingelsene for likevekt (tillate at det er flere turer i tilnærmet likevekt som vil bli gjort om i neste iterasjon) 2. redusere influensområde¹⁴ 3) bruke en sterkere datamaskin (ikke testet her).

Vi har opplevd at beregnet trafikkantnytte avhenger noe av de angitte betingelsene for likevekt.¹⁵ Om man sammenligner forskjellige tiltaksscenario bør man derfor bruke de samme betingelsene.

En fallgrube er å fastsette antall iterasjoner på forhånd (for eksempel til 100 iterasjoner). Her har vi opplevd at beregnet trafikkantnytte kan variere betydelig med innstillingene (for eksempel om man velger 101 iterasjoner eller 100 iterasjoner). Grunnen ligger i at itereringsprosessen gjør uregelmessige «hopp» når den har funnet tilnærmet likevekt i rutevalg og genererer nytt antall reiser med elastisitetsmodellen. Her kan det hende at man

¹² Kjørt på en PC med en Intel Core i5-3470 prosessor med 3.2 GHz, 16 GB RAM og et 64-bits operativsystem.

¹³ Den antatt viktigste parameteren er antall ombestemmelsesturer som likevekten må falle under.

¹⁴ I KS1 Østre Linje reduserte vi modellen for hele Østlandet til en versjon der bare sørkorridor var med influensområde. Dette reduserte beregningstiden og konvergeringsproblemer betydelig.

¹⁵ Dette er også en kjent utfordring i andre modeller, blant annet RTM.

etter 100 iterasjon har en god tilpasning togavgang av eksisterende reisende, noe som fører til en relativ høy trafikantnytte, og at det da generes nye turer ved elastisitetsmodellen i den 101. iterasjonen. Om man stopper etter 101 iterasjoner vil de nye reisende ikke ha tilpasset seg optimalt (for eksempel oppleve mye trengsel), noe som kan føre til en betydelig lavere beregnet trafikantnytte. Det framstår derfor som viktig å la Trenklin finne løsningen selv (mulig med mindre strenge betingelser for likevekt) for å unngå at man ender opp i en situasjon som er langt unna en tilnærmet likevekt og dermed underestimerer den positive endringen i trafikantnytte.

Det er også mulig å kjøre Trenklin med kun én iterasjon. Her vil modellen ikke ta hensyn til trengsel (ingen feedback av trengsel til neste iterering). Koden i Trenklin er – etter vi har erfart – skrevet slik at trengselskostnader ikke inngår i beregnet trafikantnytte om man velger å kjøre modellen ved kun 1 iterasjon. Vi anbefaler uansett å kjøre modellen med så mange iterasjoner som det er nødvendig for at Trenklin skal finne en tilnærmet likevekt. Bare slik vil man få en riktig tilpasning av trengsel, rutevalg og antall nye reisende. Spesielt i nytte-kostnadsberegninger er det viktig at man sammenligner to likevektsløsninger (en for referanse og en for tiltak) for å kunne måle den langsiktige nytten av et tiltak. Kjøringer med én iterering kan ikke tolkes som langsiktige og stabile løsninger.

6.3 Effekt av å nedjustere tidsverdi for sittende

Som beskrevet i 5.3.2 bør man nedjustere tidsverdien/tidsverdivekten for sittende i Trenklin. Vi har gjennomført mange følsomhetsanalyser knyttet til dette (Hulleberg og Flügel 2016).

Størrelsen av effekten på trafikantnytte varierer med type tiltak og med andel sitteplasser. Et tiltak som redusere reisetiden vil få beregnet en lavere trafikantnytte ved en nedjustering av tidsverdi. Forskjellen er noe høyere med lav andel trengsel. I det mest «ekstreme» tilfellet – en ren reisetidsbesparelse i en situasjon der alle sitter – var beregnet trafikantnytte 72 % høyere enn i en versjon der tidsverdivekten var justert. Dette stemmer godt overens med at tidsverdien er rundt 70 % for høy i Trenklin 2.7 (se Hulleberg og Flügel 2016).

6.4 Effekt av endret elastisitet

Noen av våre følsomhetsanalyser av modellen tilpasset Østlandet har vist at det å økt elastisitetsparameteren (absolutte verdier) for generaliserte kostnader kan føre til lavere beregnet trafikantnytte. Dette er ikke et intuitivt resultat. En høyere elastisitetsparameter vil vanligvis gi høyere trafikantnytte siden det da blir flere nye togreiser hvis det skjer en forbedring, og de nye togreisende også tjener på forbedringen i tilbudet.

Dette paradokset skyldes at i Trenklin kan en ny passasjer skape trengsel og øke tidsverdiene til alle passasjerene på toget. Hvis denne unytten er større enn den nytten for den nye passasjereren har kan beregnet trafikantnytte gå ned.

Slike tilfeller viser at trengselsnivå som kommer fra en atferd der reisende maksimerer sin egen nytte kan føre til et trengselsnivå som ikke er samfunnsøkonomisk optimalt.¹⁶ Vi har ikke empiriske tall på om dette er et reelt problem og om/hvorvidt Trenklin muligens overestimerer denne sammenheng. Det er åpenbart at trengsel har mye å si for resultatene i

¹⁶ I slike tilfeller kan det å endre billettpriser muligens få trengselsnivået på et nivå som er mer samfunnsøkonomisk lønnsomt

Trenklin og dette kan i enkelte tilfeller også føre til resultater som ikke er umiddelbart intuitive (se også neste avsnitt).

6.5 Komplekse sammenhenger mellom trengselskostnader og trafikantnytte

I Trenklin vil trengsel påvirke reisendes atferd og betalingsvillighet. Derfor vil trengselsnivået i referansescenariot og resulterende trengselsnivå i et tiltaksscenario påvirke beregnet endring i trafikantnytte. Underliggende parametere som styrer trengselskostnader vil dermed stå i sammenheng med beregnet trafikantnytte.

Vi har opplevd at disse sammenhengene i modellen er komplekse og at resultater av følsomhetsanalyser kan være vanskelig å tolke.

En grunn er at trengselskostnadsparametere (forskjell i tidsverdi mellom sittende og stående og påslag på tidsverdi med økende belegg) slår ut både i referanse- og i tiltaksscenario. Trengselsparametere kan for eksempel allerede i referansescenariot påvirke bytteatferden til reisende. Om trengsel veier tungt (høye trengselskostnadsparametere) kan personer for eksempel velge å bli sittende på et langsommere tog og ikke bytte til et raskere pga. «frykt» å miste sitteplassen sin¹⁷. Det kan påvirke de gjennomsnittlige reisetidene i referansescenariot og dermed reisetidsbesparelsen (og forbundet trafikantnytte) som følge av et tiltakskonsept.

6.6 Rutevalgendringer over hele døgnet i sammen retning

Vi har opplevd at et tiltak som forbedrer tilbudet i én retning på et spesielt klokkeslett (for eksempel et ekstra tog i morgenrushet) kan endre antall nye togreiser i samme retning på andre tidspunkter på døgnet (nye reisende om ettermiddagen).

I følge Patrick Ranheim i JBV henger dette sammen med at avreisetidspunktet til nye reisende (som beregnes i elastisitetsmodellen) bestemmes basert på en fast fordeling av reiser over døgnet. Det genereres altså nye reiser over hele døgnet, og når disse nye reisene utføres bestemmes med vektene i fordelingen (vi har ikke sett nærmere på eller vurdert disse vektene). I følge Patrick Ranheim er denne løsningen ikke optimal, og det jobbes med en forbedring i kommende versjoner av Trenklin.

Denne problemstillingen er knyttet til at Trenklin genererer enkelturer som ikke avhenger av tidspunktet for andre turer i samme turkjede. Dette er også årsaken til problemet som er beskrevet i neste avsnitt.

6.7 Asymmetriske trafikale effekter (manglende returreiser)

I RTM modellerer vi det vi kan betegne som bostedsbaserte rundturer, hvor hver rundtur har én til to destinasjoner. Man får da en utreise fra bosted, en eventuell mellomliggende reise, og en hjemreise til bostedet. Dette betyr at et tiltak som fører til flere utreiser, også vil medføre flere hjemreiser.

¹⁷ Eksempelet er tatt ut fra KS1 Østre Linje der reisende fra Mysen i referansescenario må velge å bytte til raskt tog gjennom Follotunellen på Ski stasjon eller bli sittende på et fullstoppende tog langs gamle Østfoldbanen.

Trenklin modellerer derimot enkeltturer og ikke turkjeder, og heller ikke rundturer. Det er dermed ingen sammenheng mellom tur- og returreiser i Trenklin. Dette kan føre til at modellen predikerer skjeve (asymmetriske) trafikkstrømmer dersom endringen i togtilbudet er retningsskjev (sterk forbedring i én retning, men ingen/svak forbedring i den andre retningen).

I R2027 Vossebanen er endringen mellom referansescenariot i 2027 og tiltaksscenarioet i 2027 litt retningsskjev. Antall nye avganger er likt i begge retninger, men med ulikt antall avganger i referansescenariot er den relative endringen større i den ene retningen. Denne retningen har også en større forbedring i gjennomsnittlig reisetid. I sammenligningen mellom RTM og Trenklin opplevde vi at Trenklin produserte flere nye turer i denne retningen, mens resultatet fra RTM var mer symmetrisk over de to retningene (Hulleberg og Flügel 2016).

6.8 utfordringer med NSB-matriser som utgangspunkt i referansetraffikk

NSB leverer trafikkmatriser basert på bearbeiding av uttak fra sin egen billettstatistikk. Bearbeidingen resulterer i tre matriser for hver togrute, da NSB rapporterer antall reiser for tre forskjellige produkter:

- 1) Intertraffikk: Reiser mellom stasjoner innenfor strekningen. En reise mellom Hjerkin og Lillehammer er et eksempel på en reise som defineres som intertraffikk i togproduktet Oslo – Trondheim.
- 2) Ekstertraffikk: Reiser mellom en stasjon på strekningen og stasjoner på andre banestrekninger. En reise mellom Steinkjer og Lillehammer er eksempel på en reise som defineres som ekstertraffikk i togproduktene Steinkjer – Lerkendal og Oslo – Trondheim. Reisen inkluderes i antall reiser på begge strekningene.
- 3) Gjennomgående reiser: Reiser mellom stasjoner på andre banestrekninger. En reise mellom Åndalsnes og Fredrikstad er eksempel på en reise som er gjennomgående i produktet Oslo – Trondheim. Merk at denne reisen også inngår som ekstertraffikk i matrisene for Dombås – Åndalsnes og Oslo – Halden.

Dette betyr at en reise som står i en matrise for gjennomgående reiser typisk vil telles tre ganger når vi ser på alle produktene samlet.

I overgangen fra NSB-matrisene til Trenklin-matrisen (stasjon-til-stasjonsmatrise), må man gjøre noen antagelser om reisemønsteret for alle reiser som ikke faller inn under kategori 1 over. En innfallsvinkel er at turene i matrisene for ekstertraffikk og gjennomgående trafikk får tildelt stasjon(er) basert på trafikkandelen de ulike stasjonene innehar på sin «hovedstrekning»¹⁸. Vår oppfatning er at denne fordelingsnøkkelen stort sett fungerer bra, men som alle fordelingsnøkler har den en viss usikkerhet.

En utfordring med denne nøkkelen er at reiser med togbytte kan skille seg fra hovedreisemønsteret. Store stasjoner vil med denne nøkkelen trekke til seg en stor andel av eksternturene, mens små stasjoner får en liten andel. Dette kan være problematisk, spesielt ved bytte mellom togruter som til dels overlapper. Et bytte mellom overlappende region- og lokaltog skjer gjerne fordi regiontoget ikke stopper på de små stasjonene.

¹⁸ Etter vår kjennskap er det denne innfallsvinkelen JBV bruker når de genererer stasjon-til-stasjonsmatriser.

6.9 Befolkningsvekst alene kan føre til «usannsynlig» høyt trengselsnivå

Andre ting likt vil trengselsnivå øke med befolkningsveksten. Effekten motvirkes noe i Trenklin i og med at de reisende mer og mer vil velge alternative ruter eller endre avreisetidspunkt for å unngå sterk trengsel. For enkelte strekninger kan det dog være at det ikke er mange alternativer, dermed vil trengselsnivået øke betydelig med befolkningsveksten. Vi ha opplevd at dette kan føre til et veldig høyt trengselsnivå (mer enn 6 stående per kvarttradmeter).

I avsnitt 7.2.2. påpeker vi at i realiteten vil togtilbudet (setekapasitet) tilpasses før en slik situasjon oppstår, for eksempel ved å kjøre triple togsett. Dette gjelder både referanse- og tiltaksalternativet, og det er opp til personen som utfører nytte-kostnadsanalyser å spesifisere alternativene slik at fremtidige tilbudsøkninger inkluderes i beregningen. Dette er dog lett «glemme», spesielt for referansesituasjonen der man typisk antar «business as usuall» (ingen kapasitetsøkninger i fremtiden). Men når man ikke får økt setekapasitet i kjøringene langt inn i fremtiden (i situasjoner hvor trengsel fører til usannsynlig høyt trengselsnivå) vil trafikantnyttene av et tiltak som reduserer trengselsnivå overestimere.

7 Drøfting av bruk av Trenklin 2 i NTP

I det innledende kapitlet (kapittel 1) stilte vi følgende forskningsspørsmål:

- Er oppbyggingen av modellen og de underliggende parameterne i Trenklin 2 konsistente med anbefalte metoder for nytteberegning (i henhold til metodehåndbøkene)?
- Kan det forventes at Trenklin og RTM/NTM produserer sammenlignbare resultater (antall reiser i referansescenario, antall reiser i tiltaksscenario og endring i trafikantnytte)?
- I hvilken grad er forskjeller i metodikk/forutsetninger/parametere i Trenklin og RTM/NTM et problem for transportmiddelovergrepene analyser og rangering av store transportprosjekter?

Avsnitt (7.1) gir en kort diskusjon av de første to spørsmålene, mens de øvrige avsnittene (7.2-7.4) gir en mer overordnet diskusjon som nærmer seg et svar på det tredje spørsmålet.

7.1 Konsistens med andre modeller som brukes i NTP-arbeidet

7.1.1 Konsistens med etablert metodikk

Kapitel 3 og 5 beskrev den metodiske framgangsmåten i Trenklin og vurderte konsistensen i underliggende parameterne. Kort sagt har Trenklin sin egen metodikk i etterspørselsmodelleringen som ikke er direkte sammenlignbar verken med enkle elastisitetsmodeller (som dem i Merklin eller EFFEKT) eller strategiske transportmodeller av typen 4-trinnsmodeller (som RTM/NTM6). Etter vår kunnskap er Trenklin den første modellen som brukes i Norge som beregner en likevekt mellom etterspørsel for tog (strekningsvis og oppdelt i togavganger) og trengselsnivå på togene.

Selve nytteberegning i Trenklin følger standardmetodikk (segmentering i reisehensikt og geografiske relasjoner, delmarked). Et nytt element i Trenklin (sammenlignet med andre modeller) er at redusert trengsel inngår i trafikantnytteberegningen.

At modellens parametere har noen forskjellige tallverdier er ikke nødvendigvis et problem, og må sees i sammenheng med ulik oppbygning og matematiske funksjoner.

Et mer relevant spørsmål er om nivåforskjell for sentrale elementer og konsepter er i tråd med etablert metodikk. At Trenklin har forskjellig tidsverdi for sittende og stående er hensiktsmessig. Dessverre har man kun lagt til rette for å oppjustere tidsverdien for stående uten å ha lagt rette for at tidsverdien for sittende samtidig kan nedjusteres. Dette er muligens den største inkonsistensen når det gjelder parameterverdier i Trenklin 2.7. Vi antar at dette endres i kommende versjoner av Trenklin.

Trenklin går bort fra det klassiske skillet mellom korte og lange reiser (se avsnitt 5.3.1). Det kan være gode argumenter for å unngå et slik (tilfeldig) skille (50 km for tog). Det er – ifølge Patrick Ranheim – også tekniske grunner for å jobbe med en kontinuerlig tidsverdifunksjon og ikke med en funksjon som gjør en «hopp» ved 50 km. Samtidig kan

den valgte metoden føre til inkonsistens med andre modeller. Sammenliknet med andre modeller vil Trenklin overvurdere tidsverdien (og dermed overestimere nytten av tiltak som redusere reisetid) for korte reiser og underestimere for mellomlange reiser. Relativt enkle grep kan øker konsistensen med andre modeller, for eksempel ved å bruke en logistisk funksjon (S-form) istedenfor den konkave funksjonen i Figur 5.3.

Det er også enkelte elementer i modellen som ikke direkte kan sammenlignes med etablert metodikk, siden det ikke finnes en anbefaling i håndbøkene eller det er få norske data å støtte seg på. Det gjelder spesielt påslag på tidsverdi med økt belegg ombord. At Trenklin tar med et element i modellen som det ikke finnes gode norske data for er ikke noe å kritisere i seg selv. Det viser snarere at det er behov for nye empiriske studier, dvs. stated preference-studier som tallfester verdien av reisetid med ulikt nivå av trengsel.

7.1.2 Sammenlignbarhet med resultater fra RTM/NTM6

Spørsmål rundt forventet sammenlignbarhet i resultater er noe vanskeligere å besvare innenfor dette prosjektet.

Vi har gjort én empirisk sammenligning (se Hulleberg og Flügel 2016) i dette prosjektet. For det konkrete tilfelle (R2027 Vossebanen) viste det seg at RTM beregnet høyere trafikantnytte enn Trenklin 2.7, et resultat som ikke var forventet på forhånd gitt at tidsverdiene er betraktelig høyere i Trenklin. Det er sannsynlig at ulikt nivå på referansetraffikk i RTM (sammenliknet med NSB-statistikk og Trenklin) var utslagsgivende i dette tilfellet. Nivået på referansetraffikk i RTM vil (uten mer detaljert kalibrering) variere usystematisk fra område til område og fra strekning til strekning.

Én empirisk sammenligning alene er uansett ikke nok å konkludere på det innledende spørsmålet. Som beskrevet i avsnitt 6 (og nærmere diskutert i Hulleberg og Flügel 2016) er det også vanskelig å isolere effekten som fører til ulike resultater.

Ut fra en metodisk betraktning er det høyst sannsynlig at modellene vil gi ulike resultater spesielt for tiltak som inkluderer elementer som bare fanges opp med én av modellene.

7.2 Diskusjon av trengsel

7.2.1 Trengsel i Trenklin, men (foreløpig) ikke i RTM

I motsetning til RTM/NTM6, tar Trenklin hensyn til trengsel i etterspørsels- og trafikantnytteberegningene. Gitt at trengsel faktisk påvirker reisendes atferd og betalingsvillighet, er Trenklin – andre ting likt – bedre i stand å gi en «riktig» anslag på trafikantnytt.

På den andre siden ser Trenklin bare på togmarkedet og utelater noen atferdskomponenter som fanges opp i RTM/NTM6. Derfor er ingen modell entydig å foretrekke (om man er interessert en mest omfattende beregning av trafikantnytt).

Det jobbes for tiden i forskjellige prosjekter med å inkludere trengsel i RTM-systemet (for eksempel Møreforskning (2016)). Første inntrykk er at det er teknisk mulig og fungerer tilfredsstillende innenfor trafikavviklingsmodellen, men at koblingen mot etterspørselsmodellen er noen mer utfordrende. I denne sammenhengen må det sies at flere metodiske begrensinger i RTM vil gjøre det vanskelig å komme på det samme detaljeringsnivå av trengsel som i Trenklin. Det gjelder spesielt tidsdimensjonen og trafikantenes mulighet til å tilpasse avreisetidspunkt som følge av varierende trengselsnivå utover dagen.

7.2.2 Er økning i trengsel en kortsiktig eller et langsiktig fenomen?

I samfunnsøkonomiske analyser av store transporttiltak beregner man vanligvis nytten av et tiltak minst 40 år inn i fremtiden. En typisk antagelse er at transporttilbudet innenfor hvert scenario holdes konstant utover analyseperioden. Transporttilbudet i Trenklin inkluderer en spesifisering av togmateriell. Togmateriell er her en eksogen variabel som ikke endrer seg med befolkningsvekst/trengselsnivå om ikke brukeren endrer togmateriell manuelt i modellkjøringer for senere år.

I avsnitt 6.9 har vi beskrevet hvordan befolkningsveksten alene kan føre til en betydelig økning i trengsel om man holder togmateriell konstant til langt inn i fremtiden.

Det kan argumenteres for at dette er urealistisk siden man i realiteten vil øke kapasiteten, for eksempel med å kjøre trippelsett for dobbelsett. Med den tanken kan det argumenteres for at økt trengsel er et mer kortsiktig problem, men at trengsel som resultat av befolkningsvekst og økt reisehyppighet vil veies opp (eller i alle fall dempes) av økt togtilbud (setekapasitet).

Sånt sett er det en metodisk svakhet i Trenklin at tilbudsforbedringer ikke er noe endogen element i modellen. For analyser i senere beregningsår kunne man med fordel tenke seg at setekapasitet igjen er en funksjon av trengselsnivå. En slik endogen tilbudsmodell kan dog være vanskelig å etablere og kalibrere og ville kreve at enda en likevekt løses i itereringsprosessen.

I RTM tar man ikke hensikt til trengsel og den antas implisitt å være lik utover analyseperioden. Det kan være en realistisk beskrivelse av fremtiden når man tenker seg at setekapasitet vil tilpasses ved økt trafikkvekst. I samfunnsøkonomiske analyser bør man dog ta høyde for de ekstra utgiftene det vil kreve å holde trengselsnivået konstant (investerings og vedlikeholdskostnader av ekstra togsett og eventuelt nødvendige endringer i togstasjonsinfrastruktur).

Uavhengig av spørsmålet om (økning i) trengsel er et kortsiktig eller langsiktig fenomen viser diskusjonen at det er et usikkerhetselement og en mulig feilkilde i bruk av Trenklin om man antar at setekapasitet innenfor et scenario holdes konstant over hele analyseperioden.

TØI har fått tilsendt Trenklin-filene for NTP prosjektene R2027 Vossebanen og R2027 Østlandet. Så vidt vi ser har man brukt samme togmateriell (setekapasitet) for kjøring i 2027 og 2050¹⁹. Denne antagelsen virker uproblematisk for R2027 Vossebanen, men er muligens noe urealistisk for R2027 Østlandet siden det allerede i dag er betydelig trengsel på mange relasjoner på Østlandet. Vi har ikke vurdert nærmere om trengselsnivået i 2050 er «urealistisk» høyt, men det virker sannsynlighet at man i virkeligheten vil øke setekapasiteten gitt den betraktelige befolkningsveksten mot 2050. I så fall kan man ha overestimert trengselskostnadene i referansescenarioet i Trenklin og dermed muligens ha overestimert nytten av tiltak som reduserer reisetid.²⁰

¹⁹ I NKA-beregning i Merklin interpoleres mellom de to kjøringene.

²⁰ I fravær av en tilbudsmodell har man i KS Østre Linje valg å bare beregne trafikantnyttens gitt trengselsnivå for år 2027 i Trenklin og å framskrive den lineært i fremtiden uten videre kjøring i Trenklin.

7.3 Vurdering av Jernbaneverkets modellvalg i NTP

I NTP (2018-2027) har Jernbaneverket brukt Trenklin til å vurdere fire prosjekter: R2027 Østlandet, R2027 Jærbanen, R2027 Vossebanen og Ytre IC (se Tabell 4.1). For Ytre IC har man brukt en forenklet versjon av Trenklin som vi ikke har diskutert i denne rapporten. R2027 Østlandet, R2027 Jærbanen og R2027 Vossebanen er såkalte rutemodellprosjekter, der effekten av tiltaket er en endring/forbedring i ruteopplegget, typisk resultere i frekvensøkning og/eller redusert reisetid. Gjennomføring av rutemodellprosjekter trenger i ulik grad investeringer i infrastruktur.

For en vurdering av modellvalg er det viktig at man ser på omfanget av tiltaket og forventet effekt av tiltaket. Når forbedringene i avgangsfrekvens og/eller reisetidsbesparelse er så store at de påvirker hele transportsektoren i influensområdet (for eksempel reduserer bilkø) og/eller har langsiktige konsekvenser (endring i destinasjonsvalg og bilhold) kan bruk av Trenklin være begrensende, og en strategisk/transportmiddelovergripende transportmodell som RTM vil være det prinsipielt riktige valget. Når etterspørseffektene er betydelige er det i en samfunnsøkonomisk analyse viktig å kunne gi pålitelige svar på «hvor» de nye togreisende kommer fra, dvs. om de kommer fra bil, buss, fly eller sykkel, eller om reisende er nyskapt (økning av reisefrekvens). Det er fordi denne informasjonen trengs for å beregne miljø- og helseeffekter. I et opplegg med Trenklin og Merklin må andelene bestemmes av brukeren (se avsnitt 4.2). Dette er et usikkerhetsmoment og en mulig feilkilde i beregningen av lønnsomheten av et tiltak.

R2027 Jærbanen er et mindre tiltak der det bygges et nytt spor på Ganddal stasjon (kostnader rundt 50 millioner kroner) noe som gir en frekvensøkning for reisende mellom Ganddal og Stavanger. Vi mener at dette prosjektet kan karakteriseres som et mindre togtiltak med begrenset effekt på transportmiddelvalg og destinasjonsvalg. Isolert sett (dvs. uavhengig av diskusjonen i neste avsnitt av konsistens i rangeringen av prosjekter) virker valg av Trenklin uproblematisk i dette tilfellet.

R2027 Vossebanen innebærer endringer i rutetilbudet som fører til forbedret frekvens og noe kortere reisetider mellom Bergen og Arna/Voss/Myrdal.²¹ Vi har sett nærmere på effekten av tiltaket i form av rutetabellene som er spesifisert i Trenklin-filene. Vi har opplevd at det var utfordrende å «oversette» de detaljerte endringene i ruteopplegget til RTM/NTM-systemet (se Hulleberg og Flügel 2016). Dette og andre utfordringer i RTM/NTM (som for eksempel isolering av tog fra kollektivmatriser, og grensesnitt mellom NTM og RTM) viser at det finnes praktiske argumenter for å bruke Trenklin til å analysere detaljerte togtiltak. Som for R2027 Jærbanen ansees Trenklin – isolert sett – som fornuftig modellvalg for R2027 Vossebanen.

R2027 Østlandet er den mest omfattende rutemodellen og inkluderer flere infrastrukturtiltak som medfører et totalt investeringsbehov på 10 milliarder kroner. Tiltakene fører til økt kapasitet i jernbanenettet i Oslo-område, som trafikantene får nytte av i form av høyere frekvens og lavere trengsel og/eller kortere reisetider for noen strekninger (for eksempel Mysen-Oslo S). Det er antatt at 3,88 millioner bilturer overføres per år (grunnlagsdokument NTP, side 306).

²¹ I selve R2027 prosjektet (JBV 2016; 3 «Utvikling og anbefaling av rutemodeller») er dobbeltspor Arna-Bergen ikke en del av tiltaket, men inngår i referansealternativet. NNB for R2027 Vossebanen er negativ (-0.2 for «alternativ B») I grunnlagsdokument i NTP virker det som man har inkludert dobbeltspor i tiltaksscenario NNB er angitt som 0.01.

For R2027 Østlandet bør bruk av Trenklin vurderes mer kritisk i og med at det forventes betydelige endringer i transportmiddelvalg. Beregnet overført trafikk fra bil er en direkte konsekvens av hvilken andel man angir i Merklin for dette. En validering med RTM/NTM anbefales. Vi erkjenner at det kan være praktiske og metodiske utfordringer ved å kode de detaljerte ruteplanendringer i RTM-systemet, og ut fra praktiske aspekter kan man – isolert sett – argumentere for valget av Trenklin som forståelig og forsvarlig. Det er også betydelig trengsel på mange strekninger i Østlandet, noe som generelt taler for bruk av Trenklin. Sammenfattende kan vi si at Trenklin er det «naturlige» valget for rutemodellprosjektene og enkle togtiltak gitt metodiske og praktiske utfordringer i RTM med å få samme detaljeringsgrad. R2027 Østlandet anses som et så stort prosjekt at en analyse med RTM hadde vært ønskelig, i alle fall som validering av tallene for overført trafikk fra bil, men også for å få et bedre bilde av konsekvensene av tiltaket for hele transportsektoren på Østlandet.

7.4 Diskusjon om transportmiddelovergripende rangering av prosjekter i NTP

I vedlegget til grunnlagsdokumentene til NTP rangeres vei-, tog- og sjøprosjekter etter netto-nåverdi per budsjetskroner (NNB) i en felles tabell (NTP-grunnlagsdokument 2016, side 324-326).

Der finnes ikke mye forskning på hvilke prinsipper som skal legges til grunn for modellvalg i evaluering av ulike prosjekter på tvers av transportetater. Minken og Homleid (2005) gir konkrete anbefalinger som lar seg sammenfatte slik: 1) Bruk transportmodellen som er best egnet for det enkelte tilfelle. 2) Bruk felles overordnede beregningsprinsipper ved nytteberegning.

Disse prinsippene anses som universelt riktige og opplegget med Trenklin og Merklin følger stort sett disse prinsippene. Unntaket er at trafikantnytte i dette opplegget er direkte beregnet (med samme definisjoner og parameterverdier) i etterspørselsmodellen. Ved bruk av Trenklin som etterspørselsmodell vil det derfor være vanskelig å garantere felles beregningsprinsipper i (trafikantnytte)beregning på grunn av ulike metodikk i Trenklin (for eksempel hvordan ventetid er definert).

Videre er selve etterspørselsberegningen avgjørende for nytteberegningen slik at valg av etterspørselsmodell vil påvirke nytteberegning selv om det brukes felles prinsipper for nytteberegning. Mulige skjevheter i etterspørselsmodellen kan derfor føre til skjevheter i nytteberegningen.

I det følgende diskuterer vi i hvilken grad bruk av ulike modeller (spesielt RTM/NTM og Trenklin) kan ha ført til en inkonsistent og/eller feil rangering av prosjektene. Den følgende diskusjonen er på et (svært) overordnet nivå. I avsnitt 7.4.4. er vi mer spesifikk om mulige konsekvenser angående Trenklin.

7.4.1 Konsistent rangering versus riktig nytteberegning

I en konsistent rangering rangeres tiltak etter et kriterium som er målt/vurdert på lik måte for alle tiltak. Det å kunne måle «nytte» (for eksempel trafikantnytte eller NNB) helt likt, forutsetter samme modell/metodikk. Bruker man ulike modeller for ulike prosjekter, har man målt nytte ulikt, dvs. på en inkonsistent måte. I så fall er det ikke mulig å rangere prosjektene på en konsistent måte og valg av modell vil muligens påvirke selve rangeringen.

Det å estimere trafikantnytte på lik måte betyr ikke at man estimerer den riktige/ekte/faktiske trafikantnytten. La oss for et øyeblikk anta at det finnes en ekte og entydig nytteverdi for ethvert prosjekt. Hvis vi hypotetisk antar at det finnes en perfekt modell for ethvert prosjekt som måler nytten entydig og uten usikkerhet, så kunne vi rangert prosjektene etter sin faktiske nytte på en riktig og konsistent måte.

I virkeligheten vil alle modeller ha begrensinger og unøyaktigheter, slik at ingen modell vil være i stand til å fange opp akkurat den «ekte» nytten. Videre er nytten (trafikantnytten, NNB osv.) en konstruksjon fra en samfunnsvitenskap som ikke kan observeres/måles i naturen. Det finnes ikke en empirisk fasit på hva «nytten» skal utgjøre eller inneholde. Det bygger på teoretiske antagelser som må rettferdiggjøres i en faglig diskusjon.

Personer med godt innblikk i ulike modeller kan gi en vurdering av hvilken modell som i sin beregningsmåte kommer en bestemt definisjon av nytten nærmest. Om man definerer trafikantnytten som den totale betalingsvilligheten i befolkningen, vil man muligens kunne bedømme hvilken modell som gir den mest nøyaktige og fullstendig beregningen av denne ut ifra metodiske betraktninger som aggregeringsnivå og «fullstendighet» i variabler som inngår i beregningen. Om modell A bare inkluderer betalingsvillighet for reisetid i sitt anslag for den totale betalingsvilligheten og modell B inkluderer reisetid og trengsel, vil man dersom metodikken ellers er lik kunne konkludere med at modell B er bedre i stand til å gi det mest presise anslaget for den totale betalingsvilligheten og dermed – ifølge definisjon vi la til grunn i dette eksempel – trafikantnytten.

Sånt sett kan man argumentere for at man bør velge den modellen som man tror kommer forutsette definisjonen av nytten nærmest. Vi kan kalle denne tilnærmingen «best-egnete modellen for det foreliggende tiltak».

7.4.2 utfordringer med tilnærming velg «best-egnete modell for det foreliggende tiltak»

En utfordring med denne tilnærmingen er at den «best-egnete» modellen høyst sannsynlig vil avhenge av hvilket prosjekt/tiltak man skal beregne nytten av. Konkret vil man velge Trenklin for et detaljert togtiltak og RTM for et veitiltak. Når man da skal rangere etter nytten, vil man ikke få det vi har omtalt som «konsistent rangering» siden nytten nødvendigvis blir målt på ulik vis. Når man vil sammenfatte og tenke litt videre kan man nevne følgende utfordringer med tilnærmingen «best-egnete modell for det foreliggende tiltak»

- 1) Det finnes ingen fasitsvar på hvilken modell som er best for det foreliggende tiltak
- 2) Det man antar som «best» (altså modellvalg) kan påvirke nytteverdi og dermed rangering. Hver modell definerer og/eller beregner «nytte» på ulik måte slik at man – sagt på en folkelig måte – sammenligner «epler med pærer».
- 3) Om bestemte modeller vurderes som best for bestemte typer tiltak kan visse tiltak få underestimert nytten når beregning av nytten med denne modellen systematisk utelater viktige elementer fra modellen. For å illustrere poenget, anta at man bruker Trenklin for alle togtiltak og RTM for alle veitiltak. Det kan hende at veitiltak kommer relativt dårlig ut i rangeringen hvis for eksempel Trenklin antar høyere tidsverdi i trange tog mens RTM/Trafikantnyttmodulen ikke antar høyere tidsverdi på trange gater /køsituasjoner.

7.4.3 utfordringer med tilnærming «bruk samme modell for alle tiltak»

Om man vil forkaste tilnærmingen «(antatt) best-egnete modell for det foreliggende tiltak» av hensyn til problemer med konsistens og mulige systematiske underestimeringer, er det motsatte ekstremtilfellet at man bruker samme modell uansett tiltak. Dette er heller ikke noen optimal tilnærming. Vi kommer på minst tre argumenter mot tilnærmingen «*bruk alltid samme modell uansett tiltak*»:

- 1) Selv om modellen er lik er det ikke garantert at framgangsmåten (dvs. bruk av modellen) vil være fullstendig konsistent. Det er fordi anvendelse av alle (ikke-trivielle) modeller krever vurderinger gjort av brukerne/forskeren. Ulike vurderinger i forbindelse med inndata (nettverkskoding osv.) og tekniske parametere (antall iterasjoner osv.) kan alle påvirke resultatene.²² Ut ifra dette perspektivet er det altså ikke hensiktsmessig å snakke om «konsistent rangering» men om «mest mulig konsistent rangering». Siden det er alltid usikkerhet beheftet med resultatene fra modeller kan det også være mer meningsfullt å snakke om usikkerheten rundt konsistens i rangering. Det finnes altså usikkerhet rundt rangering selv om man bruker samme modell for alle tiltak.
- 2) Det å bruke samme modell for alle tiltak kan føre til at visse prosjekter systematisk får underestimert sin nytteverdi. I vår sammenheng kan det argumenteres for at RTM systematisk vil undervurdere nytten av togtiltak som reduserer trengsel siden RTM ikke måler nyttegevinsten av å redusere trengsel.
- 3) Kravet om at alle tiltak må analyseres med samme modell kan føre til at en type modell havner i en uønsket «monopolsituasjon». En slik monopolsituasjon kan motvirke utvikling og bruk av mer egnede modeller.

7.4.4 Diskusjon om tilnærming i tilfelle av Trenklin

Den overordnede diskusjonen hittil har vist at de to prinsipielle tilnærmingene «*bruk den antatt best-egnete modellen for det foreliggende tiltak*» og «*bruk alltid samme modell uansett tiltak*» begge har sine svakheter ut ifra et filosofisk og mer praktisk perspektiv.

For en videre diskusjon i tilfelle av Trenklin og dens videre bruk i kommende NTP kan følgende spørsmål være nyttige å vurdere:

- S1. Hvor mye «bedre» måler Trenklin trafikantnyttens av togtiltak (sammenlignet med RTM/trafikantnyttemodulen).
- S2. Underestimerer RTM trafikantnyttens for togtiltak på en systematisk måte?
- S3. Gir Trenkin en generelt høyere trafikantnytte for togtiltak enn RTM vil gjøre for veitiltak slik at sammenligning mellom togtiltak og veitiltak blir skjev?
- S4. Vil rangering i NTP uten bruk av Trenklin være konsistent?
- S5. Hvor mye øker usikkerheten om hvorvidt rangeringen er konsistent ved bruk av Trenklin (for noen togtiltak) i NTP?
- S6. Er det praktisk mulig/forsvarlig at alle tiltak analyseres eller kontrollregnes med RTM?
- S7. Er «mest mulig presis» beregning av NNB eller mest mulig konsistent rangering av prosjekter (etter NNB) mest viktig i NTP-sammenheng?

²² Om man ville gi en identisk beskrivelse av et tiltak til to ulike forskerteams, ville man sannsynligvis få to ulike resultater selv om man bruke samme modellverktøy.

Vi sitter ikke med fasiten på alle spørsmålene og S1-S3 er spørsmål der vi mangler empirisk grunnlag for å kunne gi et mer konkret og vitenskapelig svar. Under følger en diskusjon av spørsmålene over.

A1. Ut fra den metodiske sammenligningen virker det åpenbart at Trenklin er bedre egnet for noen togtiltak. Bedre kontroll over referansetraffikk, mye mer detaljert beskrivelse av togtilbudet, dynamisk modellering av avreisetidspunkt/togavgang og trengselsmodellering er trolig de viktigste metodiske fordelene. Vi kan dog ikke tallfeste hvor mye bedre (mer presist og fullstendig) Trenklin beregner trafikantnyttene for de tiltakene Trenklin er prinsipielt bedre egnet for. Det avhenger av definisjoner og av tiltaket som skal analyseres. Det kan dessuten tenkes togtiltak der RTM er bedre egnet enn Trenklin (f. eks. for store tiltak med mange ringvirkninger).

A2. Vi har ikke empirisk grunnlag for å besvare spørsmål S2. RTM utelater (systematisk, men utilsiktet) reduseringen av trengselskostnader for togtiltak som øker setekapasiteten. Det betyr imidlertid ikke at den totale trafikantnyttene underestimeres systematisk og i alle tilfeller. I tilfelle R2027 Vossebanen predikerte RTM/NTM faktisk en høyere trafikantnytte.

A3. Igjen har vi ikke grunnlag for å gi et kvalifisert svar. At man per i dag inkluderer komfortfaktorer (trengsel) i nytteberegningene i Trenklin men ingen bilrelaterte komfortfaktorer (kjøring i kø) i RTM med TNM kan teoretisk føre til en viss skjevhet i nytteberegning mellom tog og veitiltak. At RTM med TNM ikke tar hensyn til komfortfaktorer i forbindelse med kø (at reduksjonen i reisetid i kø verdsettes høyere enn samme reduksjon i fri fart), er dog ikke noen man kan gi Trenklin skylden for; det er heller en pekepinn på at man bør forbedre RTM for å gjøre nytteberegningene mer konsistente.

A4. Svaret her må være nei. For veiprojekter brukes både EFFEKT og RTM/NTM med NTM (eller ulike kombinasjon av disse) slik at etterspørselsberegning/nytteberegning og rangering av prosjekter ikke er helt konsistent uansett. Som nevnt tidligere vil også forskjellige vurderinger i bruk av RTM/NTM medføre en viss usikkerhet knyttet til konsistens.

A5. Det er vanskelig/umulig å kvantifisere hvor mye Trenklin påvirker usikkerheten knyttet til konsistens i rangeringen. Som nevnt flere ganger tidligere, vurderer vi de metodiske forskjeller mellom Trenklin og RTM/NTM som svært store. Det øker generelt den metodiske usikkerheten og usikkerheten rundt hvorvidt rangeringen er konsistent. Det er mulig å gjøre Trenklin mer metodisk konsistent med EFFEKT og RTM/NTM (f. eks. når det gjelder tidsverdier). Det er ønskelig og vil trolig gjøre konsistensen i rangeringen mindre usikker.

A6. I teorien ville det vært fordelaktig om man analyserte alle tiltak med alle (egnete) modeller. Det kunne tenkes at alle (tog)tiltak i NTP som analyseres i Trenklin må kontrollregnes med RTM/NTM i etterkant. Dette ville gi bedre kontroll over modellusikkerheten. På den andre siden får man da to resultater og man kan ikke si hvilken av resultatene er nærmest den «virkelige» verdien (se diskusjon i 7.4.1). Nytteverdier med RTM/NTM kunne brukes i en rangering med veiprojekter, men det er uklart hvorvidt Trenklin-resultater ville inngå i beslutningsgrunnlaget (spesielt om det er gode faglige grunner å tro at Trenklin-beregninger er mer presise og/eller fullstendig). Vi anerkjenner også at det er praktiske og ressursmessige begrensninger ved å studere samme tiltak med flere modeller

A7. Spørsmål S7 handler om hvordan rangeringen av prosjektene etter NNB til slutt brukes av byråkratene/politikerne. I et land uten statsbudsjettbegrensninger ville man i teorien implementere alle tiltak med en positiv NNB. I så fall vil man være interessert i en mest mulig presis og fullstendig beregning av NNB, mens rangeringen innad blant lønnsomme

og ulønnsomme tiltak ikke er viktig. I et land hvor tilgjengelig budsjett er lavere enn de samlede investeringskostnadene av alle tiltak med $NNB > 0$, vil rangeringen være utslagsgivende. I så fall kan det argumenteres for at konsistens er særlig viktig. Bruk av samme modell kan dog også da være problematisk i tilfeller hvor modellen systematisk undervurderer nytten av visse typer tiltak. En kan da ende opp i en situasjon der rangeringen er mest mulig konsistent, men selve rangeringen er feil/skjev.

7.4.5 Sammenfattende kommentarer og anbefalinger

Dagens praksis i NTP, der det brukes ulike modeller for ulike tiltak, følger tilnærmingen «bruk antatt best-egnede modell for det foreliggende tiltak».²³ Tilnærmingen kan øke usikkerheten rundt hvorvidt rangeringen av tiltak er konsistent, spesielt når de brukte modellene metodisk er veldig ulike slik som i tilfellet Trenklin og RTM/NTM.

Vi mener at parameterne og antagelsene i Trenklin i så høy grad som mulig bør tilpasses andre modeller for å redusere mulige inkonsistenser. På den andre siden bør RTM forbedres slik at trengsel (på en forenklet måte) blir hensyntatt.

Det er ikke hensiktsmessig – og praktisk trolig umulig – å kreve at alle NTP-tiltak analyseres med samme modell fordi: 1) Det vil alltid være usikkerhet knyttet til om rangeringen er konsistent. 2) Det finnes en viss fare for at visse type tiltak systematisk er undervurdert i den utvalgte modellen. 3) Det kan skape en uønsket monopolsituasjon som kan hindre utvikling av nye og mer detaljerte modeller.

Modellusikkerheten knyttet til Trenklin er spesielt høy siden det er en ny modell med delvis uetablert metodikk. Trenklin er videre lite kvalitetssikret og man har ikke den samme langvarige erfaringen med praktisk bruk av modellen som man har med RTM/NTM. Det kan tenkes at man rutinemessig kontrollberegner togtiltakene i NTP med RTM/NTM (selv det kan være metodisk vanskelig og ressurskrevende) Hensikten er da ikke først og fremst å produsere to resultater (som kan være vanskelig å ta stilling til i et politisk beslutningsgrunnlag), men å lære mer om hvordan resultatene i Trenklin slår ut i forhold til RTM/NTM.

²³ I praksis kan man ut ifra praktiske hensikt ha forkastet en antatt bedre modell pga. ressurs- eller tidsbegrensninger (for eksempel bruk av etterspørselsmodellen i EFFEKT istedenfor RTM/NTM).

8 Konklusjon og anbefalinger

Trenklin 2 har i sammenligning med RTM/NTM ulike metodiske fordeler og ulemper. Trenklins detaljerte beskrivelse av togtilbudet samt beregning av trengsel – og modellering av trafikantens tilpasning til trengsel – er de mest åpenbare styrkene. Disse fordeler gjør Trenklin til det naturlige valget for ruteplanprosjekter og detaljerte togtiltak. At Trenklin 2 bare vurderer tilbudsendringer for tog, ikke beregner transportmiddelvalg og ikke tar hensyn til mer langsiktige atferdsdimensjoner (destinasjonsvalg, bilhold) gjør at Trenklin er lite egnet for tiltaksevaluering av transportmiddelovergrepene og langsiktige prosjekter.

Metodikken i Trenklin 2 er veldig ulik den i RTM/NTM, noe som kan øke usikkerheten om hvorvidt man rangerer ulike tiltak som er beregnet med ulike modeller på en konsistent måte. Det er en utfordring for rangering av tiltak på tvers av transportformer i NTP-grunnlagsdokument. Trenklin og RTM/NTM (inkl. trafikantnyttmodulen) bør tilpasses slik at elementene i nytteberegningen samsvarer. RTM bør forbedres slik at den (på en forenklet måte) tar hensyn til trengsel. For å tilpasse omfanget i nytteberegning mellom bil og togtiltak, bør RTM og EFFEKT skille mellom bilkjøring i kø og fri fart, og dette bør verdsettes ulikt i trafikantnyttmodulen/EFFEKT (høyere betalingsvillighet for å redusere reisetid i kø).

Trenklin 2 er en ny modell som er lite kvalitetssikret og er relativt lite testet i praksis (sammenlignet med mer etablerte modeller). Rapporten har beskrevet ulike svakheter i metodikken og problemer ved bruk av Trenklin. Ut fra disse svakhetene kan vi formulere følgende anbefalinger (i prioritert rekkefølge):

- Gjøre nivået på parameterne mer konsistent med etablerte modeller slik at rangeringen av tiltak på tvers av transportformer forbedres
 - Tidsverdi for sittende bør nedjusteres
 - Revurdere den funksjonelle sammenhengen mellom tidsverdi og reiseavstander/reisetid (bruk av logistisk funksjon antas å gjøre modellen mer konsistent med modeller som har et fast skille)
- Forbedre det empiriske grunnlaget for sentrale parametere
 - Sette i gang empiriske studier som estimerer trengselskostnader basert på nye norske data
 - Forbedre det empiriske grunnlaget for elastisitetsparameterne (prosjekt allerede igangsatt)
 - Reisehensikt og døgnfordelinger (prosjekt allerede igangsatt)
- Forbedre likevektsalgoritmen for en mer pålitelig og stabil beregning av likevekten.
- Forbedre modellering av effekten av befolkningsvekst på etterspørsel
 - Revurdere elastisitetsmodell; muligens etablere enkel frekvensmodell
- Etablere et opplegg for å ta hensyn til returreiser (reisekjeder)
- Vurdere etablering av en tilbudsmodell som forklarer togoperatørens tilpasning av setekapasitet som følge av økt trengsel som ellers vil oppstå i fremtiden pga. av befolkningsvekst

- Vurdere om man på sikt skal erstatte elastisitetsmodellen med en inkrementell logitmodell, slik at man får beregnet hvor de nye togreisende kommer fra. En slik modell vil kreve informasjon om markedsandeler til andre transportmidler, men vil trolig forbedre presisjonen i effektberegninger av togtiltak

Vi anbefaler videre at kommende versjoner av Trenklin dokumenteres på en bedre og mer omfattende måte enn det som har vært tilfelle for versjon 2. En ekstern kvalitetssikring av kommende versjoner før den brukes for offisielle transportanalyser (som i NTP) anbefales også.

Vi mener at den metodiske tilnærmingen i Trenklin 2 har stort potensial, og man bør vurdere å utvide/tilpasse modellen til å kunne også brukes for tiltak for buss og t-bane/trikk. I så fall vil også andre aktører i transportsektoren ha nytte av en videreutvikling av modellen.

9 Referanser

- Aarhaug J., Caspersen E., Fearnley N., Ramjerdi F., Ranheim P., Steinsland C. (2013) Dokumentasjonsrapport: Inkrementelle etterspørselsmodell, TØI rapport 1283/2013
- Caspersen E., Ranheim P., Aarhaug J. (2014) Dokumentasjonsrapport: Trenklin versjon 1.17, TØI rapport 1341/2014
- Flügel (2014) Accounting for user type and mode effects on the value of travel time savings in project appraisal: Opportunities and challenges *Research in Transportation Economics*, Volume 47, page 50-60
- Hulleberg N., og Flügel S. (2016) Modellberegninger Avrop 27, Arbeidsdokument 50960
- Jara-Díaz, S. R. (2007). *Transport Economic Theory*: Emerald Group Publishing Limited.
- JBV (2015) Metodehåndbok - Samfunnsøkonomiske analyser for jernbanen 2015. Jernbaneverket.
- Kroes, E., Kouwenhove, M., Debrincat, L., & Pauget, N. (2013). On the value of crowding in public transport for Ile-de-France. International Transport Forum Discussion Paper, No. 2013-18.
- Madslie A., Steinsland C., Kwong C.K. (2014) Grunnprognoser for persontransport 2014-2050, TØI-rapport 1362/2014
- Ramjerdi, F., Flügel, S., Samstad, H. & Killi, M. (2010). Den norske verdsettingsstudien - Tid. TØI rapport 1053b/2010
- Ranheim (2016) Trenklin versjon 2.8: Inkrementell etterspørselsmodell for jernbanetraffikk, Utkast per 8.02.2016
- Rekdal J., Odd I. Larsen, Arne Løkketangen og Tom N. Hamre (2012a) TraMod_By Del 1: Etablering av nytt modellsystem RAPPORT 1203, Møreforkning.
- Rekdal J., Odd I. Larsen, Steinsland C., Zhang W., Hamre, T.N. (2012b) TraMod_By Del 2: Delrapport 2: Eksempler på anvendelse RAPPORT 1206, Møreforskning
- Steinsland C. (2012). Rutevalg i Cube Voyager. TØI-arbeidsdokument 50151
- SVV (2015) Nye-kostnadsanalyser ved bruk av transportmodeller, rapport 364
- Wardman, M., Whelan G. (2011). "Twenty Years of Rail Crowding Valuation Studies: Evidence and Lessons from British Experience, *Transport Reviews: A*, 31:3, 379-398. DOI: 10.1080/01441647.2010.519127
- Vista Analyse (2014) Veileder, regnearkmodell for nytte / kostnadsanalyser, Vista Analyse AS
- Vista Analyse (2015) KVVU Oslo Navet- Samfunnsøkonomisk analyser Vedlegg til konseptanalyser ISBN: 978-82-7281-228-6

Vedlegg

Vedlegg A: Tilbakemeldinger fra JBV på rapportutkast datert 28.9.2016

Vedlegg B: Endringer i rapportutkast etter kommentarene fra JBV

Vedlegg A: Tilbakemeldinger fra JBV på rapportutkast datert 28.9.2016

Kap 2 side 5:

Jeg er ikke enig i formuleringene her: «Trenklin er først og fremst en etterspørselsmodell, altså en atferdsmodell snarere enn et beregningsverktøy».

Jeg har selv hele tiden ønsket å utvikle Trenklin som et nytteberegningverktøy, og mener det går frem av dokumentasjonen. Målet med modellen har hele tiden vært å få en modell som så nøyaktig og konsistent som mulig beregner trafikantnytte som følge av endringer i rutetilbudet for tog. Det har også vært et mål at modellen skal kunne benyttes til å synliggjøre problemstillinger knyttet til kapasitet og trengsel. Det er mange atferdsaspekter ved modellen, som trafikantenes avveining mellom ventetid og trengsel, og etterspørselseffekten av tiltak. For disse aspektene har vi brukt eksterne kilder (som den britiske studien om trengsel og ulike kilder for elastisiteter), og denne atferden vil ha en viss betydning for beregnet trafikantnytte. Men de reisendes atferd er enkelt behandlet i modellen. For mange prosjekter (i hvert fall de Trenklin er tiltenkt) vil det være viktigere å beregne generaliserte reisekostnader konsistent og riktig i både referanse og tiltak heller enn å treffe eksakt på forventet etterspørselseffekt. Formuleringen kan egentlig snus, Trenklin er først og fremst et beregningsverktøy.

Ang. dokumentasjon (innledning kap 3):

Jeg må presisere at alle som har etterspurt dokumentasjon har fått dette. Tidspress har gjort det vanskelig å få ferdig en offentlig rapport. Dokumentasjonen av gjeldende Trenklin-versjon vil legges ut på Jernbanedirektoratets nye nettsider etter nyttår. Fram til da vil dokumentasjonen være tilgjengelig på forespørsel.

Om elastisiteter side 20:

Vi hadde tre kilder her, se vedlagt notat. Mulig dette ikke kom med i overleverte dokumenter. Det kan gjerne nevnes at vi ikke har brukt modellen til analyser hvor prisendringer er involvert. Vi mener ikke at -1 er riktig priselastisitet.

4.1 Trenklin i NTP 2018-2029

Jeg opplever innledende paragraf til dette delkapittelet som uheldig formulert. Jernbaneverket var nødt til å bruke RTM/ NTM i tidligere runder med planarbeidet. Motivasjonen bak å utvikle en modell som Trenklin har derimot vært at RTM/ NTM var utilstrekkelige for analyser av enkelte jernbanetiltak. Da arbeidet med grunnlagsdokumentet til NTP 2018-2029 begynte, etablerte og kalibrerte Statens vegvesen ved hjelp av konsulenter delområdemodeller fra RTM. Til tross for betydelig ressursbruk fra Statens vegvesens og konsulentenes side og konsultering av Jernbaneverket i denne prosessen, mislyktes leverandørene med å ferdigstille transportmodeller Jernbaneverket kunne anse som tilstrekkelig for planlagte analyser av jernbanetiltak. Best egnet modell var til det tidspunktet Trenklin slik at vi konkluderte med å bruke dette verktøyet så langt som mulig og forsvarlig.

4.2 Nytteelementer fra Trenklin

Også billettinntekter beregnes gjerne i Trenklin.

5 Konsistens bruk

Side 33 om Parameter i atferdsmodellen: Det er viktig å presisere at atferdsmodellen kun er en del av sammenhengen som til slutt gir tiltakseffekt for kollektiv i modellen. Min erfaring er at algoritmene og prosedyrene som til slutt gir generaliserte kostnader før og etter tiltaket og som fordeler de reisende på ulike ruter vil være vel så viktig.

En annen sak er at parameterne i Tramod_by var viktigste kilde til elastisitetene vi brukte i Rutemodellprosjektet.

5.2 side 33. Argumentet for å bruke samme verdier i atferd og evaluering kan gjerne tas med i rapporten, det er noe jeg fremhever i dokumentasjonen. Ulikhet her er en forklaringsfaktor på hvorfor RTM med trafikantnyttmodulen kan gi fortegnseffekt i nytten på sonerelasjoner ved tilbudsendringer. Også nevnt på side 36.

Til oppsummeringen: Jeg har kommunisert på prosjektmøter betydningen av forskjeller i tidsverdi mellom Trenklin og andre modeller. Mine nyanseringer er ikke blitt med i rapportutkastet. Det er litt enkelt å si at tidsverdinivået var høyere i Trenklin sammenlignet med offisielle verdier. Det kan gi inntrykk av at tidsverdier gjennomgående var høyere, mens det i virkelighetene kun var enkelte tidsverdier som lå for høyt. Og at disse forskjellene sannsynligvis ikke har slått betydelig ut i analysene. Først og fremst er det kun tidsverdier for ombordtid som er oppjustert. Og selv for ombordtid er tidsverdien lik anbefalt metodikk i tilfeller at det ikke er trengsel om bord. Det vil si at det kun er i tilfeller av reisetidsbesparelser i områder med trengsel at nytten vil bli høyere enn ved bruk av offisielle verdier.

Når offisielle verdier heller ikke nedjusteres for tilfeller uten trengsel, er det misvisende å skrive som på side 42 at tidsverdien for sittende er 70 % for høy for sittende, særlig da Trenklin her sammenlignes med andre tilnærminger som ble brukt på tidspunktet. Mer riktig formulering er at offisielle tidsverdier er rundt 70 % for høye for sittende og for sittende er Trenklin sine tidsverdier de samme som de offisielle.

6.9 Befolkningsvekst og trengselsnivå

Delkapittelet her reiser en interessant problemstilling, men resonnetet blir ikke helt riktig fordi økninger i kapasitet bør ses på som et tiltak som analyseres på forhånd og ikke noe som vil skje av seg selv. Kapasitetsøkninger er kostnadskrevende og krever i mange tilfeller omfattende investeringer i infrastruktur. Gjelder også 7.2.2.

7 Drøfting av bruk

Det er slik jeg ser det feil at Trenklin følger en egen metodikk som ikke kan sammenlignes med andre tilnærminger. Som nytteberegningsmodell følger Trenklin overordnet sett helt standard metodikk:

- Inndeling av det relevante området i delmarkeder
- Utregning av nytte for hvert delmarked ved hjelp av trapesformelen

Dette tilsvarende metodikken i RTM/NTM, forskjellen er at RTM opererer med mange flere delmarkeder, mens Trenklin kun har med to marked for tre reisehensikter. Markedene i Trenklin er kun togreisende (primærmarkedene for jernbaneprosjekter). Måten generaliserte reisekostnader regnes ut på er annerledes enn for eksempel RTM, men etter mitt syn mer betryggende.

Kommentar på side 51 om inkonsistens når det gjelder parameterverdier: Samme som under 5.

7.1.2 Sammenlignbarhet

Tidsverdiene er som nevnt *ikke* betraktelig høyere i Trenklin enn i RTM/NTM med trafikantnyttmodul. Det er bare i enkelte tilfeller verdien blir høyere.

7.4.1 Konsistent rangering

TØI skriver at en rangering er konsistent dersom tiltak rangeres etter et kriterium som er målt/ vurdert på lik måte for alle tiltak. «Det å kunne måle 'nytte' [...] helt likt, forutsetter samme modell/ metodikk.» Resonnementet i dette avsnittet er svært overordnet, og til dels utydlig. Det å bruke ulike modeller for ulike prosjekter betyr ikke nødvendigvis en inkonsistent beregning av nytteeffekter. Det anses i denne sammenheng å være mer relevant å drøfte betydningen av nøyaktighetsnivåer for konsistent beregning og rangering. Svært forenklet sagt bestemmes den samfunnsøkonomiske nytten av et tiltak av tre komponenter: størrelsen på endringen, for eksempel reisetidsreduksjonen, endringens verdsetting (i bunn enhetspriser), og omfanget, dvs. hvor mange som er berørt av endringen. Alle modeller som har blitt brukt til arbeidet med grunnlagsdokumentet til NTP 2018-2029 innebærer usikkerheter i flere beregnings- og modelleringsledd som TØI riktignok påpeker på side 56. Det ikke å fange opp en endring, ikke å ha en enhetspris for endringen eller ikke å inkludere endringens omfang betyr i praksis å sette én (eller flere) av disse størrelsene lik null. Som følge av det må virkningen vurderes som ikke-prissatt virkning, samtidig som usikkerheten i forhold til tiltakets effekter for samfunnet blir større, og dermed vanskeligere å håndtere i den videre politiske beslutningsprosessen. Dette vurderes som uheldig, spesielt hvis man i utgangspunktet har en metode for nettopp å vurdere virkningen som prissatt konsekvens. Beslutningsgrunnlaget blir dermed bevisst holdt på et kvalitativt lavere nivå enn nødvendig.

Generelle tilbakemeldinger og oppfølgingspunkter til diskusjon

Konseptuelt ikke mulig å få fullstendig konsistens mellom nytteberegning for kollektiv og bil. Metodikken må være annerledes. Det er heller ikke slik at å bruke samme modell sikrer konsistens i beregningene. Å bruke ulike modeller kan gi bedre konsistens enn å bruke samme modell og motsatt, det kommer helt an på tiltaket og modellene som vurderes brukt.

Jeg ønsker å utfordre TØI på å beskrive hvordan RTM i CUBE regner ut gk, (alle trinn i modellen) og hvordan dette til slutt blir evaluert (Side 34, avsnitt om gk utregning i cube). Beskriv da hvordan kollektiv-algortimene jobber, herav betydningen av inngangsparametere, Cube sin «bundling» av kollektivruter etc, og videre bruk inn i trafikantnyttmodul. Eksempler med ulike togtiltak, som de gjort i R2027 ville vært opplysende. Dette kan godt utbroderes litt i detalj. Siden selve beregningen av generaliserte kostnader er veldig viktig når modellresultater skal brukes inn i en nyttekostnadsberegning TØI resonnerer seg i kapittel 8 *Konklusjoner og anbefalinger* fram til at også RTM bør forbedres. Det tilsier at RTM og TRENKLIN har hver sine bruksområder, fordeler og ulemper. En tilsvarende vurdering for RTM/ NTM som denne for Trenklin kan det bidra til å kaste lys over hvilke modeller som kan være fornuftig å bruke til forskjellige analyser. Uten å ta konklusjonen på forskudd, kan det i den sammenheng også vurderes om og i hvilken grad eksisterende og fremtidige modeller bør kombineres med hverandre.

Den metodiske tilnærmingen i Trenklin bør dessuten tilsi at også andre aktører i transportsektoren har nytte av å videreutvikle modellen, og teste dens funksjon på andre områder enn tog. Dette perspektivet er dessverre ikke belyst i forliggende notatutkast ennå, men kan med fordel utdypes.

Utarbeidet av Patrick Ranheim med innspill fra Christoph Siedler 14.10.2016.

Vedlegg B: Endringer i rapportutkast etter kommentarene fra JBV

JBV (vedlegg A): Jeg er ikke enig i formuleringene her: «Trenklin er først og fremst en etterspørselsmodell, altså en atferdsmodell snarere enn et beregningsverktøy».

TØI: Vi har justert setningen og ha presisert vår vurdering i fotnote 2.

JVB (vedlegg A): Vi hadde tre kilder [for elastisitetsparameterne]

TØI: De tre kildene er nevnt nå i avsnitt 3.6.3.

JVB (vedlegg A): Det kan gjerne nevnes at vi ikke har brukt modellen til analyser hvor prisendringer er involvert. Vi mener ikke at -1 er riktig priselastisitet.

TØI: Vi har tilføyet en setning om det.

JBV (vedlegg A) «Trenklin i NTP 2018-2029: Jeg opplever innledende paragraf til dette delkapittelet som ubeldig formulert».

TØI: Vi har tatt ut setningen som kan oppleves uheldig formulert og å satt inn JBVs forklaring i en fotnote.

JBV (vedlegg A) Nytteelementer fra Trenklin Også billettinntekter beregnes gjerne i Trenklin.

TØI: Den informasjonen er inkludert nå.

JBV (vedlegg A): Argumentet for å bruke samme verdier i atferd og evaluering kan gjerne tas med i rapporten, det er noe jeg fremhever i dokumentasjonen. Ulikhet her er en forklaringsfaktor på hvorfor RTM med trafikantnyttemodulen kan gi fortegnsfeil i nytten på sonerelasjoner ved tilbudsendringer.

TØI: Vi nevner nå regneksempler i avsnittet og har utvidet diskusjonen noe.

JBV (vedlegg A): Jeg har kommunisert på prosjektmøter betydningen av forskjeller i tidsverdi mellom Trenklin og andre modeller. Mine nyanseringer er ikke blitt med i rapportutkastet. Det er litt enkelt å si at tidsverdinivået var høyere i Trenklin sammenlignet med offisielle verdier.

TØI: Vi har endret avsnittet (nå 5.3.3). En tabell er inkludert som forsøker å nyansere/klargjøre situasjoner der tidsverdien i Trenklin ligger for høyt. For å vise at tidsverdi i RTM kan i visse situasjoner/sammenligningsgrunnlag også være for høyt har vi også inkludert RTM i tabellen.

*JBV (vedlegg A): Befolkningsvekst og trengselsnivå
Delkapittelet her reiser en interessant problemstilling, men resonnementet blir ikke helt riktig fordi økninger i kapasitet bør ses på som et tiltak som analyseres på forhånd og ikke noe som vil skje av seg selv. Kapasitetsøkninger er kostnadskrevenende og krever i mange tilfeller omfattende investeringer i infrastruktur.*

TØI: Etter vår oppfatning er kapasitetsøkninger i fremtiden sjelden gjort spesielt for referansesituasjonen (der man ofte antas «business as usual»). Vi har tilført to setningen om det i avsnitt 6.9 i et forsøk å gjøre vår argumentasjon mer tydelig.

JBV (vedlegg A): Det er slik jeg ser det feil at Trenklin følger en egen metodikk som ikke kan sammenlignes med andre tilnærminger. Som nytteberegningsmodell følger Trenklin overordnet sett helt standard metodikk...

TØI: I første paragraf i avsnitt 7.1.1. relaterte uttrykket «egen metodikk» til etterspørselsmodellering. Vi har tilført at selve nytteberegning (reischensikter, trapesformelen) følge standardmetodikk.

JBV (vedlegg A): Sammenlignbarhet. Tidsverdiene er som nevnt ikke betraktelig høyere i Trenklin enn i RTM/NTM med trafikantnyttmodul. Det er bare i enkelte tilfeller verdien blir høyere.

TØI: Vi viser til den nye tabellen 5.9 som gir oversikt av konsistens av tidsverdien i Trenklin og RTM gitt sammenligningsgrunnlaget.

JBV (vedlegg A): Konsistent rangering ... Resonnementet i dette avsnittet er svært overordnet, og til dels utydelig. Det å bruke ulike modeller for ulike prosjekter betyr ikke nødvendigvis en inkonsistent beregning av nytteeffekter. ...

TØI: Vi er enig i at avsnitt 7.4.1 (og 7.4.2 og 7.4.3) er svært overordnet og vi har nå inkludert en liten «advarsel» om det. I avsnitt 7.4.4. prøver vi å være mer konkret i forhold til Trenklin. Vi mener at ulike modeller uunnværlig vil føre til inkonsistent beregning av effekter når vi legger til grunn at konsistent beregning betyr beregning på «lik måte/med like forutsetninger». Alle modeller har ulike forutsetninger (måter man forenkler virkeligheten), det gjelder i større grad etterspørselsmodeller som vi poengterer inngår (implisitt) i nytteberegningen. I avsnitt 7.4.3 argumentere vi for at fullstendig konsistens i praksis ikke mulig slik at et krav til fullstendig konsistens ikke er hensiktsmessig. Bruk av samme modell vil dog typisk øke konsistens i effektberegning, men kan riktignok føre til at nøyaktigheten i nytteberegning går ned siden en gitt modell ofte ikke vil være «best» for flere tiltak samtidig.

JBV (vedlegg A). Jeg ønsker å utfordre TØI på å beskrive hvordan RTM i CUBE regner ut gk, (alle trinn i modellen) og hvordan dette til slutt blir evaluert (Side 34, avsnitt om gk utregning i cube).

TØI: Vi mener at en detaljert beskrivelse ikke passer inn i rapporten, men vi henviser til Steinsland (2012) for en slik beskrivelse.

JBV (vedlegg A). Den metodiske tilnærmingen i Trenklin bør dessuten tilsi at også andre aktører i transportsektoren har nytte av å videreutvikle modellen, og teste dens funksjon på andre områder enn tog. Dette perspektivet er dessverre ikke belyst i forliggende notatutkast ennå, men kan med fordel utdypes.

TØI: vi hadde allerede anbefalt å utteste/videreutvikle metodikken for andre transportmidler enn tog. Vi har nå tilføyet nytten av dette for andre aktører i transportsektoren.

Transportøkonomisk institutt (TØI)

Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

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

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

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

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

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

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

Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Gautstadalléen 21
NO-0349 Oslo

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