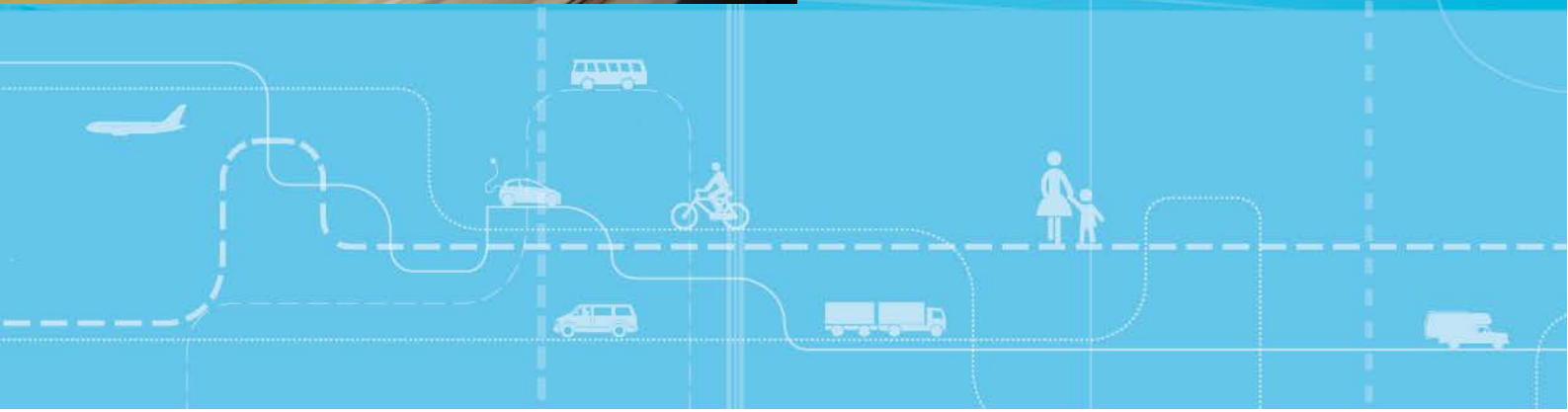


Høyhastighetstog i Sverige. Beregningsverktøy og resultater.



Høyhastighetstog i Sverige. Beregningsverktøy og resultater.

En vurdering av transport- og samfunnsøkonomiske analyser

Kjell Werner Johansen
Gunnar Lindberg

Forsidebilde: tog i full fart....

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: Høyhastighetstog i Sverige. Beregningsverktøy og resultater. En vurdering av transport- og samfunnsøkonomiske analyser

Forfattere: Kjell Werner Johansen
Gunnar Lindberg

Dato: 12.2016

TØI-rapport 1537/2016

Sider: 53

ISBN elektronisk: 978-82-480-1812-4

ISSN: 0808-1190

Finansieringskilde: Trafikverket

Prosjekt: 4346 – Uavhengig granskning av analyser for høyhastighetsbaner i Sverige

Prosjektleder: Kjell Werner Johansen

Kvalitetsansvarlig: Anne Madslie

Fagfelt: Transportmodeller

Emneord: Høyhastighetstog
Samfunnsøkonomisk analyse
Transportmodeller

Sammendrag:

Vi har vurdert to relevante modellverktøy for transportberegninger og samfunnsøkonomiske analyser av nye linjer for høyhastighetstog mellom Stockholm og henholdsvis Göteborg og Malmö. Sampers er egnet til å beregne langsiktige konsekvenser på transportetterspørsel og den geografiske fordelingen av denne av endringer i befolkningens sammensetning, størrelse og lokalisering, økonomisk utvikling, og transportsystemets utvikling. Samvips åpner for mer detaljert og realistisk modellering av kollektivruiter og dermed etterspørsel etter reiser med de ulike kollektive transportmidler, men mangler egne beregninger av samlet transportetterspørsel og hvordan tilbudet påvirker samlet etterspørsel. Samvips vil være et bedre egnet verktøy til å studere alternativer for markedets tilbudsutvikling som følge av HHT-investeringen om en ønsker det. Sampers kan da brukes til å generere samlet transportetterspørsel til Samvips.

De samfunnsøkonomiske kalkylene viser sterk ulønnsomhet for prosjektet. Det gir betydelig nytte for transportbrukere, operatører og omgivelser, men investeringskostnaden, som vurderes som realistisk, er mer enn dobbelt så stor som nytten. Supplerende analyser, følsomhetsanalyser og våre vurderinger tyder ikke på at prosjektet er samfunnsøkonomisk lønnsomt.

Title: High speed trains in Sweden. Demand modelling tools. A review of transport- and cost-benefit analysis

Authors: Kjell Werner Johansen
Gunnar Lindberg

Date: 12.2016

TØI Report: 1537/2016

Pages: 53

ISBN Electronic: 978-82-480-1812-4

ISSN: 0808-1190

Financed by: Trafikverket

Project: 4346 – Review of Swedish high-speed railways modelling

Project Manager: Kjell Werner Johansen

Quality Manager: Anne Madslie

Research Area: Transport models

Keywords: Transport model
High-speed railway
Cost-benefit analysis

Summary:

We have considered two relevant modeling tools for transport calculations and cost-benefit analysis of new lines for high speed trains between Stockholm and Gothenburg and Malmö, respectively. Sampers is liable to calculate the long-term consequences on the transport demand and the geographic distribution of this by changes in the population's composition, size and location, economic development, and transportation system's development. Samvips allows for more detailed and realistic modeling of public transport supply and thus the demand for traveling with the various lines, but lack calculations of the overall transport demand and how supply impacts total demand. Samvips will be a better suited tool to study options for the market's request for development as result of the investment. Sampers can then be used to generate overall transport demand to Samvips.

The cost-benefit calculation show strong unprofitability for the project. It gives significant benefits for transportation users, operators and third party. The investment cost is considered realistic, but more than twice as large as the benefit. Supplementary analysis, sensitivity analyses and our reviews do not indicate that the project is socio-economic profitable.

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

Transportøkonomisk institutt har fått i oppdrag fra Trafikverket i Sverige å vurdere modellverktøy som er benyttet i deres utredning om høyhastighetstog mellom Stockholm og henholdsvis Göteborg og Malmö. Videre har vi vurdert de samfunnsøkonomiske analysene av tiltaket.

Arbeidet er i hovedsak basert på dokumentstudier som består i dokumentasjon av utvikling av transportmodeller i Sverige de siste 15 årene, rapporter som beskriver noen anvendelser av disse modellene i Sverige og en rekke dokumenter som beskriver beregninger som er gjort i forbindelse med Sverigeforhandlingens forslag til høyhastighetstog som er utarbeidet i 2016.

Det har underveis i prosjektet vært et møte med Trafikverket og deres konsulenter.

Trafikverkets kontaktperson i prosjektet har vært Gunnar Isacsson. Rapporten er skrevet av Cand oecon Kjell Werner Johansen og PhD Gunnar Lindberg. Forskningsleder Anne Madslie har kvalitetssikret rapporten og sekretær Trude Rømme har stått for endelig utforming av rapporten.

Oslo, desember 2016
Transportøkonomisk institutt

Gunnar Lindberg
direktør

Anne Madslie
forskningsleder

Innhold

Sammendrag

1	Innledning og bakgrunn	1
2	Modellverktøy.....	2
2.1	SAMPERS modell for all persontransport i Sverige	2
2.1.1	Valg av hovedtransportmiddel	4
2.1.2	Rutevalg	8
2.2	SAMVIPS	9
2.3	Utenriks reiser	11
2.4	Modellstruktur og nye transporttilbud	11
2.4.1	Sampers (EMME) versus Vips	11
2.4.2	Framtidige rutetilbud realiseres i et marked	12
2.5	Hva kan spørsmålene over bety for resultatene?	15
3	Resultater fra transportmodellen	18
3.1	Markedsandeler.....	18
3.2	Fordeling av reiser på toglinjer	19
3.3	Utenriksreiser	20
4	Den samfunnsøkonomiske analysen	21
4.1	Investeringskostnader	22
4.1.1	Internasjonale erfaringer.....	22
4.2.1	Vedlikehold (underhåll), reinvesteringer og drift.....	24
4.2.2	Skattefaktor	24
4.3	Nytte for brukere.....	25
4.3.1	Reisende.....	25
4.3.2	Gods	26
4.3.3	Godskundenes betalingsvilje for transport med tog – firestegsprinsippet ..	27
4.4	Eksterne kostnader.....	29
4.4.1	Bakgrunn.....	29
4.4.2	Den enkleste konklusjonen.....	30
4.4.3	Luftforurensning og kuldioxid	30
4.4.4	Ulykker.....	33
4.4.5	Infrastruktur	34
4.4.6	Støy/Buller	36
4.4.7	Skatter, avgifter og internalisering.....	37
4.4.8	Moms	38
4.4.9	Nåverdiberegningen.....	39
4.4.10	Konklusjon eksterne kostnader.....	41
4.5	Følsomhetsbetraktninger.....	42
4.5.1	Trinnvis utbygning	42
4.5.2	Åpningsår.....	44
4.5.3	Markedspriser?	44
4.5.4	Punktlighet	45
4.5.5	«Mernytte» – «Wider economic benefits»	45
5	Konklusjoner	47
6	Referanser.....	50

Sammendrag

Høyhastighetstog i Sverige – beregningsverktøy og resultater

TØI rapport 1537/2016
Forfattere: Kjell Werner Johansen, Gunnar Lindberg
Oslo 2016 53 sider

Transportøkonomisk institutt har på oppdrag fra Trafikverket i Sverige vurdert to relevante modellverktøy for transportberegninger og samfunnsøkonomiske analyser med hensyn til anvendelse på Sverigeforhandlingens forslag til utbygging av nye linjer for høyhastighetstog mellom Stockholm og henholdsvis Göteborg og Malmö. Sampers som er Trafikverkets modell, er egnet til å beregne langsiktige konsekvenser på transportetterspørsel av endringer i befolkningens sammensetning, størrelse og lokalisering, økonomisk utvikling mht inntekter og bilnehav og transportsystemets overordnede utvikling. Herunder sammenhenger mellom transporttilbudet og den geografiske fordelingen av transportetterspørselen. Samvips åpner for mer detaljert og realistisk modellering av kollektivruter og dermed etterspørsel etter reiser med de ulike kollektive transportmidler, men mangler egne beregninger av samlet transportetterspørsel og hvordan tilbudet påvirker samlet etterspørsel.

De samfunnsøkonomiske kalkylene viser sterk ulønnsomhet for prosjektet. Prosjektet gir betydelig nytte for transportbrukere og operatører, men investeringskostnaden, som vurderes til et rimelig realistisk nivå, er mer enn dobbelt så stor. Modellen har egenskaper som sannsynligvis bidrar til å overvurdere prissatt nytte for enkelte elementer og å undervurdere andre. Enkelte elementer av eksterne kostnader er feil eller burde vært håndtert annerledes uten at det påvirker samlet nytte vesentlig. Enkelte virkninger som er svakt eller ikke håndtert i modellen, er belyst ved supplerende analyser og følsomhetsanalyser. Det første forsøket på å beregne verdien av bedre punktlighet tyder på at denne kan være vesentlig. En del utenrikstrafikk er ikke med i beregningene. En supplerende analyse viser relativ beskjeden nytte, men her tror vi potensialet er større. En følsomhetsanalyse der HHT får langt høyere takster enn andre tog – i tråd med erfaringer, tyder på at dette kan spise opp mye av nytten.

Dynamiske virkninger i transportmarkedet der aktører innenfor tog-, fly- og bussmarkedet gjør mer kortsiktige tilpasninger av priser og rutetilbud enn det som fanges med ett rutetilbud i Sampers, kan være vesentlige. Dette henger sammen med hvilke reguleringer en vil ha av transportmarkedet generelt og for togmarkedet spesielt i Sverige i mange tiår framover. Samvips vil være et bedre egnet verktøy til å studere alternativer for markedets tilbudsutvikling som følge av HHT om en ønsker det. Sampers kan da brukes til å generere samlet transportetterspørsel til Samvips.

Modellene Sampers og Samvips er forskjellige, men har mye felles. Sampers er et komplett modellsystem som på en konsistent måte, med utgangspunkt i befolkning og andre sonedata og et definert transporttilbud som er beskrevet ved veg- og kollektivlenker, kollektivruter med frekvenser, kjøretider og stoppmønstre, knytter sonene sammen og beregner transportetterspørsel under alternative forutsetninger. Sampers struktur, med valg av «hovedtransportmiddel» for hele reisen, er begrensende fordi kombinasjoner av ulike transportmidler ikke er mulige reisemåter. Benyttet versjon av Sampers tar ikke eksplisitt hensyn til rutetabellene når reisevei i kollektivsystemet velges og benytter en «optimal strategy» algoritme for fordeling av reiser mellom alternative reiseveier. Takster er definert i sone-til-sone matriser for hvert transportmiddel og uavhengig av rute. På relasjoner der det er alternative attraktive ruter, fordeles reisene proporsjonalt med avgangsfrekvensen på disse rutene. For mange turer kan da fordeles på ruter med høy frekvens, men lang kjøretid.

Samvips trenger eksogent gitte etterspørselsmatriser som beskriver samlet etterspørsel etter persontransport mellom sonepar og fordeler denne på bilreiser og de kollektivruter som er tilgjengelige. I foreliggende analyser med Samvips er disse matrisene hentet fra Sampers. Samvips fordeler turene på de reiseveiene som er tilgjengelige på et sonepar utfra hver rutes frekvens, rutetabell, reisetid og pris, uavhengig av transportmiddel. En reise kan da bestå av flere deler med ulike transportmidler. F.eks. kan en benytte buss–fly-tog på en reise. Rutevalget i Samvips skjer på basis av generalisert reisekostnad for hvert alternativ, der tidskomponentene kan vektas med de samme ASEK verdiene for ulike trafikantgrupper som også brukes til nytteberegningene.

Sampers kan beregne konsekvenser på transportetterspørsel av befolkningsvekst, endringer i befolkningens sosioøkonomiske sammensetning, bilinnhav og lokalisering av bosteder og arbeidsplasser i et langsiktig perspektiv. Dette har stor verdi når en skal lage langsiktige prognoser som grunnlag for å dimensjonere og utvikle transportsystemet. Samvips mangler dette.

Begge modellene er etterspørselsmodeller der transporttilbud og priser må defineres eksogent og ganske detaljert. Dette er krevende og ofte undervurderte oppgaver der feil, unøyaktigheter og inkonsistens mellom måten ulike deler av nettverket er kodet på, kan få stor innflytelse på resultatene som beregnes.

Samvips har muligheter for en mer detaljert – og realistisk behandling av kollektivtilbudets betydning for etterspørselen og fordeling av denne på ulike linjer. Dette kan være viktig for realistiske beregninger av etterspørsel og nytte av HHT. Dette er spesielt relevant om en vil vurdere alternative modeller for bruken av nye baner mht reguleringsregime for selskaper som opererer togene, som krav til stopp, åpningstid, prissetting mv.

Transportberegningene som nå er utført av Trafikverket med Sampers, ser ut til å gi høye markedsandeler for høyhastighetstogene (HHT) mellom Stockholm og henholdsvis Malmö og Göteborg. Begrensningen som er anført mht rutevalg i Sampers, ser ikke ut til å gi urealistisk store andeler på ruter med relativt høy frekvens og lengre reisetider enn HHT. Begrensningen til hovedtransportmiddel i Sampers der det ligger faste matriser for tilbringerreiser med tog til flyplass, fører imidlertid til at nye HHT-reiser i kombinasjon med andre transportmidler enn tog ikke kommer med. Hvor mye dette kan utgjøre har det ikke vært mulig å finne ut av fra det foreliggende materialet. Samvips kan benyttes til kompletterende analyser for å få en ide om dette.

Sampers er en etterspørselsmodell der tilbudet er eksogent gitt. Ny infrastruktur åpner for nye markedstilpasninger både innenfor tog-, fly- og bussmarkedet. Det er neppe realistisk at antall flyavganger mellom byene opprettholdes med HHT. Redusert frekvens i luften kan derfor gi enda større reduksjon i etterspørselen etter flyreiser enn det som er modellberegnet.

Markedsbasert differensiert prissetting av ulike reisealternativer der HHT togene prises høyere enn andre tog, vil ventelig gi lavere etterspørsel for HHT enn de foreliggende analysene viser. Dette er det mulig å se nærmere på ved bruk av Vips, mens Sampers ikke er egnet.

Hverken Sampers eller Samvips modellerer tilbudsutviklingen. Samvips kan være egnet til å vurdere alternative konsepter mht regulering av tilgang til banene, prissetting mv.

Utenriksreiser er relevant og har potensielt stor betydning mot Kastrup og København hvor reisene i Sampers har fått startpunkt i Malmö. HHT kan gi Kastrup økt betydning som flyplass for Sverige sydvest for Stockholm og for reiser mellom Stockholm og Københavnområdet. Samvips kan være egnet til å studere dette nærmere.

Samfunnsøkonomisk analyse er utført for et sammenligningsalternativ og et alternativ med HHT til både Göteborg og Malmö. Til tross for at det analyserte alternativet gir høy utnyttelse av togene og betydelige nyttegevinster viser beregningene at konseptet er ulønnsomt. Den enkle forklaringen på dette er at investeringskostnaden på nominelt 233 milliarder kroner, er svært stor. Sammenlignet med HHT prosjekter i andre land, har HHT-alternativet middels kostnad per kilometer. Gitt øvrige komponenter i nyttekostnadsanalysen, må investeringskostnaden mer enn halveres for å få positiv nettonytte av prosjektet. Dette må ansees som lite realistisk uten at prosjektet endres drastisk.

Vedlikeholds-, drifts- og reinvesteringskostnader av infrastrukturen utgjør 7,5 prosent av investeringskostnaden og er på et rimelig nivå sammenlignet med noen europeiske erfaringstall.

Forutsetninger og enhetspriser fra ASEK 6 er benyttet og dette anser vi som gode og relevante prinsipper. Den største posten i nytteberegningene er nyttan for reisende og denne bygger på Sampers. Sampers får ikke fullt ut med seg lange reiser over flere transportmidler og heller ikke alle relevante reiser over Øresund. Dette er etter vår vurdering hver for seg begrensede størrelser i forhold til den brukernytten som er beregnet, men kan ha en viss betydning. WSP har anslått nåverdien av konsument- og produsentoverskudd av nye reiser til Kastrup/København til knapt 9 milliarder SEK.

Mulige og sannsynlige markedstilpasninger av rutetilbud og priser er ikke ivaretatt. Redusert flytilbud kan gi noen flere togpassasjerer, men også nyttetap for de som flyr. Markedstilpasning av priser kan gi mindre nyttegevinster enn beregnet for HHT passasjerer, men noe kommer opp som økt produsentoverskudd for togselskapene. Selskaper som kjører langsommere tog får sterkt redusert trafikk og kan svare med reduserte priser og antall avganger. Selskap som kjører HHT kan i sin markedstilpasning ønske færre stopp og dermed få enda større reisetidsgevinster for mange passasjerer og redusere egne kostnader. Følsomhetsanalysen som er gjennomført med en aggregert og forenklet metode viser, at om alle prisene øker slik at hele verdien av reisetidsbesparelesene tas ut i økte priser med ASEKs tidsverdier, spises hele konsumentoverskuddet opp. Kun ca 1/3 av det tapte konsumentoverskuddet dukker opp igjen som økt produsentoverskudd gjennom økte billettinntekter og reduserte kostnader. Denne enkle analysen viser at forutsetninger om markedet er svært viktige for virkningene av HHT.

Nytteberegningene har i utgangspunktet ikke vurdert om mer infrastruktur påvirker togenes punktlighet. Trafikverkets følsomhetsanalyse som er gjennomført med en første versjon av en ny metode for å kvantifisere og verdsette dette, gir en punktlighetsnytte på 577 millioner kroner i 2040 eller 21,4 milliarder kroner i nåverdi.

Slik godsnyttan er beregnet fylles hele den økte togkapasiteten opp fordi dette i godsmodellen er billigere transporter enn alternativene for relevante kunder. Dette er ikke nødvendigvis realistisk. Om kapasitetsøkningen er realistisk, er det større sannsynlighet for lavere enn for høyere godsnytte enn det som er beregnet. Trafikverket har gjort en alternativ beregning der en benytter frigjort kapasitet på eksisterende baner til persontog. En finner da nyttevirksomheter i samme størrelsesorden som godsnyttan. Dette er en alternativ måte å realisere nytte av HHT på eksisterende baner på som også er relevant.

De eksterne kostnadene som er prissatt, er luftforurensning og CO₂-utslipp, ulykker, infrastrukturslitasje og støy. Disse summerer seg til 9 prosent av de samlede nettoeffektene med en nåverdi på 16,2 milliarder. Noe overraskende utgjør redusert støy fra lastebiler 2/3 av nytten samtidig som det ikke er regnet støykostnader for HHT. Overraskende fordi transportene som blir overført fra veg til bane for det meste vil gå *mellom* bebodde områder.

Lastbilgodset som overføres til jernbane utgjøres av varer som oftest skal distribueres med bil i endene av jernbanetransportene. Hvis vi korrigerer for dette, reduseres nytten med 410 millioner kroner i 2040. Vi finner videre en mulig dobbeltregning der slitaskostnader for jernbanen er medtatt som ekstern kostnad for HHT samtidig som vedlikeholds- og reinvesteringkostnader er tatt med som direkte kostnader. Dette utgjør 294 millioner kroner. Med disse korreksjonene reduseres nettoinntekten med 52 millioner kroner i 2040, dvs ca 1,4 milliarder kroner mindre i nåverdi.

Kun ett alternativ er vurdert. Dette strider mot 4-trinnsprinsippet for å vurdere enkle løsninger på transportutfordringer før man ser på de tunge investeringene. Spesielt for godstransporten er vi usikre på om det ikke finnes langt billigere løsninger enn å frigjøre eksisterende baner ved å bygge HHT for persontransporten. Årlige investeringer i 15 år før noe nytte realiseres, betyr betydelige rentekostnader for investeringen. Vi har laget et enkelt regneeksempel der vi deler prosjektet i 2 deler slik at 7/15 deler av prosjektet får nytte etter 7 år og 8/15 etter 8 år. Dette reduserer «ulønnsomheten» fra – 253 milliarder kroner til – 202 milliarder kroner og brøken fra -0,63 til -0,57. Denne analysen indikerer også at prosjektet blir mindre ulønnsomt jo lengre man venter med å realisere det. Om man går videre med planlegging av HHT, bør man se etter muligheter for å dele prosjektet i deler som gjør det mulig å realisere nytte på delsteking før hele prosjektet er ferdig.

Vesentlige nyttevirksomheter som ikke er kvantifisert eller prissatt er såkalte netto ringvirkninger. Dette er produktivitetsvirkninger som oppstår når transportforbedringer gir større markeder. For HHT er dette i første rekke virkninger gjennom arbeidsmarkedet. Trafikverket har i en følsomhetsanalyse antatt at denne «mernytten» tilsvarer et tillegg på 50 prosent på tidsverdien for arbeidsreiser. Dette gir et tillegg på ca 4 prosent eller 5 milliarder kroner i nåverdi på brukernytten. I Norge har det vært stor interesse for slike virkninger de siste årene. Det er faglig konsensus om at slike virkninger eksisterer, men svært sprikende resultater i de beregningene som er foretatt i ulike fagmiljøer. Hansen (2016) har beregnet slike virkninger for 15 veg- og baneprosjekter i Nasjonal Transportplan med en generell likevektsmodell og finner at slike netto ringvirkninger varierer mellom 2 og 23 prosent av beregnet brukernytte i disse prosjektene. Gitt de beregningene av nytte og kostnader som Trafikverket har gjort, må netto ringvirkninger av HHT være langt høyere enn beregnet nytte for at prosjektet skal oppnå lønnsomhet.

1 Innledning og bakgrunn

I Sverige diskuteres det om en bør bygge nye strekninger for høyhastighetstog (HHT) som knytter sammen Stockholm og henholdsvis Göteborg og Malmö med nye linjer. Dette er et svært stort prosjekt og det gjøres omfattende utredninger i regi av Trafikverket. Det er stor offentlig interesse for prosjektet og valg av metode og forutsetninger for å gjøre transport- og samfunnsøkonomiske beregninger er omstridt.

Transportøkonomisk institutt har fått i oppdrag av Trafikverket å vurdere to systemer for transportmodellering og samfunnsøkonomiske beregninger for tiltak i transportsektoren: Sampers/Samkalk og Samvips/Samek. Formålet er å vurdere fordeler og ulemper med de to systemene i samband med HHT-utredningen og hvilke typer analyser de to systemene egner seg best til. Vurderingen har også som formål å vurdere i hvilken grad de to systemene kan kombineres.

Videre skal vi granske de samfunnsøkonomiske kalkylene og analysene som er utført av Trafikverket av «Sverigeforhandlingens» forslag til utforming av HHT. Vi skal både se på Trafikverkets samfunnsøkonomiske kalkyler der komponentene kommer fra Sampers/Samkalk, og de som er håndtert utenfor dette systemet. Dette omfatter rimelighetsvurderinger av størrelser på tallene i hovedberegningene så vel som følsomhetsanalysene.

Oppdraget omfatter også kompletterende analyser av mulige punktlighetsgevinster og effekter for flymarkedet.

Endelig skal vi foreslå forsknings- og utviklingsoppgaver som forbedrer dagens verktøy mht å gjennomføre analyser av denne typen.

Denne rapporten legger hovedvekten på de to første oppgavene, men berører langt på vei også de to siste.

I kapittel 2 går vi igjennom generelle egenskaper som struktur og oppbygging av modellsystemene. I kapittel 3 gjør vi en overordnet vurdering av resultatene og i kapittel 4 vurderer vi resultatene av den samfunnsøkonomiske analysen, med referanse til spørsmålene i kapittel 2 og 3 der det er relevant.

Vi har basert arbeidet på bakgrunnskunnskap om transportmodeller og samfunnsøkonomiske analyser innen transportsektoren. Det har vært nødvendig å bruke relativt mye tid på studie av rapporter og ulike dokumenter som omhandler Sampers og Samvips. Denne dokumentasjonen har det dels vært vanskelig og tidkrevende å få tak i. Systemene har vært utviklet og brukt over lang tid hvor enkelte nyutviklinger er tatt i bruk, mens andre er prøvd ut og valgt vekk. Vi har derfor hatt et underveismøte med Trafikverket og sentrale konsulenter og i løpet av høsten har vi mottatt sentrale dokumenter fra, og hatt samtaler med, ressurspersoner med Samvips kompetanse.

Vi må likevel ta forbehold om at det finnes sentrale dokumenter om modellene som vi ikke har fått tak i.

2 Modellverktøy

Sampers er Trafikverkets offisielle analyseverktøy for overordnede transportanalyser og består av moduler for kortere daglige regionale reiser og en modell for lange nasjonale reiser som innebærer at en er på reise en eller flere dager. Modellen for lange nasjonale reiser er mest relevant her.

Samvips har vært benyttet i flere jernbaneutredninger i Sverige tidligere. En viktig del av Samvips er Vips-modellen som nå er overtatt av tyske PTV og integrert i programvaren Visum (PTV 2015). I rapporten skriver vi «Samvips» selv om konteksten kan være tidligere anvendelser av Vips eller framtidige anvendelser hvor Visum er mer aktuelt.

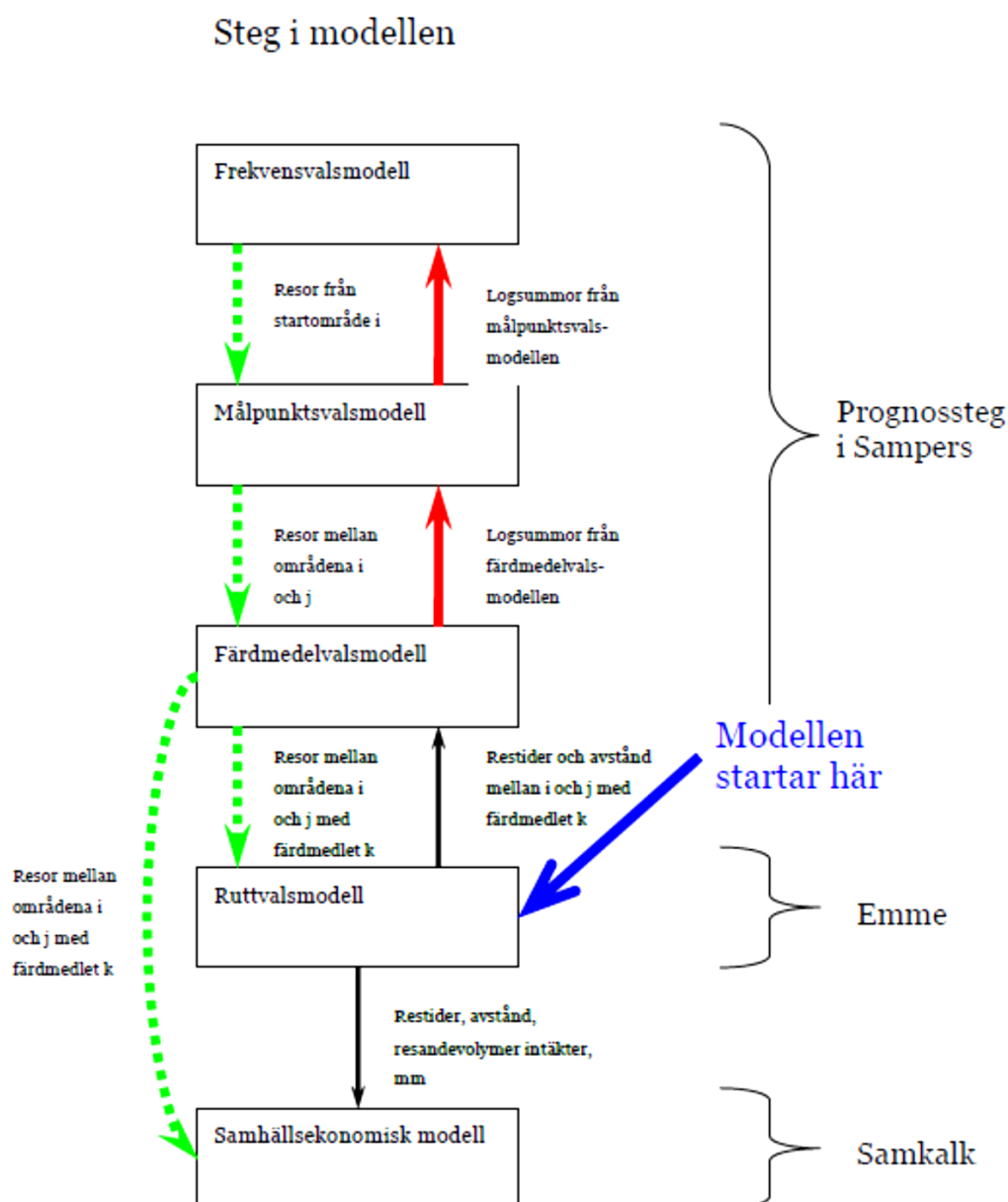
2.1 SAMPERS modell for all persontransport i Sverige

Transportetatene i Sverige har fra 1990 tallet utviklet et modellsystem, Sampers for persontransporter som dekker både lange, nasjonale reiser og regionale reiser (Algers m fl 2009). Modellsystemet har vært utviklet i flere trinn og siste versjon 3.3, er fra mars 2016 (Trafikverket 2016a).

Modellsystemet bygger på nasjonal reisevaneundersøkelse (RVU) og relativt detaljert beskrivelse av transportnettverket i Sverige, der infrastrukturen er kodet i form av lenker for veg, jernbane og fly. På aktuelle lenker er det kodet kollektivlinjer med kjøretider, stoppesteder/stasjoner i noder, tid mellom avgangene og type kjøretøy med kapasitet. For biltrafikken er det kodet hastighet og kapasitet i form av forsinkelsesfunksjoner. Dette nettverket binder sammen knapt 700 soner i den nasjonale modellen. Sonene inneholder befolkning med kjennetegn og attraktivitetsvariable som arbeidsplasser mv.

For å beskrive transportadferden har man koblet sammen reisene som er registret i RVU med transporttilbudet mellom aktuelle soner med alle tilgjengelige transportmidler. Disse dataene er benyttet til å estimere «nested logit modeller» for ulike reisemål. I den nasjonale modellen er dette tjenestereiser, arbeidsreiser og andre private reiser. Det er estimert parametre i logitmodellene for valg av reisefrekvens, destinasjon og transportmiddel. De estimerte parametre er så implementert i en beregningsmodell som også inneholder et rutevalgstrinn der bilturer fordeles på vegnettet etter en likevektsalgoritme, bussreiser på kodede bussruter, togturer på kodede togruter og flyreiser på kodede flyruter. Denne nettfordelingen foretas i modellverktøyet EMMA (EMME/2, INRO 2009) hvor en i utgangspunktet benyttet en algoritme for «optimal strategi» for å fordele reisene på kollektivruter. Denne nettfordelingsmetoden ble i første omgang også brukt til å beregne transportstandardvariablene som sammen med RVU dannet datagrunnlaget for estimering av logitmodellen for valg av reisefrekvens, destinasjon og transportmiddel. Sampers utgjør dermed et modellsystem som er konsistent på sine premisser. En prinsippsskisse over beregningsgangen i Sampers (Trafikverket 2016a) er gjengitt nedenfor.

Valget mellom de ulike rutegående transportene skjer altså i to av modellens trinn. Først velges et hovedtransportmiddel (buss, fly, tog...), deretter fordeles turene for hvert enkelt sonepar på ruter med hvert transportmiddel. Når Sampers brukes til vurdering av såpass vesentlige endringer i tilbudet for rutegående transport blir dermed disse trinnene ekstremt viktige.



Figur 1: Beregningsgangen i SAMPER, (Trafikverket 2016a).

Det siste trinnet i figuren, Samkalk er en påbygning til selve transportmodellen. Samkalk benyttes til å beregne trafikantnytte, billettinntekter, driftskostnader for kollektivselskapene osv basert på fysiske størrelser som antall reiser per sonepar og generaliserte kostnader (driftskostnader for personbil, kjøretider, billettpris, ventetid, bytter og tilslutningstid for

kollektivreiser) per sonepar med hvert transportmiddel. Siden disse størrelsene er på matriseform for hvert alternativ, kan trafikantnyttene beregnes med «trapesregelen» (TROH The rule of half) for hvert hovedtransportmiddel. Kostnader til å drive rutetilbudet kan kalkuleres fra de kodede kollektivrutenes kjøretider, reguleringstider, distanser, frekvenser og kjøretøytyper. Således er det konsistens mellom transportberegningene og beregningene av nytte og kostnader i Sampers.

Samkalk benytter forutsetninger om verdsetting av reisetid, frekvens mm fra ASEK 6.0 (Trafikverket 2016e).

I Sampers verdsettes reisetid, ventetid, tilslutningstid etc implisitt siden disse variablene inngår i de lineære nyttefunksjonene i logitmodellene sammen med pris/kostnad. Tidsverdiene i ASEK 6.0, som brukes til å verdsette reisetiden i nytteberegningene bygger på en egen verdsettingstudie og avviker fra de implisitte verdiene i Sampers. Dette er en form for inkonsistens idet de verdiene som bestemmer adferden i Sampers avviker fra den samfunnsøkonomiske verdsettingen i Samkalk.

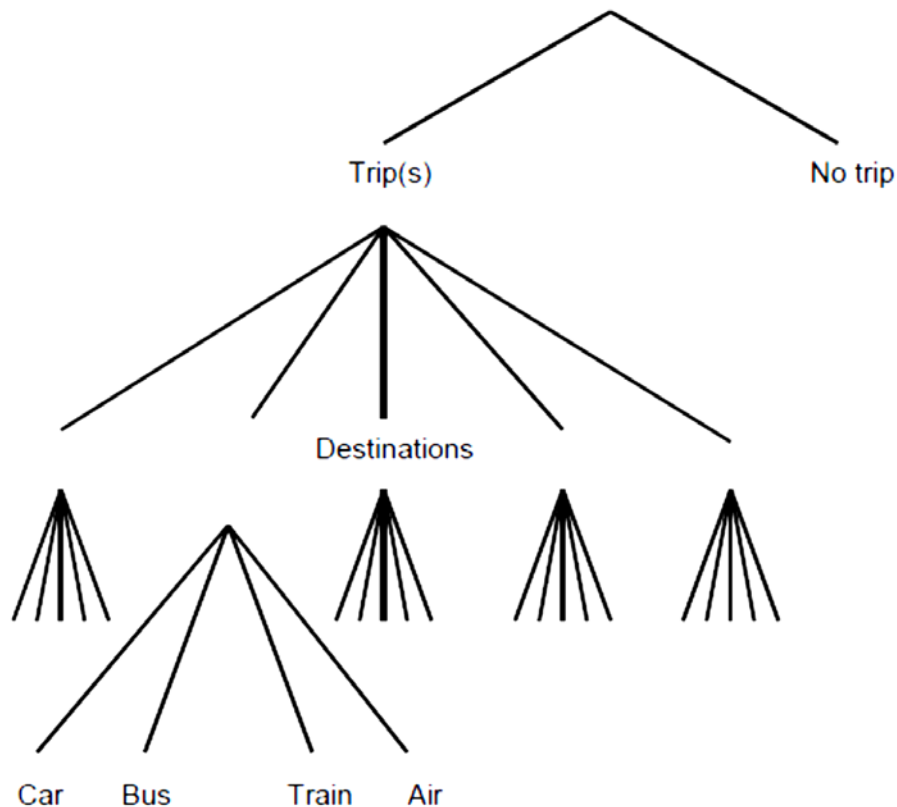
I en ideell modell (eller verden) burde disse være like. Det kan likevel argumenteres for at det er riktig å benytte avvikende implisitte verdsettinger i valgmodellene fordi en her har flere og andre indre avveininger mellom valg og valgalternativer enn i verdsettingsstudien og at begge datamaterialer har hver sine usikkerhetsfaktorer. For tjenestereiser skal det også være slik at mens det er de reisendes implisitte tidsverdier som er relevante mht valg i transportmodellen, er det den samfunnsøkonomiske verdsettingen som skal brukes.

En paradoks inkonsistens kan oppstå pga de ulike verdsettingene av reisetidskomponentene for kollektivreiser for å beskrive adferd og for å verdsette endringer, er at en ruteendring som gir reduserte generaliserte reisekostnader for en kollektivrute (ved f eks økt frekvens) og dermed endret rutevalg i Sampers kan gi nyttetap i Samkalk og omvendt. Dette fordi den relative verdsettingen av reisetid i forhold til ventetid (eller frekvens) er forskjellig. (KTH 2013)

Modellen omfatter i utgangspunktet reiser innen Sverige. Det er senere lagt til en enkel utenriksmodul med faste turmatriser der turfordelingen ikke påvirkes av tiltak i transportsystemet i Sverige. Disse matrisene fordeles da på nettet uten at antall reiser påvirkes av tiltak i utredningsalternativet (UA). Etersom Europabanan både bringer storbyen København nærmere Sverige og gir nye reisemuligheter ut av Skandinavia gjennom flyknutepunktet Kastrup og framtidige raske togforbindelser til Tyskland, er dette en svakhet som påpekes av flere (f eks Nelldal 2016).

2.1.1 Valg av hovedtransportmiddel

Sampers er som nevnt utviklet over lang tid og i flere versjoner. Hvordan valg av transportmiddel er modellert er sentralt i modellsystemet for lange reiser hvor det kan være stor forskjell i reisetid, avgangsfrekvens, komfort og pris mellom ulike typer transportmidler. Bil, buss, tog og fly har hver for seg forskjellige egenskaper mht disse variablene. Trafikverket (udatert) beskriver langdistansmodellene (the standard model) slik:

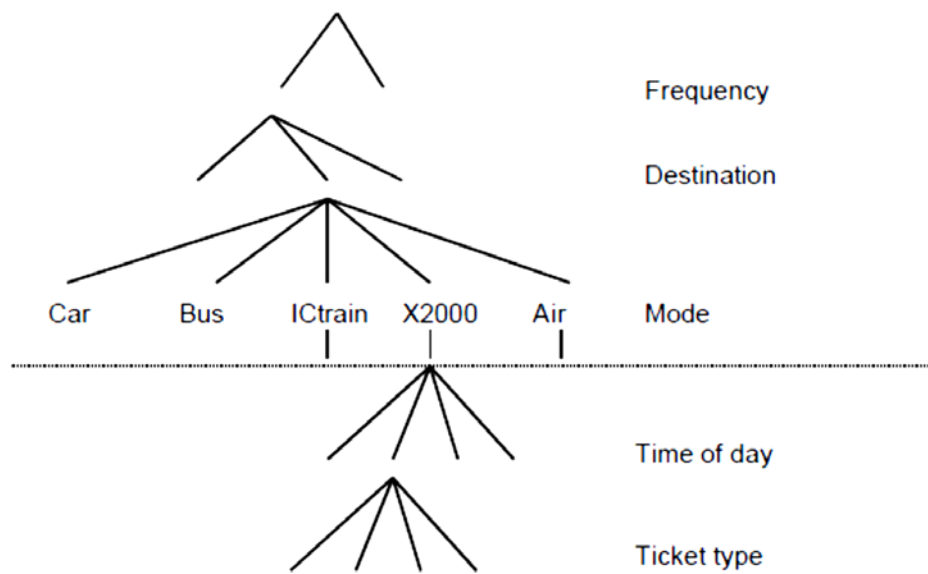


Figur 2: Valgstruktur i Sampers «the standard model» (Trafikverket, udatert)

Etablering av et nytt HHT tilbud skiller seg fra tradisjonelle tog mht reisetid, frekvens, komfort og pris mv.

Ettersom modellen opprinnelig var estimert på «revealed preferences» data (RVU), hadde en ikke grunnlag for å modellere HHT. I den grad dette transporttilbudet skiller seg kvalitativt fra togtilbudet som var kjent for de «RVU-reisende», er det ikke tatt hensyn til slike «observerte forhold» som vil ivaretas i transportmiddelspesifikke parametre i modellen. Imidlertid innførte en i Sverige «semi-HHToget» - X2000 midt på 1990 tallet. Dette reduserte reisetidene kraftig mellom Stockholm og Gøteborg og senere Stockholm – Malmö. Det ble derfor estimert modeller der X2000 er et «eget alternativ».

Det forklares at skillet mellom X2000-tog og IC-tog ikke lenger var signifikant. Videre beskrives «the extended model», der en også modellerer valg av avreise/ankomst-tidspunkt og billettype. The «Extended model» som dokumenteres i Trafikverket (udatert) har dette skillet mellom X2000 og IC-tog.



Figur 3: Valgstruktur i «The extended model» Trafikverket (udatert)

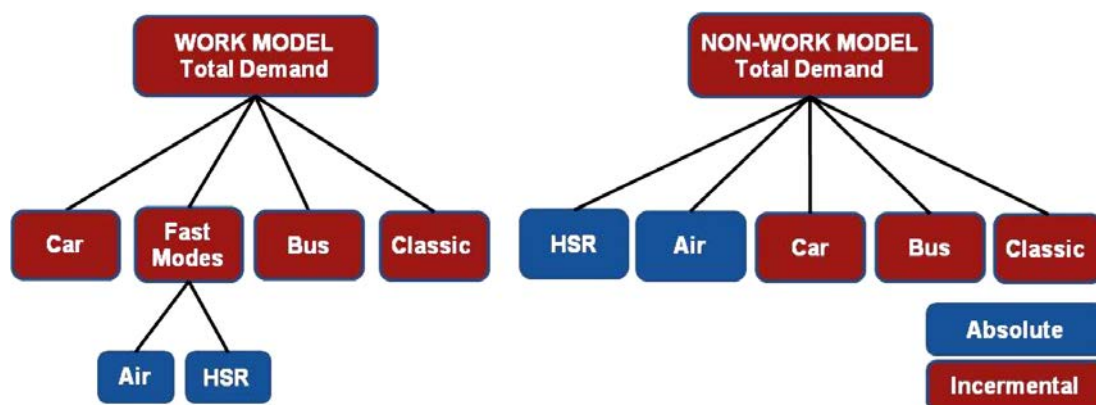
X2000 tog inngår selvstendig i transportmiddelvalget i «extended model» med en egen transportmiddelspesifikk konstant. For tjenestereiser er denne i samme størrelsesorden som for IC-tog, mens den for private reiser er om lag dobbelt så stor (i tallverdi), noe som virker kontrainuitivt (alt annet likt velges heller et IC tog enn et X2000 tog).

Den overordnede strukturen i Sampers (figur 1), innebærer at det fra rutebeskrivelsen genereres matriser med reisetider, priser, ventetider etc for ethvert par av modellens soner for *hvert hovedtransportmiddel*. Ettersom frekvens-, målpunkts- og transportmiddelvalgmodellene bruker slike trafikkstandardmatriser som er spesifikke for hovedtransportmiddelet, lar det seg ikke gjøre å beregne reiser som består av delstrekninger med flere enn ett transportmiddel. X2000 er altså bare gyldig transportmiddel mellom soner som betjenes med X2000 tog (the extended model). The standard model åpner dermed for reiser hvor en bytter mellom de to togtypene. Dette valget foregår altså i rutevalgstrinnet og ikke i transportmiddelvalgmodellen.

Noen erfaringer fra Norge

Den norske modellen for lange personreiser (NTM), ble i stor grad bygd over samme lest som SAMPERS. Transportmiddelvalget sto mellom individuell transport (bilfører eller passasjer), buss, båt, tog og fly. Modellens parametre er estimert på grunnlag av nasjonal reisevaneundersøkelse (RVU) påkodet transporttider og kostnader fra nasjonal nettverksmodell (EMME/2 eller CUBE). Transportmiddelspesifikke konstanter er dermed basert på kvaliteter («uobserverte egenskaper») ved de ulike alternativene slik «RVU-befolkningen» kjenner dem. I Norge ble NTM benyttet til vurdering av en høyhastighetslinje over Haukelifjell (mellom Oslo-området og Bergen/Haugesund) (Johansen m fl 2002). Denne analysen ga (for) lave passasjertall på høyhastighetstoget. Dette henger sannsynligvis sammen med den påpekte svakheten som ligger i at høyhastighetstog er et nytt tilbud som rimeligvis vurderes annerledes enn tradisjonelle tog i Norge. I siste versjon av NTM (NTM6) er transportmiddelvalgtrinnet forenklet til å fordele mellom fly og annen rutegående transport, slik at fordelingen mellom buss, tog og båt først foregår i delmodellen for rutevalg.

I Norge ble det gjennom 2000 tallet arbeidet hardt fra flere grupper for å promotere høyhastighetstog mellom Oslo og de største byene i Norge og Stockholm og Göteborg/København. Dette resulterte i 2 større utredninger i regi av Jernbaneverket. Tyske IWW (2007) lagde en utredning som viste svært høy lønnsomhet, men som også hadde svært alvorlige svakheter (Johansen, 2007). Den beregnede lønnsomheten medførte imidlertid at det ble satt i gang en langt grundigere utredning (se f eks Jernbaneverket, 2011). Atkins (2011) arbeidet med etterspørselsmodellering og tok utgangspunkt i NTM. Det nevnte problemet med at «tog» er tog slik det ble opplevd av RVU-respondentene ble det tatt tak i og Atkins gjennomførte en supplerende «stated preferences» undersøkelse for å kalibrere inn en ny valgstruktur i NTM for hhv tjeneste/arbeidsreiser og fritidsreiser. Denne er illustrert i figuren under, der «Classic» står for tradisjonelle tog slik vi kjenner dem i Norge i dag og HSR står for High Speed Rail (=HHT).

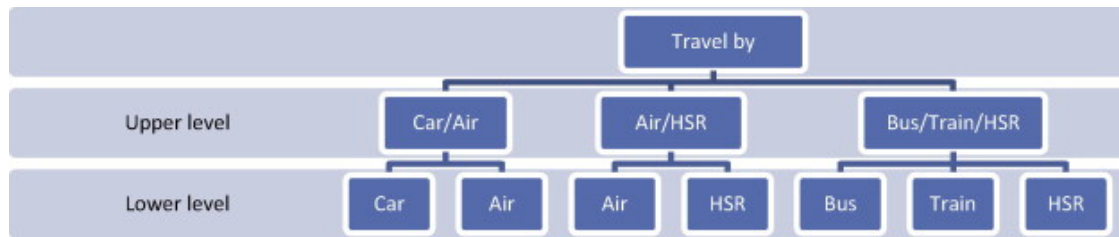


Figur 4: Struktur i «mode choice» i Jernbaneverkets høyhastighetstudning (Atkins, 2011)

Beregningene med denne modellen ga langt høyere (og mer realistisk) etterspørsel etter HHT enn de tidligere NTM beregningene.

Omtrent samtidig hadde TØI på oppdrag fra transportetatene gjennomført en reisevaneundersøkelse for lange reiser, der respondenter ble rekruttert på fly, tog, buss og bil over fjellovergangene mellom Oslo og Bergen og mellom Oslo og Trondheim (Denstadli og Gjerdåker, 2011). Her ble det og hentet inn epostadresser som muliggjorde rekruttering til en supplerende «Stated Choice» undersøkelse mht høyhastighetstog (Flügel og Halse, 2012). Flügel m fl (2015) studerer på bakgrunn av denne metodeutfordringer med å modellere transportmiddelvalg når et nytt reisealternativ som høyhastighetstog innføres. Mens RVU-data ikke gir muligheter til å estimere valgsannsynligheter for høyhastighetstoget, åpner «Stated Choice» data alene og i kombinasjon med RVU data slike muligheter.

Flügel m fl (2015) lanserer i en artikkel i *Transportation Research*, strukturene for valgmodellene i figuren under der en eksplisitt tar med HHT som valgalternativ. Dette krever selvsagt at man har data av «Stated Choice» typen for å kartlegge preferanser for et alternativ som ikke er valgbart i dag.



Figur 5: Eksempel på valgstruktur (Flügel m fl 2015)

Disse eksemplene på å kombinere RVU med data fra undersøkelser av hypotetiske valg, skiller seg fra det som ble valgt for Sampers (WSP & Analyse og Strategi, 2012), ved at en innfører HHT som helt nye valgalternativer, mens en i Sampers har benyttet Stated Choice data til å rekalkulere parametre i den eksisterende modellstrukturen. Dette kan i større grad være hensiktsmessig i Sverige hvor en jo har noen års erfaring med «semi-HHT» i drift. Nye HHT linjer i Sverige er i mindre grad et helt nytt tilbud enn det ville vært i Norge i og med at det tross alt gir en mer begrenset forbedring i forhold til eksisterende togtilbud.

Fordelene med en mer presis modell for valg av hovedtransportmiddel har potensielt en større ulempe når det kommer til rutevalg i siste trinn av modeller som Sampers og NTM. Ettersom etterspørselsmatrisene som skal fordeles på det nasjonale rutenettet er spesifikke for hvert hovedtransportmiddel (fly, buss, tog, HHT,...), får modellene heller ikke med seg reiser som kombinerer flere transportmidler. Dette har sannsynligvis begrenset betydning for de lange reisene der tog er aktuelt i Norge hvor endepunktene vil være konsentrert rundt de større byene (Oslo, Bergen, Trondhjem, Stavanger, Kristiansand) med Oslo som nav. I Sverige vil kombinasjoner av transportmidler over lange reiser sannsynligvis ha større betydning med flere by til by relasjoner mellom HHT strekningene og nord- og øst-Sverige.

Gitt strukturen i Sampers er dette en god grunn til å ha «tog» som hovedtransportmiddel i Sampers slik en har valgt i HHT utredningen.

2.1.2 Rutevalg

Mye av kritikken mot bruk av Sampers til trafikk og nytteberegninger av høyhastighetstog i Sverige knytter seg til bruk av transportmodelleringsprogrammet EMMA (INRO, 2009) til rutevalg. Her benyttes en algoritme, «optimal strategy» (Spiess og Florian, 1989) for å beskrive hvordan trafikantene velger mellom ulike «reiseveier» i kollektivsystemet som kan ha ulik kjøretid, frekvens (ventetid), gangtid, holdeplassulempe, antall omstigninger og eventuelle andre attributter knyttet til rutetilbudet. Dette er en generell beregningstruktur som brukeren må mate med parametre for vektning av vente- og gangtid, «byttmotstand» (omstigningulempe) mv.

I dette trinnet beregnes altså de generaliserte reisekostnadene for rutegående transportmidler mellom ethvert par av soner i modellen. Disse kostnadene inngår i trinnet over, transportmiddelvalgmodellen, som sender logsummer «opp» til destinasjonsvalgmodellen som fordeler reiser på sonepar og sender logsummer «opp» til frekvensmodellen (jfr figur 1). «Nedstrøms» gir rutevalgstrinnet rutevalg for gjeldende transportmidler og beregner transportarbeid, lenkebelastninger, rutebelastninger, billettinntekter og generaliserte reisekostnader til beregning av trafikantnytte i Samkalk.

Når Sampers brukes til vurdering av såpass vesentlige endringer i tilbudet for rutegående transport, blir dermed rutevalget viktig.

Widlert (2003) påpeker problemet med nettutlegging av langdistanse kollektivtrafikk i «medelalder versjonen» av EMMA. Han viser også til at det er grunner til å tro at elastisiteter

og krysselasstisiteter av reisetidsforbedringer er undervurdert i Sampers. Dette erkjennes også av Algers mfl (2009), hvor det også vises til konkret utviklingsarbeid mht HHT som var planlagt. Dette er senere gjennomført og er dokumentert i WSP og Analyse & Strategi (2012). Her ble det gjennomført «Stated Choice» undersøkelser av trafikantenes vurdering av HHT som ble brukt til reesitmere langdistansemodellen i Sampers. Denne rapporten viser at de direkte reisetidselastisitetene for tog i den nye modellen nær dobles for tjenestereiser og blir omlag 30% større (i tallverdi) totalt. Krysselasstisitetene til bil øker med mer enn 50%, mot fly med vel 60%, mens de går ned med vel 20% mot buss. Også disse endringene er betydelig større for tjenestereiser enn for øvrige formål. Så vidt vi skjønner er det denne modellversjonen som er benyttet av Trafikverkets analyser i 2016 og en del av kritikken fra Nelldal m fl (2010) er dermed imøtekommet.

WSP og Analyse & Strategi (2012) og Trafikverket (udatert) beskriver også «Extended model» der en benytter EMMA's rutefordelingsalgoritme (INRO, 2009) der en tar hensyn til «ønsket avreisetidspunkt». Denne er ikke benyttet i Trafikverkets HHT beregninger i 2016 (opplysning gitt i møte september 2016).

Ytterligere et kritisk forhold som har kobling til rutevalgmodellen er koding av tilknytningstransportene til stasjoner og flyplasser. Disse tilknytningstransportene er ofte lange og det kan være store forskjeller mellom transportmidlene mht reisetid og kostnad avhengig av hvilket transportmiddel man bruker på denne reisen, hvor lenge man er borte og om det er en reise som starter hjemme. Tilbringer i egen bil til flyplass er normalt bare tilgjengelig hjemmefra, vil ofte være raskest og man kan selv velge avreisetidspunkt, men det kan innebære en betydelig parkeringskostnad om man skal være lenge borte. I den andre enden av reisen vil man ikke ha tilgang til egen bil. Det er utviklet en mulighet for at tilbringerreisene for langdistansereisene i Sampers kan kalkuleres i de regionale modellene hvor en har et finmasket nett av kollektivruter (Algers m fl, 2009). Denne muligheten har vi fått opplyst ikke er benyttet i de foreliggende beregningene.

Til slutt konstaterer vi at de problemer som noteres i rutevalgmodellen, gjennom den konsistente struktur som finnes i Sampers, kommer «opp» i de tidligere trinnene i modellsystemet også.

2.2 SAMVIPS

Nelldal m fl (2009) redegjør for bruk av Samvips til etterspørsels- og nytteberegninger for Götalandsbanen. Vips inneholder ikke egne valgmodeller for reisefrekvens, målpunkt og hovedtransportmiddel som i Sampers. Faste reisematriser som beskriver samlet transportetterspørsel etableres utenfor selve modellen. Alle kollektivruter behandles uavhengig av om det er buss, tog, fly, tunnelbane osv. Hver rute er kodet med frekvens, reisetid, billettpriser og en «attraktivitetsfaktor» eller reisetidsvekt (Jansson m fl, 2013).

I Vips kan man også benytte rutetabeller i fordelingen på kollektivruter. På lange reiser som foregår sjelden og det er få avganger å velge mellom er rutetabellen viktigere enn i større byområder der man reiser ofte og kollektivrutene har hyppige avganger.

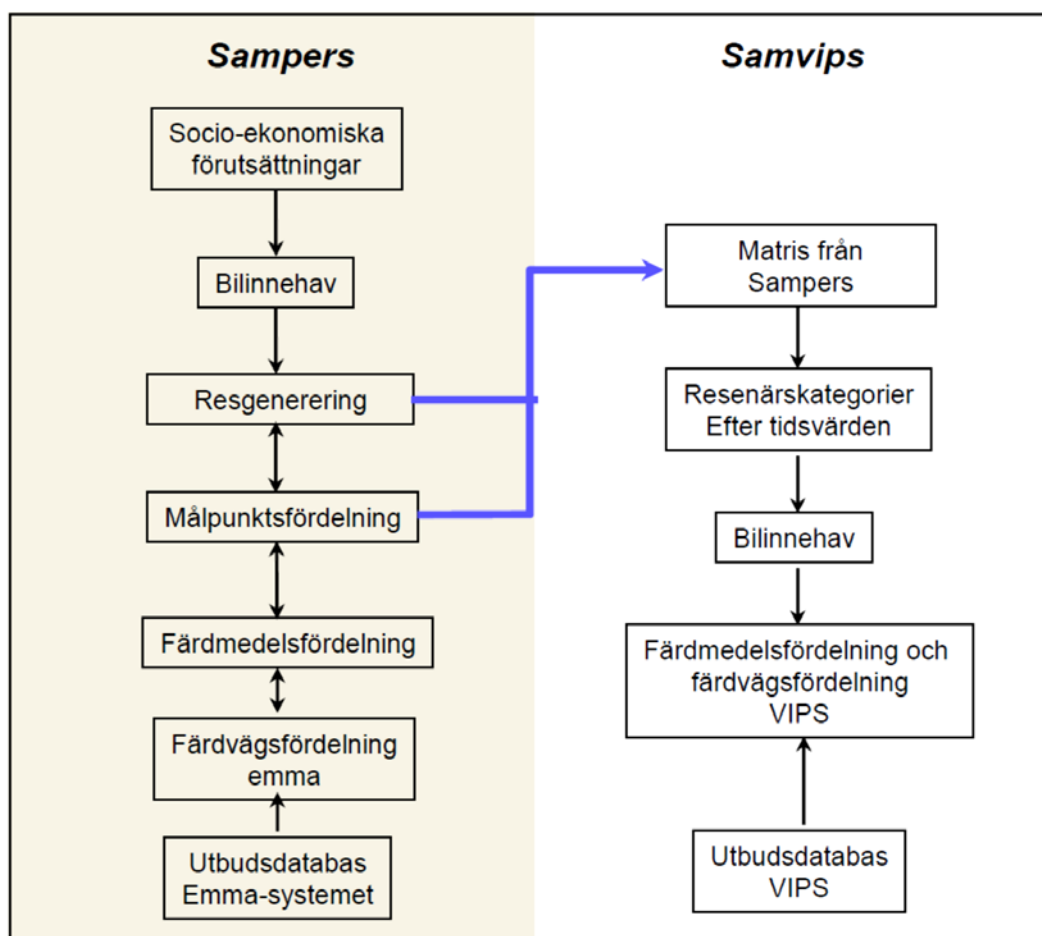
Hver av reisetidskomponentene kan vektas med tidsverdier fra ASEK for hver kategori reisende for å gi de generaliserte kostnadene som bestemmer rutevalget. Dette sørger for at det er konsistens mellom etterspørselsberegningen av reisetidsendringer og den samfunnsøkonomiske vurderingen av dem som begge kan baseres på ASEK. Med Sampers hvor det er «adferdsmodellens» relative verdsetting av reisekostnadskomponentene som bestemmer etterspørselsvirkninger av et tiltak, kan i prinsippet en ruteendring som gir økt

etterspørsel gi et beregnet nyttetap når endringene i disse komponentene etterpå verdsettes i Samkalk.

På de lange reisene er det i Vips tillatt å bytte mellom linjer som trafikkeres med forskjellige transportmiddel (buss-, tog, fly – tog, buss – fly) som er valgt på trinnet over. Dette er en styrke på lange reiser som kan bestå av flere «legs» som hver er lange og det er rasjonelt for trafikanten å f eks ta tog fra Borlänge til Arlanda for så å fly videre til Malmö.

Trafikktallene med de ulike transportmidlene er dermed et resultat av egenskaper ved den enkelte kollektivrute og alle de ulike reiseveiene som er tilgjengelige på et sonepar kommer i betraktning. Trafikantenes valg av reisevei er uavhengig av kollektivtransportmiddel. Dette er en vesentlig forskjell fra de lange reisene i Sampers der tilknytningstransportene (access/egress) til stasjoner er kritiske og der lengre reiser som omfatter flere bytter bare er tillatt innenfor én transportform. Tilbringerturene for langdistansereisene i Sampers kan kalkuleres i de regionale modellene (Algers m fl, 2009) som jo ikke inneholder lange reiser. Hvor viktig omstigninger mellom f eks en lang togreise og flyreise er i Sverige i dag har vi ikke sett dokumentert. 15% av de lange reisene er antydnet fra RVU. I praksis er det grunn til å tro at dette kan bli mer aktuelt med kombinasjoner av fly og HHT enn det er med dagens togtilbud over de lengste avstandene.

Figuren under illustrerer hvordan Samvips utnytter informasjon om samlet etterspørsel fra Sampers.



Figur 6: Sammenheng mellom Sampers og Samvips prognoseystem (Nelldal, Jansson og Halldin, 2009)

Gitt att Samvips sin modell for rutevalg er mer realistisk enn EMME/2, blir forbedringen i etterspørselsmodellen ved dette grepet noe haltende. Samlet etterspørsel er jo hentet fra Sampers der reisegenerering og målpunktsfordeling er basert på rutevalg i EMME/2.

Gitt at rutevalget i Samvips i større grad enn transportmiddel- og rutevalget i Sampers gir en realistisk (og større) etterspørsel etter HHT, så undervurderes totaleffekten fordi en ikke tar hensyn til dette i Sampersberegningene av turgenerering og -fordeling gjennom de «oppstrøms» logsumberegningene (jfr figur 1).

Så vidt vi har forstått Vips dokumentasjonen, vil lokale/regionale ruter som er kodet i tilbudsdatabasen inngå i de mulige reiseveier på lange reiser. Dette betyr at kollektive «tilbringerreiser» til langdistanserutene med fly, tog og buss kan tas i betraktning både i rutevalg og i nytteberegninger. Ettersom valget mellom kollektiv og individuell transport beregnes på hele reisen, vil imidlertid Vips ha samme begrensning som Sampers når det gjelder slike tilbringerreiser med bil som vi har omtalt over.

Sampers har intern konsistens mellom alle de 4 trinnene i modellen, men forutsetningen om at man velger et hovedtransportmiddel er kritisk.

Ved bruk av Samvips kan en få konsistens mellom transportmiddel-/rutevalg og nytteberegninger, mens etterspørselsmatrisene fra Sampers jo er uavhengige av tilbudsmodelleringen i Vips.

2.3 Utenriks reiser

Modellen omfatter i utgangspunktet reiser innen Sverige. Det er senere, så vidt vi har forstått, lagt til en enkel utenriksmodul med faste turmatriser der turfordelingen ikke påvirkes av tiltak i transportsystemet i Sverige. Disse matrisene fordeles da på nettet uten at antall reiser påvirkes av tiltak i UA. Ettersom Europabanan både bringer storbyen København nærmere Sverige og gir nye reisemuligheter ut av Skandinavia gjennom flyknotepunktet Kastrup og framtidige raske togforbindelser til Tyskland er dette en svakhet.

Trafikverket har gjort en separat analyse av sambandet mellom flyreiser og HHT (WSP, 2016).

2.4 Modellstruktur og nye transporttilbud

2.4.1 Sampers (EMME) versus Vips

For å vurdere effektene på etterspørsel og nytte av jernbaneinvesteringer trenger man en beskrivelse av et rutetilbud med togframføring som det er mulig å kjøre på den tilgjengelige infrastrukturkapasiteten. For en gitt infrastruktur er det mange kombinasjoner av tog med ulike hastigheter, stoppmønster og tog lengder som er mulige. Alternative måter å bruke infrastrukturen på kan gi ulik brukernytte, ulik fordeling av brukernytten og ulik grad av pålitelighet for de ulike togs slag (Eliasson og Börjesson, 2014). Dette gjelder utnyttelse av dagens infrastruktur så vel som alternative framtidige utviklinger av infrastrukturen.

Trafikverket (2016c) beskriver hvordan prognoserutetabeller for tog med ulike kjøretider, frekvens og stoppmønster utvikles som grunnlag for rutebeskrivelsene i Sampers. Disse er nødvendig input for beregning av rutevalg og for å kalkulere reisetidene som inngår i frekvens-, destinasjons- og transportmiddelvalg i Sampers samt nytteberegninger i Samkalk.

Prognoserutetabellene er ett sett av rutetabeller som er mulige å kjøre med den infrastrukturene som er tilgjengelig.

I Sampers kalkuleres først et «attraktivt sett» av rutevalg uavhengig av frekvens på hvert sonepar, før reisene fordeles på rutene proporsjonalt med frekvens (omvendt proporsjonalt med «headway» eller tid mellom avgangene). Dette er trolig en relevant og effektiv algoritme for å omfordele rutevalg med mindre omlegginger av rutesystem av relativt homogene transporttilbud i «tette» nettverk som i og rundt byer.

Når en innfører «nye» varianter av transporttilbud som et høyhastighetstog, som er vesentlig forskjellig fra de en har erfaring med og som ivaretas i parametere i Sampers, åpnes også mulighetene for mer differensierte togtilbud mht frekvens, stoppmønster, rutetider og priser. Jansson m fl (2013) drøfter dette på et teoretisk grunnlag og argumenterer for at det er viktig å kunne differensiere priser og attraktivitet mellom forskjellige togslag og å ta hensyn til at fordelingen av avgangstidspunktene (rutetabellene) for de ulike tilbudene faktisk spiller en rolle. Dette stemmer godt overens med det vi kan observere i transportmarkedet; det tilbys ulike priser for ulike komfortklasser på fly (eks SAS GO og SAS Pluss), tog (1. og 2. klasse) og buss (enkelte tilbyr færre seterader) og ulike operatører har ulike kombinasjoner av service- / komfortnivåer og priser. Vi vil sikkert se flere slike tilpasninger i framtiden (Ryanair ønsker f eks å tilby ståplasser).

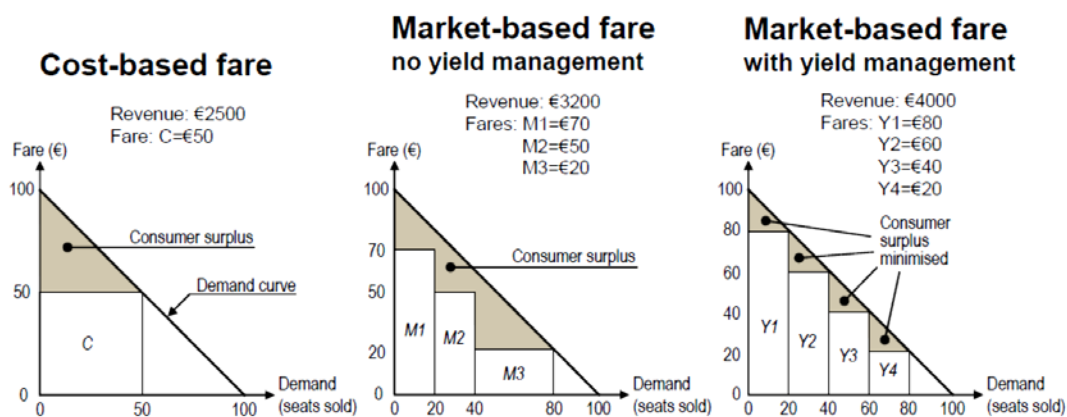
HHT innebærer en kjede av beslutninger på ulike nivå. Først skal banene planlegges, prosjekteres og bygges. Dette er en prosess som det kan ta 15 år å ferdigstille og investeringen er i høy grad irreversibel. Deretter skal kjørevegen tilbys operatører som vil tilby transport. Dette kan gjøres gjennom ulike mekanismer og former for konkurranse om eller på sporet. Igangsetting av et rutetilbud når kjørevegen er definert, kan gjøres på relativt kort tid – la oss si et år. Dette er en aktivitet som er reversibel og skalerbar på relativt kort sikt, tog kan kjøpes, selges, leases eller leies ut og mannskaper kan ansettes eller leies inn og sies opp på noen måneder. Med et etablert rutetilbud prises og selges reisene på sekunder og minutter i et reisemarked hvor det fortsatt vil være konkurranse fra fly, biler og busser. Å beskrive hvordan dette markedet ser ut om 20, 40 og 60 år og hvordan HHT tilbudet vil påvirke det er en svært krevende oppgave og økt detaljering av priser og rutetilbud bør vurderes mot robusthet i forutsetningene.

Uavhengig av hvilke modellverktøy en bruker for transportberegninger, er det vesentlig for resultatene at prognoserutetabellene er «best mulig». Når man har valgt et alternativ for utnyttelse av kjørevegen for HHT, kan man ikke utelukke at det er andre mulige rutetilbud som er bedre. Dette kan så vidt vi forstår, utforskes under mer realistiske forutsetninger med et modellverktøy som Vips.

2.4.2 Framtidige rutetilbud realiseres i et marked

Dynamisk tilbudsutvikling og prising

Tiden der offentlige ruteplanleggere bestemmer rutetilbud og priser på langdistansetraffikk med fly, buss og tog er definitivt over og kommer neppe tilbake. De nasjonale togselskapene i Skandinavia har allerede i mange år hatt markedstilpassede priser på langdistansetogene (se aktuelle eksempler i neste kapittel). De har lært av flyindustrien og selger i dag samme sete til ulike priser avhengig av hvor mange ledige seter det er utfra filosofien om at et tomt sete er en tapt inntekt. Slik har en økt kapasitetsutnyttelsen på togene og antall reiser og en har antakelig også økt inntektene. Daganis (2002) har illustrert dette med figuren under, som illustrerer hvordan en ved å gå fra kostnadsbaserte priser, kan øke inntektene ved markedsbaserte prissetting. En kan utnytte ulik betalingsvillighet ved f eks 1. og 2. klasse, fleksibilitet ved billettene og ytterligere ved aktiv «yield management» der en og tar hensyn til etterspørselen ved prising av hvert enkelt sete på hver enkelt avgang.



Figur 7 : Dynamisk Prising (Doganis 2002, gjengitt i Jansson m.fl 2013)

I hvilken grad transportselskapene priser tjenestene sine dynamisk, berører nytteberegningene på to måter; i) ved hvilke rutetilbud som lar seg realisere og ii) hvem som realiserer konsumentoverskuddet.

Hvilke rutetilbud som realiseres for jernbanen der infrastrukturkapasiteten er en knapp ressurs, er likevel til en viss grad avhengig av langsiktig planlegging fra infrastruktureieren\forvalteren. I langsiktig planlegging av nye toglinjer der en skal gjøre kalkyler av inntekter, operatørkostnader, antall reiser, overføring av antall reiser fra andre transportmidler, trafikanntytte, virkninger for tredjepart osv, er en avhengig å gjøre forutsetninger om framtidig rutetilbud og billettpriser med toget, togmateriell og -bemanning mv (og med konkurrerende transportmidler). Infrastrukturen i seg selv gir ingen slik aktivitet og det er helt nødvendig for planleggeren å legge inn et tilbud. Om helheten i modellen er god, kan en tenke seg å simulere operatørens markedsadferd ved gradvis å rekalkulere rutetilbudet utfra beregnet etterspørsel. I den norske langdistansemodellen (NTM) har en hatt en slik funksjon der frekvensen på flyrutene justeres ved større etterspørselsendringer. Mange iterasjoner helt til «topp» i modellsystemer som Sampers og NTM, krever imidlertid mye regnetid. Vips kan som nevnt være egnet til å søke etter slike mer optimale rutetilbud med ulike priser og rutetabeller for ulike togtyper.

Dagens tilbud mellom Stockholm og hhv Göteborg og Malmö

En liten undersøkelse foretatt 14. juli 2016 av reisetilbudet på strekningene Stockholm – Göteborg og Stockholm – Malmö for reiser hhv 18. juli og 26. august, avdekker at både, fly, buss og togselskaper i høy grad benytter dynamisk prissetting og sesongtilpasning av rutetilbudet.

- På strekningen Stockholm – Malmö er det i juli 16 tog-avganger mellom kl 0621 og kl 1821, hvorav 13 avganger har reisetid på 4 timer og 26 minutter. Prisene varierte (www.sj.se 14. juli 2016 kl 1150) fra SEK 295 (nattog) til SEK 1135 (avgang kl 1521) på 2. klasse.

- Strekningen Stockholm – Göteborg trafikeres av 2 selskaper, SJ og MTR. Her var det 11 avganger mellom kl 0610 og kl 1821, hvorav 9 avganger har reisetid på under 4 timer (3:05 til 3:49).
 - Prisene varierte for SJ (www.sj.se 14. juli 2016 kl 1150) fra SEK 482 (avgang kl 1506) til SEK 1135 (avgang kl 1725) på 2. klasse.
 - MTR ekspress har 4 avganger mellom kl 0636 og 1536, kjøretidene er 3:19 og 3:24 og prisene for 15 juli varierer mellom SEK 445 og 1295 (avgang kl 1536, kun 1. klasse tilgjengelig).
 - Velger vi en reise 26 august i år isteden varierer SJs priser på 2. klasse fra SEK 195 til SEK 538 og på 1. klasse fra SEK 277 til SEK 749. Det er hele 26 avganger å velge mellom fra kl 0606 til kl 2314 (nattog).
 - Hos MTR varierer prisene på 2 klasse fra SEK 185 til SEK 345, mens på 1. klasse koster billettene fra SEK 385 til SEK 645. MTR har da 8 avganger mellom kl 0605 og kl 2005, alle med kjøretid 3:19.

Ser vi på flytilbudet på disse strekningene finner vi at begge strekningene har en rutetid på ca 1 time og at fra Stockholm til:

- Malmö er det 4 avganger 18. juli med priser fra SEK 593 til SEK 741 (en vei). 26. august er det 8 avganger med priser fra NOK 296 til NOK 775.
- Göteborg er det 18. juli 13 avganger med priser fra NOK 591 til NOK 1881. 26. august er det hele 26 avganger fra Stockholm med priser i dag fra NOK 296 til NOK 1881.

Ser vi til buss:

- Swebuss express kjører 7 avganger Stockholm – Göteborg 18. juli, med billettpriser fra SEK 239 til SEK 779. Kjøretiden er vel 7 timer. 26. august kjøres det også 7 avganger, dyreste billett koster da SEK 509 og korteste kjøretid er 6 timer og 30 minutter.
- Bus4You (Nettbuss) kjører 4 avganger 18. juli med kjøretid 6 timer 25 minutter og priser fra SEK 189 (billigste 2. klasse) til SEK 359 (dyreste 1. klasse). I august kjøres det 9 avganger med priser fra SEK 199 til SEK 369 og korteste kjøretid 6 timer og 10 minutter.
- Stockholm – Malmö kjører Swebuss ekspress 4 rene bussavganger (samt 4 i kombinasjon med MTR tog via Göteborg) med kjøretid fra 8 timer og 30 minuttet til 12 timer og 20 minutter og priser fra SEK 539 til SEK 709. I august er rutetilbudet det samme, men prisene varierer nå fra SEK 449 til SEK 709.
- Bus4You (Nettbuss) kjører 2 avganger 18. juli med kjøretid på ca 11 timer og priser fra SEK 319 til SEK 359 (1. klasse). I august kjøres det 3 avganger med priser fra SEK 349 til SEK 389 og korteste kjøretid 9 timer og 45 minutter.

Med bil tar det fra om lag 4 timer og 40 minutter (uten trafikk) fra Stockholm C til Göteborg og fra ca 6 timer og 10 minutter til Malmö (google maps).

Denne enkle undersøkelsen for tilfeldige dager i juli og august illustrerer hvordan priser og rutetilbud varierer på samme strekning over tid (både dag og måned) og mellom operatørselskaper.

Alle disse transporttilbudene opereres på rent kommersielt grunnlag. Siden det er mange konkurrerende tilbud; 3 flyselskaper, 2 togoperatører, (minst) 2 busselskaper, buss – tog samordning (til Malmö) og flertallet av svenske reisende også har anledning til å benytte egen bil, er det grunn til å tro at profitabiliteten i markedet er lav og at billettinntektene omtrent dekker kostnadene.

Hvordan dette markedet ser ut i 2030 og 2060 gitt i JA (Jamføringsalternativ) så vel som i UA, er det selvsagt vanskelig å gi noe sikkert svar på. Markedene for både reiser og transportmidler er inne i en rask og vanskelig forutsigbar endring. Autonome kjøretøy, nye og endrede energibærere, informasjons- og kommunikasjonsteknologi, fortsatt urbanisering, aldrende befolkning, fortsatt økonomisk vekst, klimaendringer og tiltak for å motvirke dem, er noen stikkord om faktorer som vil påvirke transportmarkedet. Hvordan og hvor raskt er det ikke mulig å si noe sikkert om i et såpass langt tidsperspektiv.

Det er relativt meningsløst å bygge inn dynamisk prising fra time til time for 15-45 år fram i tid i en modell. Anslag på gjennomsnittspriser for hvert transportmiddel er imidlertid nødvendig og sannsynligvis tilstrekkelig for vurdering såpass langt inn i framtiden. En implisitt forutsetning i modellberegningene kunne være at rutetilbudet som bestemmer operatørens kostnader, minst skal dekkes av billettinntektene.

2.5 Hva kan spørsmålene over bety for resultatene?

Dokumentgjennomgangen gir ikke eksakte svar på spørsmålet om Trafikverkets modeller og metoder under- eller overvurderer effektene av store jernbaneinvesteringer. Det finnes neppe modeller eller metoder som gir eksakte svar på effektene av slike investeringer.

Vi mener imidlertid vi har noen holdepunkter for å tro at modellene undervurderer effektene:

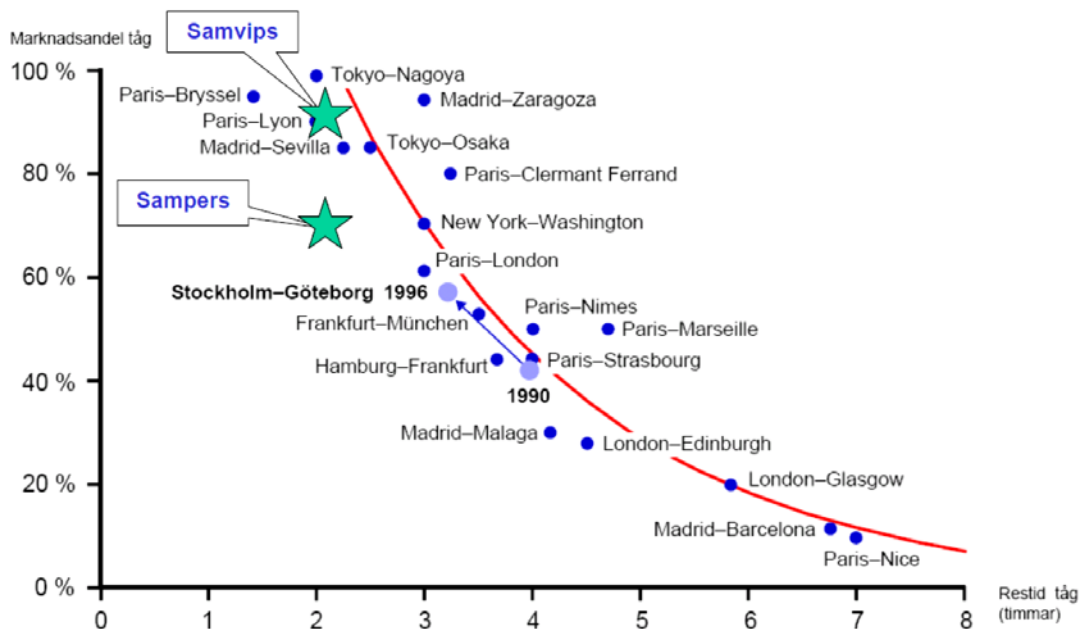
- WSP (2009) finner at totaltallet for lange reiser i Sampers er for lavt (17%). Dette spiller liten rolle for beregning av markedsandeler, men er av relativt stor betydning for beregning av trafikantnytte, billettinntekter og økonomi for transportselskapene. Uavhengig av metode for nytteberegningen (om man bruker TROH eller «ingeniørmetoden»), gir dette i utgangspunktet 17% lavere brukernytte for trafikanter i JA. Og det gjelder alle investeringer som påvirker lange reiser uavhengig av transportmiddel. Imidlertid opplyses det nå at dette er ivaretatt i senere kalibreringer av Sampers. Dette understøttes av Trafikverket (2016k), hvor prognosen for togreiser i 2014 overstiger statistikken fra Trafikanalys med 1,6 millioner personkm som tilsvarer ca 13%. For bil undervurderes imidlertid transportarbeidet med knapt 18 millioner personkm eller 15%.
- «Tog er tog» i Sampers, transportmiddelspesifikke parametre inneholder tog slik respondentene i RVU har opplevd det. Det nye tilbudet kan framstå kvalitativt helt annerledes enn det som ivaretas i den transportmiddelspesifikke konstanten i logitmodellen.
- Rutevalg algoritmen «optimal strategi» er brukt i EMMA. Rutetilbud med høyere frekvens (og lengre reisetid) kan gi urealistisk stor reisemotstand mot HHT og slå ut i både transportmiddelvalg, destinasjonsvalg og frekvensvalg.
- Undersøkelse i Widlert (2003) påviser merkverdigheter i destinasjonsvalg i tidligere versjon av Sampers: Når en i tillegg til Gøtlandsbanen legger til HHT – Europabanen, går etterspørselen etter reiser med Gøtlandsbanen ned. Det virker noe kontraintuitivt. Selv om noen «substituerer seg bort» fra Gøteborg som destinasjon når tilbudet blir bedre også til Malmö, virker det usannsynlig at dette skal spise opp mer enn hele effekten av forbedringen til Gøteborg. Fenomenet skal være mindre i senere versjoner av Sampers.

- I Sampers er det ikke mulig å bytte mellom modes på lange «legs» på en lang reise, f.eks. med fly fra Luleå til Stockholm og videre med HHT til Göteborg. Det er imidlertid lagt inn faste matriser i basialternativet med slike lange tilbringerreiser, men disse endres ikke med HHT.
- Effekter over landegrensene er utelatt. Dette kan ha betydning, spesielt på strekningen Stockholm – Malmø - København, der Europabanen kan bli en «gamechanger» mot Kastrup og København. Innenriksreiser med endepunkt i Skåne kan imidlertid benytte Kastrup som flyplass i Sampers.
- Markedets dynamikk leder til dyrere og dårligere rutetilbud med andre transportmidler som igjen gir økt etterspørsel etter HHT som igjen leder til dårligere og dyrere alternativer.

Noen forhold trekker også i den andre retningen, dvs. en overvurdering av effektene:

- Det er begrenset sportilgang som må tildeles operatører (på en eller annen måte). Operatørene som får trafikkere HHT-banene kan tilpasse seg som monopolister (høyere priser, dårligere – og for dem billigere tilbud med lavere kostnader) for å maksimere fortjeneste snarere enn samfunnets nytte. Hva slags reguleringsregime er tenkt for HHT linjene?
- Tilbudet som er kodet er relativt høyfrekvent – er det et urealistisk godt tilbud?
- Byene vokser - kan det bli større kamp om sportilgang omkring byene?
- Er det realistisk å betjene såpass mange stasjoner med HHT som det er lagt opp til? Kommersielle aktører vil optimalisere stopp utfra inntekter fra passasjerer til/fra mindre stasjoner og kostnadene ved lengre rutetid og effekter på etterspørsel etter gjennomgående reiser.

Figuren nedenfor er klippet fra Nelldal (2010) og viser markedsandeler (tog/(tog+fly)) for et relevant utvalg strekninger etter reisetid med tog.



Figur 8: Sammenheng mellom reisetid med tog og markedsandel for tog av tog og fly. Kilde Nelldal m fl (2010) som bygger på Gerard Troche

Analysen til Nelldal fra 2010 tyder altså på at beregningene fra Samvips ligger nærmere det en kan forvente utfra disse internasjonale erfaringene med en reisetid ned mot to timer for strekningen Stockholm – Göteborg enn Sampers beregningene gjorde. Det er verdt å merke seg at denne markedsandelen for tog på denne strekningen lå nær denne kurven både i 1990 da reisetiden var 4 timer og i 1996 da reisetiden var ned mot 3 timer (lyse blå prikker i figuren).

Sommeren 2016 har Trafikverket utført nye trafikkberegninger i tråd med Sverigeforhandlingens HHT alternativ og vi vil i neste kapittel se forutsetninger og resultater fra disse analysene i lys av modelldrøftingen vi har gjort i dette kapitlet.

3 Resultater fra transportmodellen

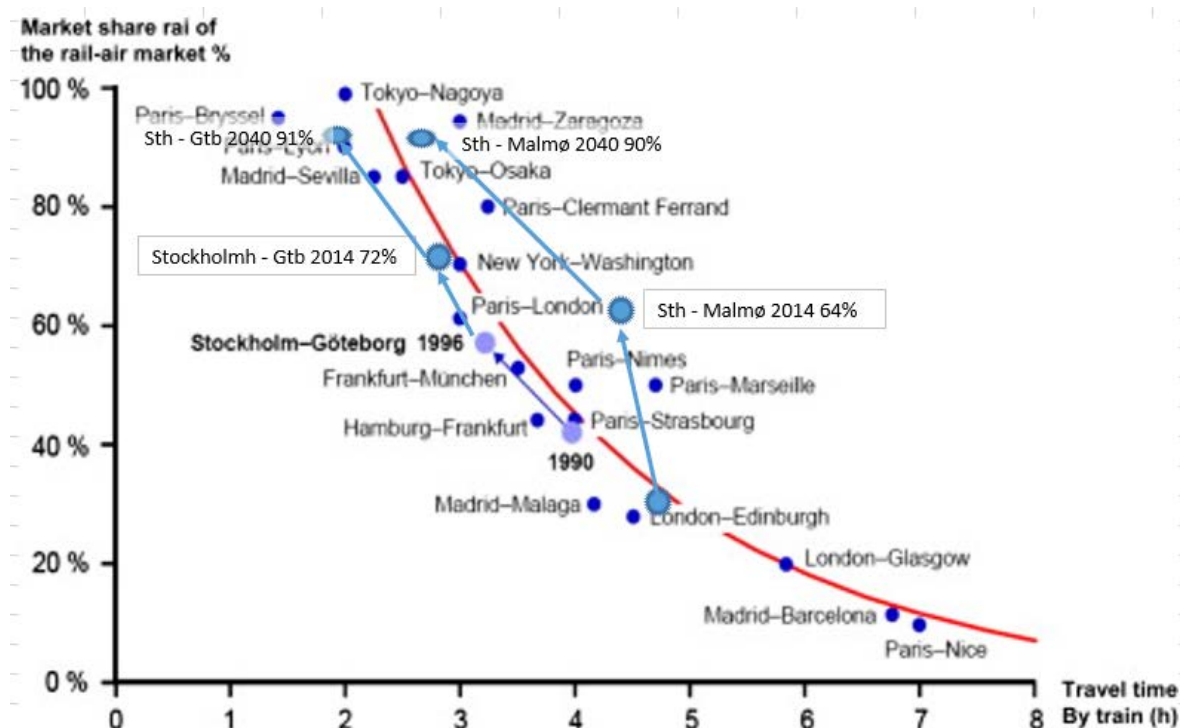
I beregningene er «standardmodellen» benyttet, dvs optimal strategi rutevalg algoritme, og ett «togmode» i transportmiddelvalgmodellen. Tilbringerreiser til stasjoner i den nasjonale modellen for lange reiser er kodet med egne lenker. Modellen er estimert på data fra reisevaneundersøkelsen 2005/06.

Valgalternativene i transportmiddelvalget er begrenset til hovedtransportmidlene bil, buss, tog og fly. Jfr diskusjonen foran om andre versjoner av Sampers der man har hatt X2000 tog og HHT som egne transportmidler, oppnår man nå i det minste at det tillates å bytte mellom ulike togslag der dette er aktuelt.

I Sampers beregningene opprettholder man flytilbudets frekvenser, reisetider og priser. I realiteten er dette fullt ut markedsbasert.

3.1 Markedsandeler

Nelldal (2010) påviste at Sampers ga lavere markedsandel for Götalandsbanen enn internasjonale erfaringer tilsier når reisetiden kommer ned mot to timer. Det er grunn til å være oppmerksom på at slike sammenligninger bygger på forenklinger som gjør at det kan være forskjellige forutsetninger mht hvilke omland rundt byer/flyplasser man beregner markedsandeler for, hvor lange tilbringerreiser som er nødvendige for å komme seg til flyplass/stasjon fra/til der reisene ender osv. Vi mener likevel disse sammenligningene har relevans. De beregningene som nå er gjort, gir vesentlig høyere markedsandeler for tog av sum tog og fly enn det som framkommer av tidligere beregninger med Sampers. I figuren under har vi lagt inn beregnede markedsandeler for Stockholm – Göteborg og Stockholm - Malmö beregnet fra tabell 25 i Trafikverket (2016d) og fra Lundberg (2011) for strekningen Stockholm - Malmö i samme figur. De lyseblå punktene viser de nye beregnede markedsandelene.



Figur 9: Observerte og beregnede markedsandeler tog-fly etter timer reisetid med tog, Nelldal (2010) og Trafikverket (2016b)

Vi ser for det første at togene på strekningen Stockholm – Göteborg har økt markedsandelen mot fly vesentlig siden 1996 (72% i 2014). Videre ser vi at de beregnede markedsandelene med HHT i 2040, nå ligger tett på kurven for observasjonsmaterialet med hhv 91 og 90 prosent for de to strekningene.

Markedsandeler mht fly på 90+ prosent betyr to ting;

- i) det er uansett modellsystem og beregninger, svært begrenset potensiale i å overføre mer trafikk fra fly til tog,
- ii) det er lite realistisk å opprettholde et flytilbud mellom byene med de priser og frekvenser som er forutsatt. I praksis betyr det at på disse relasjonene vil markedsandelen bli (nær) 100%

For reiser mellom Stockholmsområdet og Göteborgs-/Malmö-områdene er det dermed neppe grunn til å anta at Sampersberegningene gir for lave markedsandeler. Et annet spørsmål er om det totale antall reiser mellom disse områdene er på et rimelig nivå.

3.2 Fordeling av reiser på toglinjer

Ser vi på fordelingen av de lange reisene på togslag, finner vi at det er HHT togene som dominerer. Trafikverket (2016d) (tabeller 3.1-3.12) viser at HHT togene tar det aller meste av trafikken og at også IR-togene får en viss økt trafikk.

Rutevalget i HHT-alternativet ser ut til å prioritere de raskeste togene. Om vi ser på antall reiser og transportarbeid på ulike tog (tabell 2.3-2.4 og 3.1 – 3.2 i Trafikverket 2016d), finner vi at disse konsentreres i høy grad om de nye høyhastighetstogene. Vi ser litt nærmere på enkelte av tallene, f eks på tallene for Stockholm – Göteborg. Linje nr 6004 kjører 10 avganger hver vei per dag strekningen på 251 minutter i JA og 7 avganger på 247 minutter i UA. I UA er linje 6011 (HHT) kommet til. Den kjører 9 dobbeltturer på 121 minutter. I JA

utfører linje nr 6004 498 millioner personkilometer på tog. I UA går dette ned til 98 millioner personkilometer hvorav 60 millioner er nasjonale reiser. Linje 6011 (HHT) befordrer da 804 millioner personkilometer.

Dette må bety at kombinasjonen av kjøretid og frekvens er satt opp slik at etterspørselen konsentreres om HH-togene fordi de langsommere toglinjene ikke «når opp» i det *attraktive sett* av reiseruter i optimal strategi algoritmen i EMME/2. Dette gir ikke grunnlag for undervurdering av nytten i Samkalk. Her må man imidlertid huske at Sampers/Samkalk opererer med kun ett sett av priser for togreiser som differensieres etter reiseformål. Om det i realiteten blir en betydelig prisdifferensiering mellom langsommere stoppende tog og HHT tog, er det naturlig å tenke seg at flere vil velge de langsommere togene om disse tilbyr vesentlig billigere billetter. I så fall vil beregningene snarere over- enn undervurdere nytten av spart reisetid i HHT-alternativet.

Utfordringen med at «tog er tog» i Sampers, ser altså ikke ut til å dempe markedsandelen tog/fly mellom storbyene. Når «tog er tog» versjonen av Sampers er benyttet betyr det og at begrensningen som gjelder reiser som kombinerer regionaltog – høyhastighetstog ikke er til stede. Begrensningen som gjelder endring i reiser som kombinerer fly – buss, fly – tog og tog – buss er imidlertid reell. Noen indikasjon på hvor mange reiser dette gjelder, finner vi ikke i materialet.

I RVU 2005/06 fant man svært få reiser der det var benyttet kombinasjoner av lange ruter med forskjellige transportmidler (tog – buss, tog – fly, buss – fly). Selv om dette er reelt i nåsituasjonen og dermed har liten betydning for mange (de fleste?) anvendelser av Sampers, kan det bli viktigere med HHT. På relasjoner med endepunkt «utenfor» områdene som direkte berøres av HHT, kan tilknytninger med fly og buss til HHT bli mer attraktive alternativer og på relasjoner der tog – fly faktisk er et alternativ selv uten HHT, har en ikke disse reisene med i Sampers.

VIPS/Visum beregninger viser eksempelvis opptil 9 ulike rutekombinasjoner med fly/fly, tog/fly, tog/tog/fly og buss/tog som får etterspørsel på en strekning som Sundsvall - Göteborg (Jansson mfl 2013). 58% av disse reisene velger 5 ulike kombinasjoner med tog-fly med bytte på Arlanda, 42% velger 4 ulike kombinasjoner med tog-tog. Hvor mye slike reiser kan bety i antall og i potensiell nytte har vi ikke grunnlag for å si, men det er utvilsomt virkninger som ikke fanges opp i Sampers.

3.3 Utenriksreiser

Utenriksreiser behandles som beskrevet over, ved at en fast matrise fordeles på transportmidler og på veg- og kollektivnettverkene. Samme matrise fordeles altså i både JA og UA, men med start/målpunkt i Malmö. Tidsgevister (Trafikverket 2016f s 38). Øresundregionen omfatter både København og Malmø og blir i større grad en integrert storbyregion. HHT mellom Stockholm og Malmø/København kan forventes å gi økt reiseaktivitet også mellom Stockholm og København. Dette fanges ikke opp i modellen.

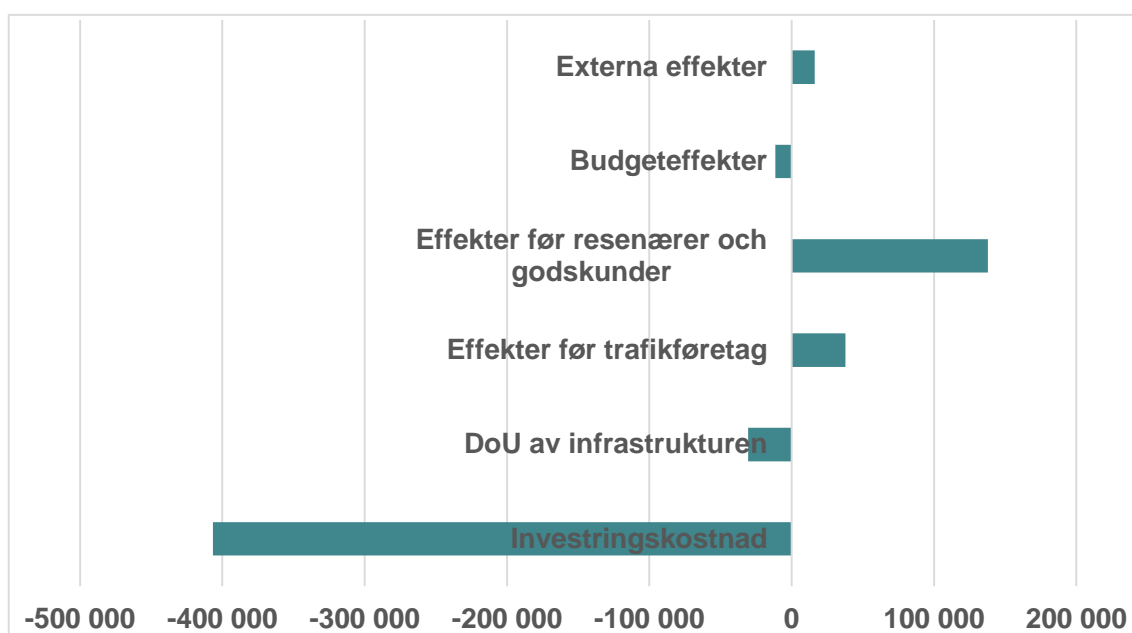
Basert på trafikkstatistikk fra Swedavia i WSP (2016a), finner vi at det i 2015 var 1,46 millioner flyreiser mellom Kastrup og Stockholm. WSP (2016a) anslår at 643 000 av disse passasjerene har endepunkt for reisen i Danmark, 467 000 i Skåne og dermed inngår i Sampers, mens resten har transfer på Kastrup og dermed i liten grad er relevant for HHT.

De 643 000 flyreisene til/fra Danmark er et relevant markedsgrunnlag for HHT i tillegg til nye reiser som genereres mellom HHT stasjonene og Danmark. WSP (tabell 11) anslår ved bruk av «kurven» (Lundberg, 2011, Börjesson, 2014) 170 000 færre flyreiser mellom Stockholm og Kastrup med HHT enn i JA.

4 Den samfunnsøkonomiske analysen

Den samfunnsøkonomiske kalkylen er basert på prinsipper og enhetspriser fra ASEK 6 som er gjeldende retningslinje for slike analyser i transportsektoren. Det ligger utenfor dette prosjektets rammer å vurdere ASEK 6, men vi vil likevel kommentere enkelte forhold ved verktøyet der vi mener det er relevant.

I figuren under har vi oppsummert resultatene i form av nåverdier fra Sampers/Samkalk beregningene i Trafikverket (2016f).



Figur 10: Samfunnsøkonomiske effekter av HHT, 1000 SEK 2014 nåverdier

Nytten for transportbrukerne er den desidert største positive effekten av tiltaket. Verdien av reisetids- og kostnadsbesparelser beløper seg til hele 4 245 millioner kroner i 2040. For godskundene er besparelsen 1 059 millioner kroner. Nåverdien av dette blir hele 137,9 milliarder kroner når det diskonteres til 2020.

Øvrige effekter som er verdsatt og som gir positivt bidrag er eksterne effekter som består i redusert støy fra lastebiler, redusert CO2 utslipp og reduserte ulykkeskostnader. Dette beløper seg til 608 millioner kroner i 2040 og får en nåverdi på 16,2 milliarder kroner. Togselskapene får økt kostnadene med 2 130 millioner kroner i 2040, mens inntektene øker med 4 190 millioner kroner. Andre trafikkelskap får redusert inntektene med 775 millioner kroner, mens kostnadene reduseres med 590 millioner kroner. I sum kommer trafikkelskapene 1 785 millioner kroner bedre ut i 2040, noe som gir en nåverdi på 37,8 milliarder kroner. Dette er et vesentlige beløp om vi sammenligner med omsetningen til SJ som var ca 9 milliarder kroner i 2015 (SJ, 2016).

Investeringskostnaden på 403 milliarder kroner i nåverdi framkommer fra en nominell investeringskostnad på 233 milliarder. I henhold til ASEK, skal denne multipliseres med en «skattefaktor» på 1,3 for å ta hensyn til at en ny utgift for offentlig sektor må medføre økte skatter som gir effektivitetstap i andre sektorer eller reduksjon i utgifter til andre

samfunnsnyttige formål. Med 3,5 prosent rente i byggetiden på 15 år blir nåverdien 403 milliarder kroner. Sammenlignet med investeringen er de andre postene beskjedne. Drift, vedlikehold og reinvesteringer summerer seg til i gjennomsnitt 1 110 millioner kroner per år. Vedlikeholdet utgjør 577 millioner kroner og reinvesteringene som opptrer periodisk over kalkyleperioden, utgjør 518 millioner kroner per år i gjennomsnitt. Nåverdiene av disse kostnadene beløper seg da til 30,5 milliarder kroner. Budsjetteeffektene består av endrede innbetalinger av skatter og avgifter som følge av tiltaket. Disse summerer seg til kr 406 millioner kroner i 2040. Disse postene er for togets del, økt moms på billettinntekter med 251 millioner kroner og økte baneavgifter på 426 millioner kroner (167 for persontog og 259 for godstog). For person- og lastebiler betales det i alt 1 036 mindre i drivstoffavgifter. Moms på fly- og billettinntekter reduseres med 46 millioner kroner. I nåverdi utgjør disse budsjetteeffektene dermed 11,5 milliarder kroner.

Nettonåverdibrøken blir -0,63 og prosjektet framstår dermed som klart ulønnsomt.

Vi vil nedenfor gå nærmere igjennom enkelte elementer i analysen.

4.1 Investeringskostnader

Kostnadene er basert på Trafikverkets rapport fra mai 2016 (Trafikverket 2016i) men justert med 4 millioner kroner for bibaner som er med i nytteberegningen. Rapporten fra 2016 er for sin del basert på Trafikverket (2015).

Den samlede investeringskostnaden er 233 milliarder kroner i prisnivå 2014. Dette er uttrykt med en usikkerhet på +/- 30 milliarder kroner. Dette tolkes som at prosjektet med 30% sannsynlighet kan bygges for $233-30=203$ milliarder kroner og med 70% sannsynlighet kan bygges for $233+30=263$ milliarder kroner.

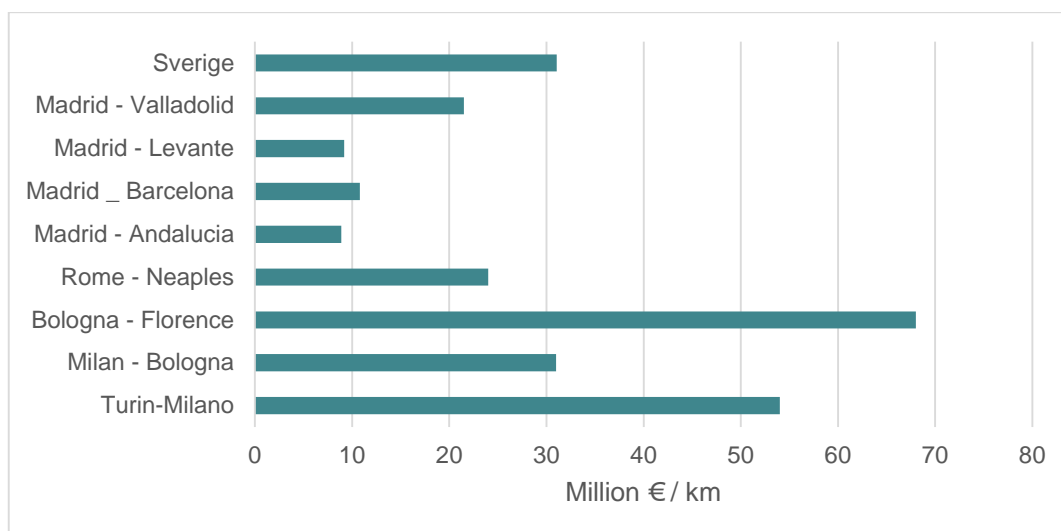
Den samfunnsøkonomiske investeringskostnaden presenteres som nåverdi inklusive skattefaktor. Trafikverket har brukt den samfunnsøkonomiske investeringskostnaden 403 300 millioner kroner i den samfunnsøkonomiske analysen (Trafikverket 2016d).

Tar vi hensyn til denne usikkerheten i beregningen av NNK varierer den mellom -0,67 og -0,57. Trafikverkets egen usikkerhetsberegning av investeringskostnaden påvirker altså i liten grad investeringens lønnsomhet.

4.1.1 Internasjonale erfaringer

Ingen HHT er den andre lik og å foreta en sammenligning av kostnader er vanskelig. Trafikverkets kostnad er cirka 310 millioner kr/km¹ eller 31.1 millioner €/km om vi ikke tar hensyn til nåverdiberegningen. I den vitenskapelige litteraturen finnes et antall kostnadssammenstillinger som også Trafikverket refererer til. Campos og de Rus (2008) konkluderte etter studier av 45 prosjekt med en gjennomsnittskostnad på 17.5 millioner € (2005) per kilometer for alle prosjekter. Justert med svensk KPI blir det 20.8 millioner € per km. Samme kostnad presenteres i OECD/ITF (2008) basert på samme underlag som studien fra 2005. Den senere utredningen fra California, California High Speed Rail Authority (2014), peker på en kapitalkostnad på cirka 33 millioner €/km. Beria et.al (2016) sammenligner italienske og spanske gjennomførte HHT prosjekter. Vi har sammenstilt disse og en svensk kostnad på 31 millioner € per km i figuren under.

¹ Antatt lengde 750 km



Figur 11: Kostnad per kilometer HHT (Beria et al 2016)

Det svenske estimatet ligger altså i midten av de estimater vi har sett på. Utifra dette er det ikke grunn til å tro at det finnes bedre kostnadsestimat enn det Trafikverket presenterer.

4.2 Den samfunnsøkonomiske kostnaden

Basert på de 233 milliarder investeringskronene gjør Trafikverket en nåverdiberegning og justerer for skatteeffekter med faktoren 1,3. Nåverdiberegningen baseres på en jevn investeringsprofil og renten 3,5%. I tabellen under har vi gjenskapt et estimat. Trafikverket summerer den samfunnsøkonomiske kostnaden til 403 milliarder kroner.

Tabell 1: Samfunnsøkonomisk investeringskostnad

Anleggskostnad (prisnivå 2014)	233 000 kr
Byggetid (år)	15
Rente	3.50 %
Jevn profil per år	15 533 kr
Nåverdi åpningsår	310 217 kr
Inkl skattefaktor	403 282 kr

Det finnes ingen diskusjon om tidsprofilen i Trafikverkets analyse. Vi har ikke funnet noen litteratur om kostnadsprofilen for HHT, men viser med et eksempel hva det kan bety. Anta at investeringskostnaden er 30% lavere de første fem årene og 30% høyere de siste fem årene. Dette medfører at den samfunnsøkonomiske kostnaden faller til 389 milliarder kroner (inkl skattefaktor). Denne reduksjonen ligger innenfor den usikkerhetsmarginen Trafikverket presenterer.

Vi noterer også at de nye estimatene av investeringskostnaden er lavere enn tidligere. Dette skyldes dels endrede tekniske krav og dels endringer i Sverigeforhandlingens planer (Trafikverket 2016i). De endrede tekniske kravene er blant annet lavere støyskjermer (bullerskærmar) som nå er 2,5 meter. Dette er i prinsippet ikke et problem med en optimering mellom investeringskostnad og den eksterne støykostnaden (som burde øke).

Men Trafikverket inkluderer ikke støykostnaden fra høyhastighetstogene i sin analyse så den reduserte investeringskostnaden balanseres ikke av noen økt støykostnad.

Det ser også ut til at investeringskostnaden ikke inkluderer nye stasjoner eller depoter for togene. Ifølge en kommentar fra Trafikverket (udatert høsten 2016) inkluderer kostnaden «plattformer inklusive trafikantinformation och plattformsutrustning enligt TRV's standard samt plattformsførbindelser». Togdepoter håndteres delvis gjennom OH-kostnader per togkilometer.

Gitt den usikkerhet som finnes i prosjektet bedømmer vi at kostnaden er rimelig som grunnlag for den samfunnsøkonomiske kalkylen. En svakhet i kalkylen er at de økte buller/støykostnadene som følger av lavere krav til støyskjermer (sparte investeringer) ikke tas med. Om kostnaden for stasjoner og depoter er riktig har vi ikke grunnlag for å si noe om.

4.2.1 Vedlikehold (underhåll), reinvesteringer og drift

Vedlikehold, reinvesteringer og drift er av Trafikverket beregnet til 1,11 milliarder kr per år. Noen kilde for disse beregningene presenteres ikke i Trafikverket (2016d). Nåverdi av vedlikehold med mer beløper seg til 30,5 milliarder kr. Dette utgjør 7,5% av investeringskostnaden.

Den Californiske High-Speed utredningen (California High-Speed Rail Authority 2014) inkluderer også rullende materiell i beregningen av «operating and maintenance» (15%) og gir ingen god sammenlignbarhet. OECD/ITF (2008) refererer til en kostnad per kilometer på 100000 € per år «from data corresponding to several European countries». Oppdatert til prisnivå 2014 og med en tenkt strekning på 750 km blir kostnaden 0,9 milliarder kr per år hvilket er noe lavere enn Trafikverket, men i samme størrelsesorden.

4.2.2 Skattefaktor

Bruk av skattefaktor på 1,3 for endringer i offentlige utgifter, følger av de anbefalinger som gis i ASEK 6.0 (Trafikverket 2016e). Skattefaktoren er basert på tanken at nye utgifter for offentlig sektor medfører en økning i skatter som i sin tur gir opphav til (økt) effektivitetstap i andre deler av økonomien, alternativt reduksjon i andre og mer nyttige offentlige utgifter. Denne forstyrrelsen kommer med en kostnad som korrigeres med en skattefaktor på investeringskostnader. Denne praksis anvendes også i Norge med en faktor på 1,2 og har et godt teoretisk fundament. Skattefaktoren brukes også på drift og vedlikeholdskostnader.

Trafikverket har ikke brukt en «nettobudgetmetode» der man tar hensyn til endringer i skattebasen (se ASEK 6.0). Det finnes ikke noe underlag som skulle medføre at en slik korreksjon kan gjøres med rimelig sikkerhet.

Vi noterer at Trafikverket ikke har inkludert finansierende baneavgifter (Trafikverket 2016d side 19). Om finansieringen skjer med finansierende baneavgifter burde det investeringsbeløp som regnes opp med en skattefaktor være lavere. Det burde dermed øke lønnsomheten i den samfunnsøkonomiske analysen. På den andre siden medfører økte baneavgifter økte billettpriser og dermed et lavere passasjergrunnlag. Den reduserte nytten av investeringen med denne finansieringsformen kan være både lavere eller høyere enn effekten av skattefaktoren.

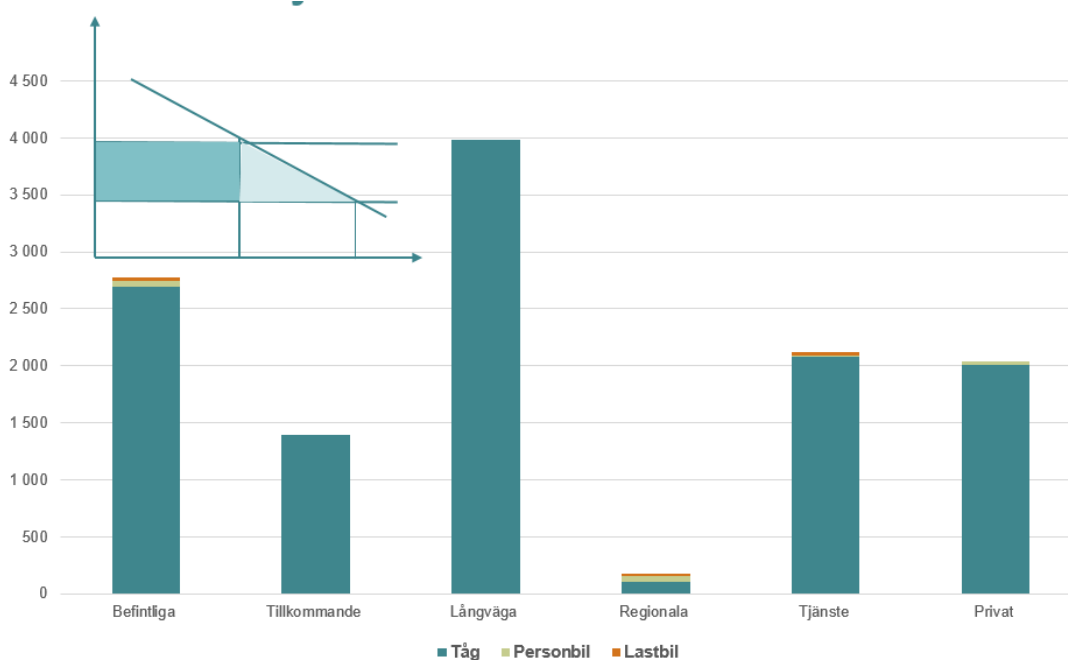
Det er ikke sikkert at det er som Trafikverket skriver at «Ett samhällesekonomiskt effektivt uttag av finansierande avgifter uppträder i kalkylen som en ren transferering mellan järnvägsföretag och staten och påverkar därför inte den samhällesekonomiska kalkylen».

Valg av baneavgifter kan ha realøkonomiske effekter og påvirke den samfunnsøkonomiske effekten.

4.3 Nytte for brukere

4.3.1 Reisende

I gjennomgangen av modellsystemet foran har vi beskrevet hvordan endringer i etterspørsel og nytteendringer er beregnet. I figuren under har vi sammenstilt trafikantnytteberegningene fra Trafikverket (2016f), fordelt på hhv eksisterende og nye reiser, lange og regionale reiser og reisemål. Det lille diagrammet er en illustrasjon av «the rule of half», der generaliserte kostnader måles langs den vertikale akse og antall reiser langs den horisontale akse. Etterspørselen bestemmes av kurven som faller mot høyre. En reduksjon i reisetid ved HHT gir reduserte kostnader for de som ville reist med tog uansett (rektangel) og for nygenererte reiser (trekant).



Figur 12: Trafikantnytte, millioner SEK i 2040 etter transportmiddel og reisekategori. Kilde: Trafikverket 2016b, tabell 37

Som forventet domineres nytten av togpassasjerer, mens det er marginale nyttebidrag for de som kjører personbil eller lette varebiler (dette er tidsgevinster som følger av noe redusert reisetider når det blir mindre vegtrafikk). De lange reisene er helt dominerende, også som forventet. Nyttene tilkommer i litt større grad tjenestereisende enn privatreisende selv om det er langt flere private reiser enn tjenestereiser. Dette skyldes langt høyere tidsverdier for de tjenestereisende.

Trafikantnyttene for nye reiser utgjør om lag halvparten av nytten for eksisterende reiser. Det er vanlig at tiltak i trafikksystemet gir størst nytte for de som bruker det uansett – det følger av trapesregelen. Når nye reiser står for halvparten av nytten betyr det også at om lag halvparten av togreisene som nyter godt av forbedringen med HHT er reiser som ellers ville bli foretatt med andre transportmidler, ha andre destinasjoner eller ikke ville bli foretatt.

Når man benytter «the rule of half», måler man nytten på de transporttilbudene som har fått endret generaliserte kostnader. Som nevnt er det forutsatt at transporttilbudet på fly ikke endres. Når overføringen av reiser er såpass stor fra fly til tog som vi ser her, er det et spørsmål om dette er realistisk. Redusert etterspørsel etter flyreiser fører oftest til reduksjon i antall flyavganger og dermed enda større overflytting til andre transportmidler. De økte generaliserte reisekostnadene medfører imidlertid også et nyttetap for de som fortsatt reiser med fly. Dette er ikke hensyntatt her og bidrar dermed til en viss overvurdering i samlet brukernytte i HHT- alternativet. Kostnadssiden ved redusert etterspørsel etter flyreiser er imidlertid ivarettatt i Samkalk ved at kostnadene ved flyreiser beregnes som en konstant per flyavgang pluss et beløp per passasjerkilometer. Man forutsetter altså at flyselskapene tilpasser seg endret etterspørsel ved endret flystørrelse.

I Sampers genereres som nevnt over ikke nye reiser til Kastrup/København som følge av HHT. Utenlandsreiser er representert med en fast matrise og reiser med endepunkt i Skåne kan benytte fly via Kastrup og er således med i Sampers/Samkalk beregningene. WSP (2016a) har ved en alternativ metode beregnet nye reiser med endepunkt København og anslått en nåverdi av konsumentoverskuddet til 2,2 milliarder kroner. I tillegg er det beregnet et produsentoverskudd med nåverdi på 6,7 milliarder kroner.

4.3.2 Gods

En vesentlig gevinst ved de nye HHT sporene er at kapasitet frigjøres til å kjøre flere tog på eksisterende baner. Så vidt vi forstår er sporkapasitet i dag en effektiv begrensning på hvor mange tog som kan kjøres på de aktuelle strekningene.

Transportbegningene (Trafikverket, 2016h) er gjort med Trafikverkets *Samgoods* modell som er bygget over samme lest som den norske Logistikkmodellen. Her er den frigjorte kapasiteten på eksisterende baner allokert til bla å kjøre flere godstog. Når økt godstogkapasitet tilbys til en lavere kostnad enn alternativene (veg- og sjøtransport), flyttes gods til bane inntil den økte kapasiteten er fullt utnyttet eller etterspørselen etter godstransport er uttømt.

Prognosene tyder på en vesentlig økning i samlet etterspørsel etter godstransport. I alt forventes 73 prosent økning i godstransportarbeidet fra 2012 til 2040. Vi har ikke vurdert kvaliteten på prognosen, men kan konstatere at denne er vesentlig for beregnet nytte for godstransport.

HHT gir en vesentlig økning i kapasitet til gods på tog og alt i alt øker transportarbeidet med tog med 5,7 milliarder tonnkm eller 17% i HHT alternativet sammenlignet med basisprognosen. Av dette overføres 3,1 milliarder tonnkm fra veg, 1,9 milliarder tonnkm fra sjøtransport og samlet etterspørsel øker med 600 millioner tonnkm (Trafikverket 2016h). Nytteten for transportører og vareiere beregnes som sparte transportkostnader og er beregnet til 1 059 millioner kroner i 2040 (Trafikverket 2016f).

Overføringen av gods medfører også endringer i de eksterne kostnadene ved godstransport. Dette er behandlet i et eget kapittel.

Det er også gjort transport- og nytteberegninger av et alternativ med kapasitetsøkende tiltak på eksisterende baner (Trafikverket, 2016h). Dette gir langt fra like stor kapasitetsøkning som HHT alternativet. Dermed blir også overført transportarbeid fra veg- og sjøtransport langt mindre med hhv 1 og 0,4 milliarder tonnkm. Reduserte kostnader for godstransport blir også langt mindre. Nåverdi av nytten av dette er beregnet til 7,5 milliarder kroner (Trafikverket, 2016l) , dvs en knapp tredjedel av i HHT alternativet.

HHT medfører ledig kapasitet på sporene i Sverige som brukes til flere godstog i 2040.

Tabell 2: Endrede godstransporter 2040, kilde: Trafikverket (2016f) side 47-48

	Bas		Endring			
	Fordonskm (mill)	Tonkm (mill)	Fordonskm (mill)	Tonkm (mill)	Fordonskm (mill)	Tonkm (mill)
Lastbil	4476	80337	-214	-3164	-4,8 %	-3,9 %
Godstog	59	33504	12	5681	20,3 %	17,0 %
Fartyg	119	75598	-4	-1934	-3,4 %	-2,6 %
Sum	4654	189439	-206	583	-4,4 %	0,3 %

Effektene for godstrafikken presenteres i «Effekter for godstrafik av høyhastighetsbanor» (Trafikverket 2016h), men dette nevnes aldri i hovedrapporten.

Analysene er gjort med Samgods og vi tror at det er brukt en fast matrise. Trafikverket skriver i Trafikverket (2016h), «Enkelt uttrykt fordelar Samgods den transporterade godsvolymen mellan transportslag så att den totala transportkostnaden minimeras» (side 1). De 583 millioner tonnkm ekstra godstransport som genereres av HHT må da komme fra at togtransporter er mindre direkte og dermed mer ineffektive med hensyn til avstand enn lastbil og fartøy, og ikke fra nygenerert gods. Da antall kjøretøykilometer reduseres tyder det på en omlastning fra mindre lastebiler til større tog. Den implisitte lastekapasiteten er 14,8 tonn for lastebil, 473 tonn for godstog og 483 tonn for fartøy.

I prinsippet innebærer dette at det finnes en latent etterspørsel på 17% godstransport på jernbane (tonnkm) som begrenses av kapasiteten i 2040. Uten HHT har Trafikverket ikke prioritert disse nye godstogene, men i stedet kjørt persontog. Den samfunnsøkonomiske verdien av å kjøre persontog må da være større enn verdien av disse nye godstogene, og vi kan tenke oss samfunnsøkonomisk optimale prioriteringer hos Trafikverket.

4.3.3 Godskundenes betalingsvilje for transport med tog – firestegsprinsippet

I Samgods modellen minsker kostnadene i godstransportsystemet med 1 059 millioner kroner i 2040 (Trafikverket 2016f og h side 53²). Disse kostnader inkluderer transportkostnader og tidskostnader. All besparing tilfaller godskjøperne ettersom det er antatt perfekt konkurranse i godstransportmarkedet. Hvor mye kostnadene øker for kjøp av godstransporter på jernbane rapporteres ikke.

² Trafikverket 2016v peker på et ytterligere PM på side 2 (PM xx) som skal forklare kostnadsendringen av disse effektene. Vi har ikke hatt tilgang til dette PM xx.

Men transportkjøperne burde ha en årlig betalingsvilje (i 2040) på minst 1 milliard kr for å bruke disse sporene for godstransport. Til dette kommer de eksterne effektene av redusert lastebiltransport som beregnes av Trafikverket (2016f) til 870 millioner kroner i 2040³ (side 54) eksklusive skatteeffekter. Den samfunnsøkonomiske betalingsviljen for å prioritere godstog i 2040 er da 1,9 milliarder kroner, som kan sammenlignes med;

- i) Verdien for persontogene som flytter fra sporene
- ii) Kostnaden for alternative kapasitetsøkninger for godstransport med tog

Materialet fra Trafikverket gir ikke mulighet til å bedømme om balansen mellom persontog og godstog er samfunnsøkonomisk riktig i 2040. Det bedriftsøkonomiske overskuddet fra «direkt berørte toglinjer» er uten HHT 3 867 MSEK i år 2040 (Trafikverket 2016d side 38). Den bedriftsøkonomiske betalingsviljen (inklusive tidsverdien) for å øke antallet godstog, i flere tilfeller doble dem, er 1 059 MSEK år 2040.

Uten HHT trafikkeres jernbanenettet med 160 millioner togkm med persontog (Trafikverket 2016f side 27). Den økte godstogtrafikken med 12 millioner togkm motsvarer en minskning av antallet persontogkm med 7,5%. På et overordnet nivå kan det se ut som det finnes en latent betalingsvilje i godstransportsystemet på 1 059 MSEK for å redusere antall persontogkm med 7,5%. Med en lineær verdi per persontogkm er det bedriftsøkonomiske overskuddet for disse 7,5% persontogkm 290 MSEK. På et overordnet nivå ser det ut til at, også uten HHT, godstransportsystemet har en bedriftsøkonomisk betalingsvilje som er 3,6 ganger det bedriftsøkonomiske overskuddet fra persontogene. Når HHT investeringen gjennomføres kommer denne latente betalingsvilje frem som en nytte av investeringen, men det er mulig at det kunne kommet frem med en annen prioritering mellom person og godstog, og dermed er uavhengig av HHT investeringen.

Togtrafikk er naturligvis en nettverksaktivitet der det ikke er enkelt å regne på et overordnet nivå, det kan finnes flaskehalser i systemet og avhengigheter mellom ulike toglinjer. Vi har heller ikke inkludert tidsverdien på de 7,5% persontogene.

En annen del av firestegsprinsippet er å se på alternative tiltak for å øke kapasiteten på godstransporter med tog. Frøidh (2013) presenterer et stort antall tiltak i det svenske godstransportsystemet på jernbane som kan øke kapasiteten. Først beskrives et antall tiltak i et scenario 2030 Bas som trengs for å nå en «rimelig kapasitetssituasjon utøver åtgærder i NTP 2010-2021». Deretter presenteres et scenario «Bas +50%» som inkluderer ytterligere tiltak for å kunne øke godstransportene på jernbane med 50% i 2030. HHT analysen viser en økning med 20% for kjøretøykm og 17% for tonnkm. Strategien «Bas +50%» har et høyere ambisjonsnivå enn den latente etterspørselen i HHT analysen.

En slik strategi inneholder lengre godstog på 1000 m i godskorridorer og dermed et antall reinvesteringer i «møtes- og forbigangsspår og bangårdar» og et antall nyinvesteringer i nye møtestasjoner og dobbeltspor. Investeringskostnaden for dette bedømmes til 46,3 milliarder kroner i perioden 2015 til 2050 med en usikkerhet på -50% til +100%. Den årlige investeringskostnaden for årene 2015 til 2030 er, ifølge Frøidh, 1,9 milliarder kroner per år. Med skattefaktor, men uten noen nåverdiberegning da dette er en mengde «små» investeringer som kan brukes etter hvert som de åpnes, er det cirka 2,5 milliarder kroner. Som «godssysteminvestering» kan det se ut å være et tiltak som er et alternativ til et HHT system.

³ Vi korrigerer vissa av disse beregningen under men baserer oss her på Trafikverkets egen beregning

Vi finner at HHT investeringen har store effekter på det svenske godstransportsystemet ettersom det er antatt mye ledig kapasitet når personreisene går over til høyhastighetstog. Det er antatt en latent etterspørsel etter jernbanetransporter som, når det blir ledig kapasitet, gir en kostnadsreduksjon på 1059 millioner kroner i 2040. Dertil kommer reduserte eksterne effekter. Det ser ut til å finnes en mengde alternative tiltak med høyere lønnsomhet enn HHT for å realisere disse gevinstene. Det nullalternativ (JA) som man sammenligner HHT prosjektet med kunne inkludert lønnsomme godskapasitetsinvesteringer, noe som ikke ser ut til å være tilfellet. En slik diskusjon peker på en lavere lønnsomhet fra godstransport med HHT investeringen.

I en kommentar fra Trafikverket (høsten 2016) vises til en ikke publisert analyse der Trafikverket gjennomført alternative analyser av bruk av kapasiteten; hurtigere person- og (eksisterende) godstog eller flere godstog (som over). Ifølge Trafikverket var nytten stort sett lik i begge alternativene. Trafikverket har altså gjort den analysen som vi diskuterer over, men den diskuteres ikke i deres publiserte materiale. Vi har ikke hatt mulighet å granske denne analysen.

4.4 Eksterne kostnader

4.4.1 Bakgrunn

De eksterne effektene gir et positivt bidrag i kalkylen med 16,2 milliarder kroner eller 9% av de samlede netto effektene. I tabellen under sammenstiller vi den beregnede effekten for eksterne effekter og for budsjetteffekter år 2040. Den samlede reduksjonen i eksterne kostnader er 608 mill. kr i 2040 og budsjetteffektene er minskede avgifter (og moms) med 406 mill.kr.

Tabell 3: Eksterne effekter 2040. Mill kr. Kilde Trafikverket (2016f)

Millioner kr per år 2040	SAMKALK					SAMGODS		SUMMA	Andel SAM KALK	Andel SAM GODS
	Bil	Lastebil 1	Buss	Tog	Flyg	Lastbil	Godstog			
Luftfør og CO ₂	47	-1	2	2	76	199	-20	305	41 %	59 %
Olyckor	101	-2	0	-8	0	126	-24	193	47 %	53 %
Infrastrukturslitag e	43	-5	1	-147	0	77	-261	-292	37 %	63 %
Buller/Støy						467	-65	402	0 %	100 %
Summa	191	-8	3	-153	76	869	-370	608	18 %	82 %

Av de eksterne effektene kommer 18% fra det som beregnes med SAMKALK og som har med persontransport (og lette lastebiler) å gjøre og 82% kommer fra godstransport. Den store effekten på eksterne kostnader av HHT er, ifølge Trafikverket, frigjort kapasitet på baner for godstransport som medfører en overføring fra lastebil (og sjøfart) til tog. Den største posten er redusert støy/buller fra lastebil (467 mill. kr) når godset flytter til tog (som har økt støy/buller kostnad med 65 mill. kr). Det finns ingen kostnader for støy/buller fra HHT trafikk eller fra redusert personbiltrafikk.

Under går vi igjennom de separate kostnadspostene og analyserer rimeligheten i resultatene.

4.4.2 Den enkleste konklusjonen

Dersom skatter og avgifter hadde motsvart de samfunnsøkonomiske marginalkostnadene skulle det ikke være eksterne effekter i den samfunnsøkonomiske analysen. Da dette ikke er tilfelle, analyserer Trafikverket her separat de endrede eksterne effektene på den ene siden og de endrede avgiftene og kostnadene på den andre siden.

Vi ser at nettoeffektene for personbiler viser en over-internalisering på 0,14 kr/personkilometer og for tunge kjøretøy en under-internalisering på 0,04 kr/tonnkm. Skatter og avgifter er ikke tilpasset de samfunnsøkonomiske marginalkostnadene. Forutsetningen om en ikke samfunnsøkonomisk optimal prispolitikk for internalisering av eksterne effekter gir for lite bilreiser og for mye godstransporter med lastebil og tog. Persontogenes avgifter er på det nærmeste balanserte.

Trafikanalys (2015) beregner de «ikke-internaliserte kostnadene» for personbil til mellom 0,01-0,02 kr/personkilometer for bensinbiler og 0,11-0,12 kr/personkilometer for diesalbiler i 2014 (dette er eksterne marginalkostnader). Det medfører at Trafikverket regner med at de ikke-internaliserte kostnadene i 2014 endres til over-internalisering i 2040. Med tanke på den tekniske utviklingen og behovet for skatteinntekter ser ikke dette ut til å være en urimelig antagelse. Trafikanalys (2015) viser for 2014 ikke-internaliserte kostnader på 0,07-0,09 kr/tonnkm for tung lastebil med slep og 0,24-0,30 kr/tonnkm for lastebil uten slep. Avgiftene er i 2040 fortsatt ikke tilpasset de eksterne kostnadene.

- Trafikverket antar en over-internalisering av personbiler i 2040. Når antallet personbilreiser minsker, medfører det et nettotap i kalkylen på 100 mill. kr i 2040.
- Godstransporter er under-internaliserte og når lastebilene minsker gir det en nettogevinst i kalkylen på +117 mill. kr mens den økede godstogtrafikken medfører et nettotap i kalkylen på -111 mill.kr.
- Persontogene gir en nettogevinst på 250 millioner kroner som kommer av momsinnntekter som ikke motsvarer noen ressurskostnad.

Summerer vi disse ikke-internaliserte effektene burde vi finne en netto samfunnsøkonomisk effekt i 2040 på nær 200 mill. kr.

4.4.3 Luftforurensning og kuldioxid

De endrede utslippene er beregnet som produktene av emisjonsfaktorer og endret trafikkarbeid. De største effektene innenfor persontransport kommer fra biltrafikk (36%) og flytrafikk (59%).

Biltrafikk

Emisjonsfaktorene for bil er «implisitt» presentert i rapporten fra Trafikverket (2016d) ettersom de faktiske parameterne ikke er transparente i effektmodellen ifølge Trafikverket. Det presenteres to tabeller, en for JA og en for UA; hvorfor emisjonsfaktorene skulle være ulike på grunn av HHT diskuteres ikke. Forskjellen er liten.

ASEK 6 (Trafikverket 2016e Bilaga kalkylværdien) presenterer emisjonsfaktorer for 2030 basert på HBEFA 3.1. Personbil «alle brenslær» er en mix av bensin, diesel, E85 og CNG kjøretøy. Av tabellen under framgår at Trafikverket (2016d) for HHT regnet med emisjonsfaktorer i nærheten av HBEFA 3.1 for luftforurensinger, mens de har halvert utslippene av CO₂. Om vi brukte HBEFA for 2030 burde CO₂ utslippene fra personbiler doubles.

Tror vi på svensk politikk om et fossilfritt Sverige i 2045 er det grunn til å tro at personbilene burde være fossilfrie og CO₂ utslippene 0 (vi antar her elbiler innenfor ETS).

Tabell 4: HBEFA 3.1 emisjonsfaktorer og de som er brukt i Trafikverket 2016d UA (tab 4.27) (gram per km)

	HBEFA		Trafikverket 2016a	
	Lands bygd	Stads trafik	Lands bygd	Stads trafik
PERSONBIL alla bränslen				
NO _x (Kväveoxider)	0.12	0.15	0,1256	0,1275
HC (Kolväten)	0.07	0.30	0,0828	0,1070
Partiklar	0.0012	0.0019	0,0014	0,0015
SO ₂ (Svaveldioxid)	0.0004	0.0005	0,0003	0,0003
CO ₂ (Koldioxid)-livscykelanalys	130	160		
CO ₂ (Koldioxid) fossil avg	100	120	58,6	57,5
CO (Kolmonoxid)	0.40	1.60		

Fly

Den største verdien i utslippsberegningen kommer fra flyets emisjoner. Emisjonsfaktorer for fly vises i Trafikverket (2016d) tabell 4.26 og består av to deler; en basisdel for minste fly og en del for ekstra plasser. Tabellen under viser emisjonsfaktorer i ASEK 6 og i Trafikverket (2016a). Utviklingen fra 2010 (som er i ASEK) til 2040 er noe overraskende, der VOC er 10 ganger høyere i HHT analysen enn i ASEK 6 (om vi forstår det rett), NO_x reduseres i den faste delen men øker noe i den variable delen. Emisjoner av SO₂ øker med cirka 36% mens det er en reduksjon i CO₂ utslipp med 30%. De største kostnadene for fly er NO_x og CO₂, slik at uklarheter i HC (eller SO₂) ikke påvirker resultatene.

Tabell 5: Emisjonsfaktorer fly (g/ km)

	ASEK 2010 (ASEK 6)		HHT 2040	
	Fast del	Marginell del	Fast del	Marginell del
NO _x (Kväveoxider)	9.9	0.548	7.4	0.57
VOC/HC (Org för/Kolväten)	0.04	0.002	0.4	0.01
Partiklar				
SO ₂ (Svaveldioxid)	0.516	0.029	0.7	0.04
CO ₂ (Koldioxid)	3285.2	182.5	2267.5	134.87

Godstransport

Effektene for godstransport analyseres helt utenfor Samkalk/Sampers. På godstransportmarkedet oppstår ifølge Trafikverket (2016h) en effekt ettersom det blir mer ledig kapasitet på de «gamle» banene når antallet vanlige persontog reduseres (se 4.3.2). I tabellen under har vi hentet transportarbeidet fra Trafikverket (2016h).

Tabell 6: Endring i kjøretøy kilometer 2040 (mill. kjøretøykm)

Typ	JA 2040	UA 2040	Diff	Procent
<3.5 ton	0	0	0	
<16 ton	148	147	1	-0.7 %
<24 ton	573	572	1	-0.2 %
<40 ton	1349	1184	165	-12.2 %
<60 ton	2406	2358	48	-2.0 %
Sum	4476	4261	215	-4.8 %

I avsnittet 4.1 om «luftforurensning og CO₂» i Trafikverket(2016h) presenteres kostnader per kjøretøykm for tre kategorier tunge kjøretøy (kilde ASEK 6.0) mens endring i antallet kjøretøykilometer presenteres i fem kategorier. Noen nøkkel mellom kategoriene vises ikke. Om vi bruker den nøkkel som vises i avsnitt 4.1 (Trafikverket 2016h) om «infrastrukturslitasje» får vi denne koblingen:

<3.5 ton	Lætt lastbil
<16 ton	Tung lb utan slæp
<24 ton	Tung lb med slæp
<40 ton	Tung lb utan slæp
<60 ton	Tung lb med slæp

Med denne nøkkelen, fordelingen mellom by og distriktstransport, kostnader per km og endret antall km får vi en samlet årlig kostnad på 138 mill. kr i 2040.

Tabell 7: Endring i kostnader i 2040 for luftforurensning og CO₂

	Andel by kjt km	Luftforu- rensning (kr/km)	CO ₂ (kr/km)	Diff (mill) kjt km	Luftforu- rensning (mill kr)	CO ₂ (mill kr)	Sum (mill.kr)
Lett lastebil	39.6 %	0.05	0.258	0	0	0	0
Tung lastebil uten slep	28.1 %	0.102	0.454	166	17	75	92
Tung lastebil med slep	28.3 %	0.187	0.744	49	9	36	46
Sum				215	26	112	138

Dette er bare 70% av de 199 mill. kr som Trafikverket bruker for reduserte utslippskostnader. Vi har ikke hatt tilgang til de nøkler har Trafikverket brukt. Men basert på dette har Trafikverket beregnet 61 mill. kr for mye i reduserte kostnader.

Trafikverket (høsten 2016) har gitt TØI tilgang til de nøkler som de brukt mellom kategoriene og problemet over forsvinner da og er ikke reelt. Her er det bare et problem med muligheten å granske kalkyler der ikke underliggende forutsetninger er dokumentert.

Summeringsfeil for persontransporten?

En kontrollregning av emisjoner i tonn (Trafikverket 2016d tabell 4.29 og 4.30) multiplisert med vurderingen i tabell 4.32 (for 2040) gir et annet resultat enn Trafikverkets tabell 4.33. Mens Trafikverket finner en reduksjon i emisjonskostnadene på 127 mill. kr i 2040 viser vår beregning at reduksjonen med Trafikverkets egne data er 250 mill.kr. Dette er vist i tabellen under.

Tabell 8: Beregnede emisjonskostnader 2040 (mill.kr)

Mkr per år 2040	Bil	Lastebil	Buss	Tog	Fly	Sum	Tab 4.33	Avvik
NOx	13.51	0.67	2.04	0.93	36.86	54.01	25.00	2.16
HC	1.91	0.03	0.05	0.02	0.34	2.34	1.00	2.34
Pm	2.35	0.00	0.47	0.00	0.00	2.81	1.00	2.81
SO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	2.35	2.36	1.00	2.36
CO ₂	79.16	-4.34	2.34	3.84	107.88	188.88	99.00	1.91
SUMMA	96.94	-3.64	4.89	4.79	147.43	250.40	127.00	1.97

Ifølge Trafikverket (2016d) er vurderingen implisitt beregnet i tabell 4.32 (litt uklart i teksten) og det kan dermed ha oppstått en feil i presentasjonen av vurderingene som brukes. Sammenligner vi med Trafikverket (2016e) (Bilaga kalkylværdien ASEK 6 celle I15:I18, I63:I66 og I75) viser tabell 4.32 stort sett samme verdier. Vi har her ikke sett på rimeligheten i de verdier som ASEK anbefaler.

Ifølge Trafikverket (høsten 2016) er ikke dette et summeringsfeil, men skyldes at Samkalk anvender ulike prisnivåer. Dette er et lite problem i helheten og Trafikverket har korrigert dette i Samkalk.

4.4.4 Ulykker

For personbilene regnes en redusert kostnad for ulykker med 101 mill. kr i 2040. Beregnet med en redusert biltrafikk i 2040 på 570 mill. kjøretøykm blir den implisitte ulykkeskostnaden 0,18 kr/kjøretøykm.

Trafikkanalys (2016a) presenterer for 2014 en ulykkeskostnad på 0,06 kr/person km (hvilket er cirka 0,08 kr/kjøretøy km). Tar vi hensyn til en økt vurdering til 2040 blir Trafikkanalys sin kostnad cirka 0,1 kr/kjøretøy km. Hvorfor regner Trafikverket (2016a) med dobbelt så høye ulykkeskostnader i 2040 enn Trafikkanalys gjør i 2014 til tross for at vi har korrigert for verdiøkningen? Den ene forklaringen er ulykkesrisiko.

Antallet alvorlige skader og dødsfall reduseres med 9 per år (Trafikverket 2016a) hvilket gir en risiko på 13 DoS (døde og skadade) per milliard personkilometer i HHT kalkylen. Fra SCB (2014) vet vi at de døde utgjorde 8% av de døde og skadde personer i Sverige 2012. Det medfører en dødsrisiko på 1,5 per milliard personkilometer i HHT-kalkylen. Dødsrisikoen per milliard personkilometer i Sverige 2014 var cirka 2,4 (Trafikkanalys 2014). Trafikverket tenker seg en reduksjon med 50% av risikoen til 2040, sammenlignet med dagens situasjon.

Den andre forklaringen er forskjellen mellom eksterne marginale ulykkeskostnader og totale gjennomsnittskostnader. Det er det siste som framkommer implisitt i analysen. Om Trafikkanalys hadde brukt en risikoelastisitet mindre enn én og en stor andel internaliserte

kostnader er forskjellen mellom 0,1 og 0,18 rimelig men vi finner ingen diskusjon om det. Dette taler for at Trafikverket kan ha brukt en for høy ulykkesverdi i analysen. Ifølge Trafikverket (høsten 2016) er forskjellen ikke så komplisert som vi har diskutert over, men bare at ASEK6 verdiene er eldre, hvilket gis samme konklusjon.

For godstransport på veg brukes en gjennomsnittlig ulykkeskostnad på 0,591 kr per km basert på en kostnad på 0,49 kr per km på landsbygd og 0,85 kr per kjøretøykm i by. VTI (2014) viser til en ekstern marginal ulykkeskostnad på 0,0047 kr/kjøretøykm. Trafikanalys (2015) viser en kostnad per kjøretøykilometer i 2014 på landsbygd på 0,005 kr/kjøretøykm og i by 0,57 kr/kjøretøykm. De verdier som Trafikverket bruker ser noe høye ut for ulykkeskostnaden.

Ulykker med tog utgjør en liten del av kostnadene.

4.4.5 Infrastruktur

Redusert infrastrukturelitasje kommer fra færre personbiler (43 mill.kr) og lastebiler (77 mill.kr). Økte kostnader kommer fra flere km med persontog (netto 147 mill.kr) og flere godstog (261 mill.kr).

Vegslitasje

Vegslitasje fra personbiler beregnes i «Effektmodellen». Noen dokumentasjon om hvor det beregnes gis ikke, men det vises som en besparelse på 43 mill. kr i 2040. Implisitt regner Trafikverket med en kostnad på 0,076 kr/kjøretøykilometer.

De minskede kostnadene for lastebiler vises i tabellen under.

Tabell 9: Slitasjekostnader for lastebil mill kroner i 2040

Infrastruktur	Landsbygd (kr/km)	By (kr/km)	Gjennomsnitt	Diff mill km	Sum (mill.kr)
<3.5 ton	0	0	0	0	0.0
<16 ton	0.13	0.06	0.11	1	0.1
<24 ton	0.29	0.13	0.245	1	0.2
<40 ton	0.32	0.15	0.272	165	44.9
<60 ton	0.8	0.36	0.676	48	32.4
Sum				215	77.7

I VTI (2014) presenteres en kostnad for «underhåll» på 0,03 kr/lastebilkm og 0,01 kr/kjøretøykm for «vintervæghållning». For reinvesteringer har VTI gjort nye beregninger som er 0,32 kr/ESAL km (ESAL=standardaxel).

For personbil medfører det en kostnad på ca 0,02 kr/fkm hvilket er betydelig under den implisitte verdi Trafikverket regner med. For lastebiler medfører en kostnad på 0,32 kr/ESAL en kostnad på 0,25 kr/kjøretøykm for en tre akslet lastebil på 26 ton og for et 5 akslet kjøretøy på 54 tonn blir kostnaden ca 1 kr/kjøretøykm. Trafikverkets kostnader per kjøretøykilometer for lastebil ligger i et rimelig intervall mens de ser ut til å være høye for personbiler.

Togslitasje

Antallet godstog øker slitasjen på jernbanen til en kostnad på 261 mill.kr. Det kan synes litt uventet at redusert lastebiltrafikk der godset flytter over til jernbane øker den samlede slitasjekostnaden; den reduseres for lastebiler med 77 mill kr og øker for tog med 261 mill.kr. Fra et slitasjeperspektiv er det her dyrere å bruke jernbane enn veg. Det må også sies at 2/5 av den overflyttede trafikken til tog kommer fra sjøfart med null i infrastrukturslitasje.

De 261 mill. kronene kommer fra en økt godstrafikk på 5681 mill. tonnkm og 12 mill. kjøretøykm med godstog. Regner vi med dobbelt så mange bruttotonnkilometer som tonnkilometer, ser kostnaden rimelig ut med 0,019 kr per tonnkilometer og 0,525 kr per kjøretøykilometer.

For persontogene presenteres en økt kostnad på 147 mill.kr per år (Trafikverket 2016f side 54). Marginalkostnadene for infrastrukturslitasje presenteres på side 61. Den endring i togkilometer som følger av HHT presenteres på side 18 og 19. Den store endringen er 14 millioner færre kjøretøykilometer med «snabbtog» og 21 flere millioner kjøretøykm med HHT. Kjøretøykilometer med «Snabba regiontog» og «IR-tog» øker også noe (+2 millioner og +3 millioner). I tabellen under viser vi de kostnader vi kan beregne utfra opplysningene i Trafikverket (2016a).

Tabell 10 Marginalkostnader for infrastrukturslitasje, endrede kostnader 2014 per år

Fordon	mill kr
IR-tog	6
Snabbtog	-172
Pendeltog øvrig	1
Nattog	0
Dieseltog	-2
Pendeltog storstæder	0
HHT	294
Snabba regiontog	14
SUM	141

Summen av dette er nær de 147 mill. kr Trafikverket (2016f side 54) viser. Men kostnaden utgjøres av 294 mill. kroner økte kostnader for HHT og reduserte kostnader for «Snabbtog» som de dominerende postene. Kostnadene gjelder ifølge Trafikverket «marginalkostnader for underhåll och reinvesteringar» (2016f sid 61).

Samtidig tar Trafikverket med 1110 millioner kroner per år for «underhåll, reinvesteringer og drift» som en nåverdi av anleggskostnaden. Fra den informasjon som finnes kan det se ut som en dobbelttelling av 294 millioner kroner som gjelder HHT.

Ifølge Trafikverket (høsten 2016) er de kostnader som tas med i anleggskostnaden faste kostnader og de som beregnes her variable kostnader. Det er dermed ingen dobbeltregning.

Kostnaden for reinvestering består da av en del som er uavhengig av trafikk (som beregnes som anleggskostnad) og en del som er avhengig av trafikk (marginalkostnad) og som presenteres her. Marginalkostnaden av en reinvestering er bestemt av sammenhengen mellom trafikken og tidspunktet for reinvesteringen. Det framgår ikke av Trafikverkets analyser hvordan man deler denne kostnaden i en fast og en «ørlog» del. Vi kan ikke gjøre en videre vurdering av denne oppdeling med det tilgjengelige materiale.

4.4.6 Støy/Buller

Endringer i støy skjer bare for godstransport ifølge Trafikverket (2016c og 2016d). Flere godstog øker støykostnadene mens færre lastebiler reduserer den.

For lastebiler er beregningene basert på en marginalkostnad per kjøretøykilometer fra ASEK 6 og de endrede trafikkvolum som er presentert over i *Tabell 6*.

Tabell 11: Støykostnad tunge kjøretøy

	Landsbygd (kr/km)	By (kr/km)	Gjennomsnitt (kr/km)	Diff mill km	Sum (mill.kr)
<3.5 ton	0.19	1.34	0.645	0	0
<16 ton	0.26	1.88	0.716	1	0.7
resten			2.19	214	468.7
Sum				215	469.4

De 2,19 kr per km i 2040 kommer fra en aggregering av kostnader for landsbygd og tettsted som følger av tabellen under. Gjennom å anta at gjennomsnittet for høy fart er det aktuelle verdien for landsbygd og gjennomsnittet for lav fart er det aktuelle kostnaden for tettsted vektet Trafikverket det sammen til 2,19 kr per km (med andelen 72% landsbygd og 28% tettsted).

Tabell 12: Hvor har Trafikverket regnet?

	Landsbygd (kr/km)	By (kr/km)	Gjennomsnitt (kr/km)
Høy fart	0.59	4.29	1.639
Lav fart	1.3	9.4	3.589
Andel trafikk	Landsbygd (%)	By (%)	2.19
Høy fart	52 %	20 %	
Lav fart	20 %	8 %	
Andel av Trv gjennomsnitt kr/km	Landsbygd (%)	By (%)	
Høy fart	14 %	40 %	
Lav fart	12 %	34 %	
Sum	26 %	74 %	

Av de 470 mill. kr i redusert støykostnad fra lastebiler i 2040 er 74% eller 350 mill. kr knyttet til tettsteder. Den noe uventede største eksterne effekten av høyhastighetstog i Sverige er redusert støy/buller fra tunge kjøretøy i byer.

Er det rimelig at 28% av kjøretøykilometerne med lastebiler over 26 tonn, der godset flytter til tog på spor som blir frigjort på grunn av HHT, kjører i byer/tettsteder? Økt godstrafikk med tog kan også medføre økt omlastning og terminaltrafikk, med tilhørende støy.

VTI (2014) presenterte resultatet av et oppdrag om trafikkens samfunnsøkonomiske kostnader. Marginalkostnadene for støy/buller er en kostnad der de finner stort avvik mellom deres resultater og det som brukes i ASEK. Vi regner opp VTIs resultater med 1,47% per år i 25 år for å få støykostnaden per kjøretøykilometer i 2040. VTI presenterer

resultatet avhengig av folketetthet. Under bruker vi en enkel fordeling på 1/3 i hver av tettstedstypene når vi sammenligner med HHT analysen og «Øvrigt» betrakter vi som landsbygd. Med denne beregningen finner vi en gjennomsnittlig støykostnad for tunge kjøretøy på 0,26 kr/kjøretøykm med samme fordeling på tettsted og landsbygd som i Trafikverket (2016c). Det er kun 12% av verdien som Trafikverket bruker.

Tabell 13: Marginalkostnad for støy SAMKOST og Trafikverket (2016c)

Kr/kjøretøykm	Tettbefolket tettsted (2000 per/km ²)	Middelsbefolket tettsted (1000-2000 per/km ²)	Tynt befolket tettsted (400-1000 per/km ²)	Øvrige (mindre enn 400 per/km ²)	
Tunge kjøretøy SAMKOST	0,932	0,591	0,13	0,033	
Tunge kjøretøy SAMKOST 2040	1,342	0,851	0,187	0,048	
	Tettsted			Landsbygd	Gjennomsnitt
HHT	5,73			0,79	2,18
	Tettsted			Landsbygd	Gjennomsnitt
SAMKOST 2040 (1/3;1/3;1/3)	0,794			0,048	0,26

I prinsippet ser vi ASEK som et godt underlag for planlegging og har ikke hatt anledning å sette spørsmål ved disse beregninger. Men for støy ser resultatene dels ikke intuitivt riktige ut og dels vet vi at VTI har gjort nye beregninger. De reduserte støykostnadene på 470 mill.kr i HHT er derfor veldig usikre og kan godt reduseres til 60 mill.kr, hvilket reduserer inntektene i kalkylen med -410 mill kr i 2040.

Gods- (og person) tog gir også støykostnader. Trafikverket (2016h) regner med en økt kostnad på 65 mill.kr i 2040. Disse kommer fra en banespesifikk støykostnad etter togkm, togtype, toglangde og bandedel (side 10). Det vises ikke noen beregning for dette i rapporten.

4.4.7 Skatter, avgifter og internalisering

Skatter og avgifter tas med som en effekt i analysen dersom vi regner med hele den eksterne effekten. En alternativ måte å regne på er å bare regne med den ikke-internaliserte eksterne effekten; om markedet er perfekt skal det ikke oppstå eksterne effekter i analysen og bare markeder med imperfeksjoner skal analyseres.

For personbiler (og små lastebiler) presenteres en redusert skatteinntekt på 284 mill.kr. Implisitt medfører det en skattekostnad på 5 kr/mil. Bensin- respektive dieselskatten i 2040 er antatt til 13,63 respektive 12,74. Tenker vi fossildrevne biler tilsvarer det et forbruk på 0,4 liter per mil.

Tunge kjøretøy betaler dieselskatt med 8,53 kr/liter i 2040 ifølge Trafikverket. Med et antatt forbruk mellom 0,08 og 0,63 l/km blir den samlede reduksjonen i skatt 754 mill kr som i prinsippet er hva Trafikverket også har beregnet.

Baneavgifter fra de nye godstogene utgjør 259 millioner kr i 2040. Avgiftene består av flere ulike komponenter (Trafikverket (2016h), side 10). Kostnadene per togkilometer er kr 21,50 i 2040 og er lavere enn den estimerte marginalkostnaden. For persontogene øker også inntektene fra baneavgifter. Den beregnede inntekten i 2040 er 167 millioner kroner.

Tabell 14: Budsjetteffekter 2040, Mill kr.

Millioner kr per år 2040	SAMKALK					SAMGODS		SUM	Andel SAM KALK	Andel SAM GODS
	Bil	Lastebil 1	Buss	Tog	Fly	Lastebil	Godstog			
Drivstoffavgifter og baneavgifter	-284			167		-752	259	-610	19 %	81 %
Moms	-1		-8	251	-38			204	100 %	0 %
Budsjetteffekter	-285	0	-8	418	-38	-752	259	-406		
Internaliseringsgrad	1.55			1.09		0.87	0.70			

Basert på endringer i de eksterne kostnader som presentertes av Trafikverket kan vi konkludere med en internaliseringsgrad på 1,55 for personbiler (og små lastebiler) og 1,09 for persontog. Godstransportene betaler ikke sine kostnader og har en internaliseringsgrad for lastebiler på 0,87 og for godstogene 0,70.

Internaliseringsgraden er bestemt av de skatter og avgifter politikerne setter. Konklusjonen i Trafikverkets kalkyler er at persontransporter er over-internaliserte mens godstransporter er under-internaliserte. Det ser ikke ut å være et urimelig antagande.

4.4.8 Moms

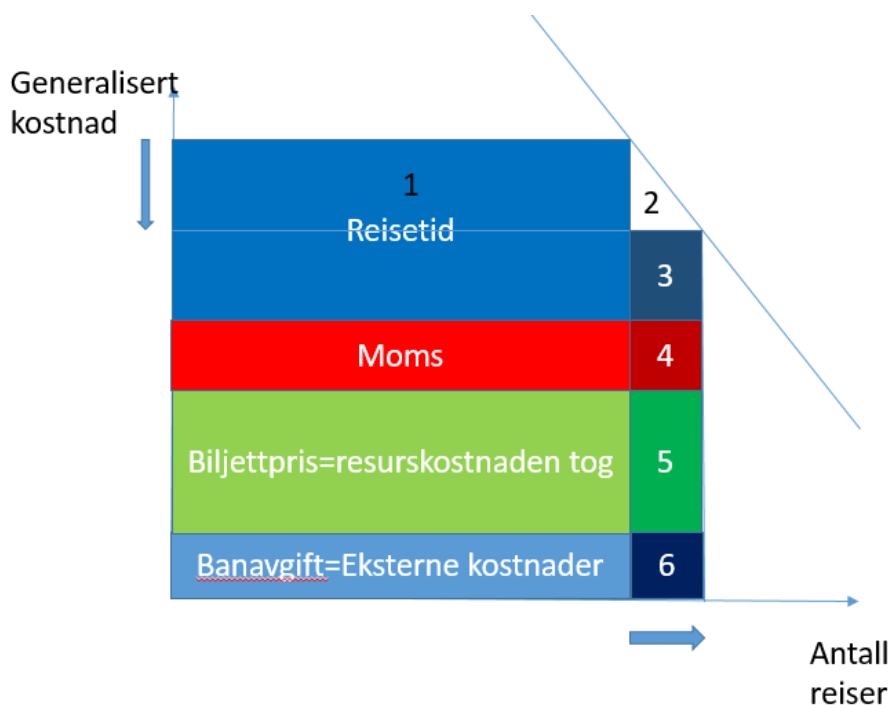
De store effektene av transportinvesteringer er ofte ikke-prissatte effekter som verdien av tid eller verdien av et statistisk liv. Enhetspriser på disse verdiene tas ofte frem gjennom ulike former for spørreundersøkelser der de ikke prissatte effektene balanseres mot noen prissatte effekter. De priser konsumenten møter og sammenligner med er priser inklusive indirekte skatter. Man velger derfor ofte å uttrykke prisene i en samfunnsøkonomisk analyse i transportsektoren som «konsumentpriser». I de tilfeller hvor kostnader baserer seg på «faktorkostnader» korrigeres derfor estimatene med indirekte skatter, medisinske kostnader ved ulykker er et eksempel. Dersom Trafikverket har fulgt ASEK 6.0 (Trafikverket 2016e) er dette korrigert for i de brukte enhetskostnadene.

Når biltrafikanten gjør et valg mellom distanse og reisetid gjør han/hun en avveining mellom drivstoffkostnader (inklusive skatter og moms) og reisetiden. Når den reisende velger mellom bil og tog er det på samme måte et valg mellom de samlede kostnadene for bilreisen og de samlede kostnadene for togreisen. I den siste inkluderes moms.

En klassisk figur forklarer saken. Vi tenker oss her et perfekt togmarked der baneavgiften motsvarer ressurskostnaden i form av eksterne kostnader (perfekt prissetting av infrastruktur) og billettprisen motsvarer ressurskostnaden for operatøren (perfekt prissetting av trafikeringen). Billett- og baneavgifter er pålagt moms. I starten tar reisen lang tid og reisetidskostnaden er høy.

Investeringen senker reisetidskostnaden og flere reiser med tog. Baneavgiftene øker som en inntekt men det balanseres av økte eksterne kostnader (6), billettprisen øker men det balanseres av kjøretøystkostnader for tog (5). Momsen øker også (4), men den balanseres ikke av noen realkostnad. Reisetiden øker (3) ettersom det blir flere reisende. Investeringen reduserer reisetiden for alle som i dag reiser (1) og det finnes en avtagende betalingsvilje for de nye passasjerene (2).

Den samlede betalingsviljen for de nye passasjerene for denne HHT investering er da $2+3+4+5+6$. Den ekstra ressursoppofringen er $3+5+6$. Nettoeffekten for de nye passasjerene er dels «rule-of-a-half» (2) og moms (4). Til dette kommer reisetidsbesparelsen for de som tidligere reiste (1).



Figur 13: Inkludering av moms

Inkluderingen av moms ser her ut til å være godt begrunnet.

4.4.9 Nåverdiberegningen

Vi har beregnet nåverdi ifølge de forutsetninger som ligger i kalkylen der det finnes en diskonteringsrente, en økning i verdiene for eksterne effekter og trafikkvekst. Faktorene er ulike for person respektive godstransport.

Prinsippet er at den eksterne effekten beregnes og vurderes for 2040 basert på Trafikverket. Deretter har vi justert det til en verdi per år for år 2020 og år 2060, basert på verdiøkning og tilvekst respektive bare tilvekst for infrastrukturslitasje. Nåverdi har blitt regnet i 20 års intervall med en «faktisk diskonteringsrente» som er:

- For eksterne effekter = diskonteringsrente - tilvekst – verdiøkning
- For infrastruktur = diskonteringsrente – tilvekst

Respektive nåverdi per 20 års intervall er diskontert med diskonteringsrente (3.5%) til år 2020.

Tabell 15: Faktisk diskonteringsrente for eksterne effekter i kalkylen

	2020-2040	2040-2060	2060-2080
Miljø og ulykker (inkl verdiøkning)			
Faktisk rente person	0.43 %	1.13 %	3.50 %
Faktisk rente gods	0.03 %	0.67 %	3.50 %
Infrastruktur			
Faktisk rente person	1.90 %	2.60 %	3.50 %
Faktisk rente gods	1.50 %	2.14 %	3.50 %

Tabell 16: Nåverdiberegning eksterne effekter

Nåverdi	Per år 2020 Mkr	Nåverdi 2020 - 2040	Per år 2040 Mkr	Nåverdi 2040 - 2060	Per år 2060 Mkr	Nåverdi 2060-2080	Sum Mkr	Jfr Tabell 5.2 (Trafikverket 2016d)	Avvik
Eksterne effekter	461	9101	900	8347	1546	5549	22997		
hvorav person (inkl Lastebil 1)	118	2256	217	1942	348	1248	5447	5588	-3 %
hvorav gods	343	6844	683	6405	1198	4301	17550		
Infrastrukturslitasje	-202	-3424	-292	-2330	-370	-1329	-7083		
hvorav person (inkl Lastebil 1)	-79	-1298	-108	-838	-129	-464	-2600	-2669	-3 %
hvorav gods	-124	-2126	-184	-1492	-241	-865	-4483	Trv Tabell 1	
SUM	259	5677	608	6017	1175	4219	15913	16200	-2 %

Nåverdiberegningene i Trafikverket (2016d) stemmer godt for persontrafikk.

Om disse eksterne effektene hadde vært inkludert i skatter og avgifter hadde vi hatt perfekte markeder og vi hadde ikke behøvd å ta hensyn til effektene i den samfunnsøkonomiske analysen. Nå regner Trafikverket med at dette ikke er tilfelle og de gjør en separat beregning av skatter og avgifter. Det antas at vegtrafikkavgiftene øker med 2% per år i hele perioden. Korrigert med trafikkvekst blir den faktiske renten i diskonteringenene -0.5%, 0,1% og 1,5% i hver 20-års periode fra 2020 til 2060.

Tabell 17: Nåverdi budsjetteffekter

Nåverdi	Per år 2020 Mkr	Nåverdi 2020 - 2040	Per år 2040 Mkr	Nåverdi 2040 - 2060	Per år 2060 Mkr	Nåverdi 2060-2080	Summa Mkr	Tab 26 PM Gods	Avvik
Skatt	-166	-4190	-493	-5349	-1125	-5130	-14669	-13637	+8 %
Skatt Lastebil	-341	-7183	-752	-7449	-1464	-6349	-20980	-20096	+4 %
Skatt Godstog	174	2992	259	2100	339	1218	6310	6459	-2 %

Vår enkle beregning av nåverdi er i stor grad sammenfallende med Trafikverkets.

4.4.10 Konklusjon eksterne kostnader

Trafikverket antar en ikke samfunnsøkonomisk optimal prissetting av transporter i 2040. Det medfører for høy pris på personbiltrafikk og for lav pris på all godstransport. Persontogene ser ut til å betale «rett» avgift.

De eksterne effektene utgjør cirka 9% av de samlede inntektene fra en HHT investering. Vi ser at 82% av den reduserte eksterne effekten fra svenske HHT kommer fra økt kapasitet for godstog og dermed redusert lastebiltrafikk.

Trafikverket har redusert CO₂ utslippet per kilometer bil sammenlignet med andre kilder men det er ikke satt til null, hvilket er målet med svensk politikk; Trafikverket ser ut til å ha gjort en rimelig bedømming av kjøretøyparkens utslipp i 2040. Dersom vi bruker nullutslippskjøretøy for personbiler skal inntektene i 2040 reduseres med 80 mill. kr.

En beregning basert på den informasjon som finnes i Trafikverket (2016h) viser at kostnadene fra emisjoner fra godstransport burde reduseres med **-61 mill.kr** i 2040. Vi finner ingen rimelig forklaring på dette avviket.

Det ser ut til at Trafikverket (2016d) har summert feil på emisjoner fra persontrafikken. Tallet burde korrigeres med **+123 mill. kr** i 2040. Vi finner ingen rimelig forklaring på dette avviket.

Trafikverket (høsten 2016) viser til at de to problemer over skyldes ulike prisnivåer i Samkalk og at det nå er rettet. Trafikverkets beregning er dermed riktig og vi gjør ingen justering for dette.

De innsparte ulykkeskostnadene ser ut til å være høyere enn senere estimat på den marginale eksterne ulykkeskostnaden. Vi korrigerer ikke for dette.

Beregningen av vegslitasje ser rimelig ut men er noe høy for personbiler. Trafikverket beregner en økt marginalkostnad fra slitasje på infrastrukturen fra HHT på 294 mill. kroner i 2040. Samtidig beregner Trafikverket en nåverdi av drift, vedlikehold og reinvesteringer. Det ser ut til å kunne være en dobbelttelling av denne effekten og analysen kan da økes med **+294 mill. kr** i innsparte kostnader.

Trafikverket (høsten 2016) mener at dette ikke er dobbelttelling, men en forskjell i faste og variable kostnader. Vi har ikke hatt mulighet til å granske dette og beholder korrigeringen som et alternativ.

Den noe uventede største eksterne effekten av høyhastighetstog i Sverige er redusert støy/buller fra tunge kjøretøy i byer. Dette følger dels av den antatte reduksjonen i lastebiltrafikk i byer og dels den høye vurdering som finnes i ASEK for støy i byer. Dersom vi bruker nyere vurderinger på støy fra tunge kjøretøy (VTI 2014) finner vi at støykostnadene på 470 mill.kr kan reduseres til 60 mill.kr. Inntekten reduseres med **-410 mill.kr**.

Vi kan ikke gjenskape beregningen for støy fra godstog. Trafikverket har ingen økt støykostnad for HHT eller redusert støykostnad for privatbiler.

Trafikverkets beregninger av skatte- og avgiftsinntekter ser riktige ut og vi finner at Trafikverkets nåverdiberegning er riktig.

Disse korreksjonene er oppsummert i tabell 18.

Tabell 18: Eksterne effekter (innsparte kostnader) og budsjetteffekter 2040. Mill kr.

Millioner kr per år 2040	SUM	Personbiler	Persontog	Fly	Lastebiler	Gods tog	Summeringsproblem?	NY SUM
Luftforurensning og CO ₂	305	(nullutslipp p - 80)	na	√	(-61) Trv	na	(+124) Trv	244
Ulykker	193	√ (-)	na	na	√	na	√	193
Infrastrukturslitasje	-292	√	294 Vi beholder dette	na	√	√	√	2
Støy/buller, minskede kostnader	402	ikke med (+)	HHT ikke med (-)	na	-410	√?	√	-8
Sum	608							431
Drivstoffskatt og baneavgifter	-610	√	√	√	√	√	√	-610
Moms	204		√				√	204
Sum Budsjetteffekter	-406							-406
Nåverdiberegning							√	
Netto	202							25

na = ikke analysert da det har en liten effekt. √ = kontrollert og Ok., Trv= rimelig forklaring fra Trafikverket på våre beregninger

Dersom vi inkluderer disse korreksjonene reduseres nettoinntektene i kalkylen til 25 millioner kroner i 2040 og lønnsomheten reduseres.

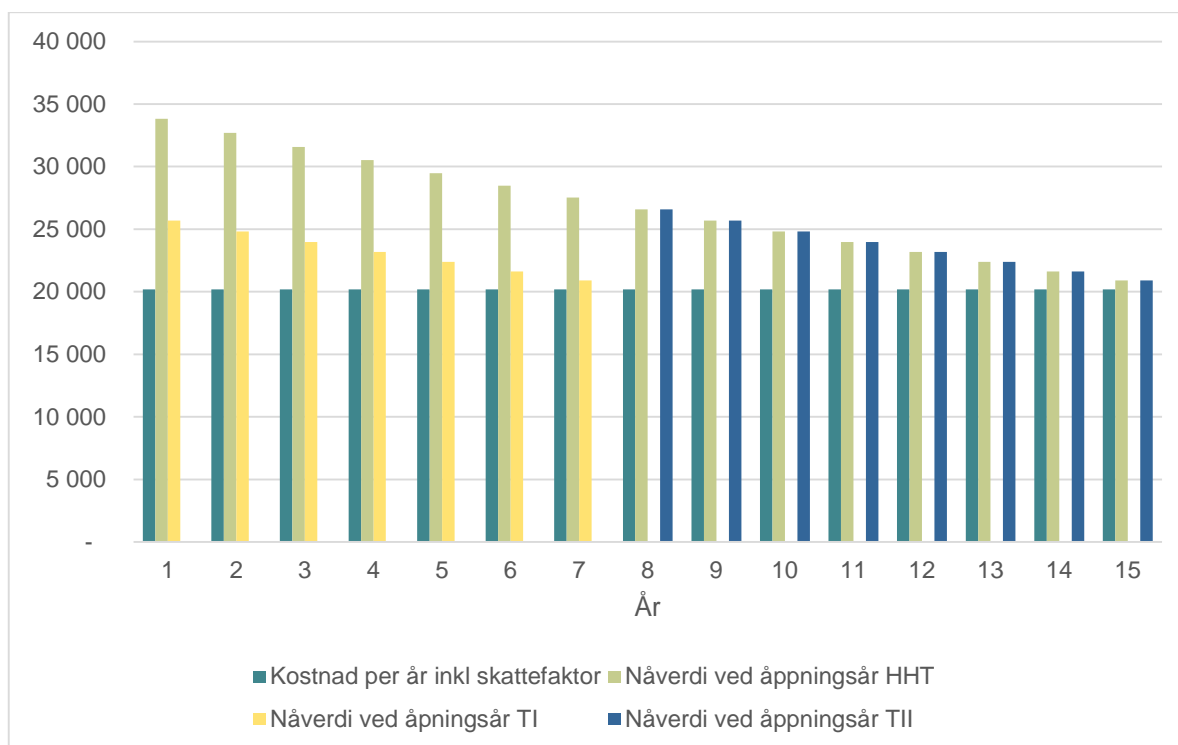
4.5 Følsomhetsbetraktninger

4.5.1 Trinnvis utbygning

Trafikverket regner med en byggetid på 15 år og en årlig investering, inklusive skattefaktor, på 20,2 milliarder SEK. Ettersom vi fra det første årets investering må vente i 15 år før vi kan bruke investeringen, belaster vi i prinsippet investeringen med en rentekostnad for disse 15 årene (se figur under). Summen av de årlige investeringskostnadene er 303 milliarder SEK, inklusive skattefaktor, men de øker til 403 milliarder kroner når vi uttrykker det som en nåverdi.

Infrastrukturinvesteringer har generelt den egenskapen at de ikke er delbare, en halv veg mellom A og B har ingen nytte. Trafikverket (Publikasjon 2015:241) peker på den udelbarhet som finnes «før å få en rejal avlastning krevs dock att alla delar av projektet Stockholm – Göteborg respektive Stockholm – Malmö är utbyggt» (side 27). Trafikverket diskuterer utbyggingsstrategier men gir ingen tydelig konklusjon og vi gjennomfører derfor en mer hypotetisk oppdeling av prosjektet.

Om vi deler investeringen i for eksempel to deler, der vi åpner den ene etter 7 år og den andre etter ytterligere 8 år (trinn I og trinn II), er summen av de årlige investeringskostnadene fortsatt 303 milliarder SEK, men uttrykker vi det som nåverdi ved respektive åpningsår blir summen 352 milliarder SEK.



Figur 14: Investeringskostnad per år og nåverdi ved åpningsår, alternative tidsprofiler, millioner SEK.

Om vi lar nyttene (sum effekter) være konstant ved forskyvning i åpningsår får vi følgende resultat i en tenkt samfunnsøkonomisk analyse der vi for «Trinn I» tar 7/15 av den totale effekten og for «Trinn II» tar 8/15 av den totale effekten.

Tabell 19: Simulert lønnsomhet ved ulike åpningsår.

	HHT	Trinn I	Trinn II	«Trinn 15 «
Investeringskostnad	- 403,300	- 162,590	- 189,181	- 303,000
Sum effekter	149,800	69,907	79,893	149,800
Nettoresultat	- 253,500	- 92,684	- 109,288	- 153,200
NNK	-0.63	-0.57	-0.58	-0.51

Vi ser at en mer effektiv trinnvis utbygging minsker ulønnsomheten av HHT. Om alt bygges i en helhet er lønnsomheten -0,63. Om vi deler investeringen i to trinn og deler nyttene proporsjonelt øker lønnsomheten til -0,57 respektive -0,58.

Vi kan ta dette til det ekstreme og tenke oss at vi åpner en del av HHT hvert år i 15 år (Trinn 15) og at nyttene fordeler seg med 1/15 per prosjekt (år). Lønnsomheten øker i denne ekstreme løsning til -0,51. Dette er *grenseverdien* for hvor mye lønnsomheten kan øke med en mer effektiv utbyggingsstrategi. HHT er fortsatt kraftig ulønnsom.

Å tenke seg en konstant skalaavkastning av et HHT system er ikke rimelig. Når vi deler prosjektet i to deler burde derfor nytten for hver del være lavere enn helheten. Lønnsomheten for den trinnvise utbyggingen blir da lavere enn hva eksemplet over viser. *Grenseverdien* er da lavere enn -0,51.

4.5.2 Åpningsår

Vi har over betraktet nåverdien av effektene som konstant uavhengig av åpningsår, så lenge vi uttrykker nåverdien ved åpningsåret. Dette er imidlertid ikke helt sant da et senere åpningsår gir et økt trafikkgrunnlag på grunn av trafikkveksten, samt en økt verdi av reisetid på grunn av økt inntekt. Å forskyve HHT investeringen lengre inn i fremtiden øker dermed lønnsomheten av investeringen.

Trafikverket bruker tre ulike perioder i sine prognoser for fremtiden 2020-2040, 2040-2060 og etter 2060, med ulik trafikkvekst. De uttrykker effektene i år 2040. Dersom vi flytter åpningsåret for investeringen ett år fra 2020 til 2021 øker reisevolumene for det tjuende året med 0,9% for person- og 1,36% for godstransport. Samtidig øker vurderingen av noen av effektene med 1,47% på grunn av økt inntekt. Vi beregner den vektete nytteøkningen til cirka 2,5% per år.

Om vi forskyver deler av investeringen i 7 år øker nåverdien med cirka 18%⁴. «Trinn II» i vår simulering over skulle få en høyere nytte og lønnsomheten skulle bli -0,50.

Forskyver vi hele prosjektet i 15 år, slik at det åpner i 2035, øker effektene med 44% og den samlede lønnsomheten øker fra -0,63 til -0,47. HHT prosjektet er fortsatt sterkt ulønnsomt, men det lønner seg å forskyve det lengre inn i fremtiden. Når det optimale investeringstidspunktet inntreffer, og om det inntreffer, kan vi ikke si noe om med denne enkle analysen.

4.5.3 Markedspriser?

Mulige og sannsynlige markedstilpasninger av rutetilbud og priser er ikke ivaretatt i Trafikverket (2016). Redusert flytilbud kan gi noen flere passasjerer på tog, men også nyttetap for de som flyr. Markedstilpasning av priser kan gi mindre nyttegevinster enn beregnet for HHT passasjerer, men noe kommer opp som økt produsentoverskudd for togselskapene. Selskaper som kjører langsommere tog får sterkt redusert trafikk og kan svare med reduserte priser og antall avganger. Selskap som kjører HHT kan i sin markedstilpasning ønske færre stopp og dermed få enda større reisetidsgevinster for mange passasjerer samtidig som egne kostnader reduseres.

Følsomhetsanalysen som er gjennomført (WSP, 2+6b) med en aggregert og forenklet metode viser, at om alle prisene for HHT øker slik at hele verdien av reisetidsbesparelsene tas ut i økte priser med ASEKs tidsverdier, spises hele konsumentoverskuddet opp. Kun ca 1/3 av det tapte konsumentoverskuddet dukker opp igjen som økt produsentoverskudd gjennom økte billettinntekter og reduserte kostnader. Denne enkle analysen viser at forutsetninger om markedet er svært viktige for virkningene av HHT.

Som vi har vært inne på tidligere driver både tog-, buss- og flyselskaper utstrakt differensiert og dynamisk prising. En operatør som skal maksimere fortjenesten vil tilstrebe å selge hver enkelt av plassene til høyest mulig pris. Samtidig vil hun heller selge en plass for en svært lav pris enn å kjøre med tomme seter. Reguleringsregime for HHT-strekningene, hvilke betingelser infrastruktureieren legger for bruk av banen har derfor betydning både for hvor store nyttegevinstene blir og for hvem som nyter godt av dem.

⁴ Vi har ikke justert for Trafikverkets ulike knekkpunkter i trafikkvekst. Dersom vi skulle gjort det, minsker effekten av å forskyve investeringen lengre frem i tiden ettersom vi får en mindre andel av trafikkveksten fra perioden 2020-2040, som har en høy vekst, og mer av perioden etter 2060 som har en lav vekst (0%).

4.5.4 Punktlighet

Mer infrastruktur i form av flere spor kan bidra til å gjøre hele jernbanesystemet mer robust med hensyn til «forstyrrelser». I et system hvor sporkapasiteten er høyt utnyttet, kan forsinkelser for et tog lett forplante seg til flere tog. Ny og godt vedlikeholdt infrastruktur reduserer og behov for saktekjøring i forbindelse med svikt i infrastrukturen som kan forplante seg til nyere deler. Olsson m fl (2016) viser også til at upålitelig infrastruktur kompenseres med «slakk» i rutetider slik at en forsinkelse som oppstår på en delstrekning av en rute, kan tas igjen i en senere del av ruten. Det kan altså være en «trade-off» mellom kort rutetid og sannsynligheten for forsinkelser. Den direkte effekten av forsinkelser er at passasjerer og gods ikke kommer fram når de skal. En sekundær effekt av forsinkelser er at etterspørselen etter person- og godstrafikk kan bli mindre enn den hadde vært uten forsinkelser. Det er grunn til å tro at HHT bidrar til at jernbanen som system blir mer pålitelig, noe som har både direkte og sekundære effekter i jernbanemarkedet.

Trafikverket (2016j) dokumenterer en metode for å beregne de direkte effektene av bedre infrastruktur, basert på et tallgrunnlag fra LUPP som inneholder alle togbevegelser i Sverige i 2013, herunder forsinkelser. Disse data er kombinert med opplysninger om kapasitetsutnyttelsen strekningsvis. Ved å bearbeide dette datagrunnlaget er det estimert sannsynlighetsmodell for forsinkelser der lenkedistanse, enkeltsporandel, kapasitetsutnyttelse og stopp inngår. Datamaterialet inneholder ca 20 millioner observasjoner for person- og godstog. Modellen kalibrerer for konkrete planlagte ruter i HHT- alternativet og nye gjennomsnittlige forsinkelser kalkuleres for JA og HHT-alternativet. Disse multipliseres med antall berørte passasjerer og ASEKs forsinkelsesverdier for de ulike kategorier reisende. Kalkylen omfatter alle togreisende i Sverige i 2040. Verdien av økt punktlighet beløper seg da til 570 millioner kroner for passasjerene og 8 millioner kroner for driften av togene i 2040. Nåverdien av dette er beregnet til 21,5 milliarder kroner. Dette utgjør 15,5% i tillegg til brukernytten som er kalkulert i Trafikverket (2016f). Dette kan ansees som å være på et rimelig nivå gitt omfanget av forsinkelser som er dokumentert og de relativt høye verdiene på forsinkelsestimer i ASEK.

Det er litt uklart for oss om det er gjort avveininger mellom punktlighet og rutetid i arbeidet med prognosetidtabellene (Trafikverket 2016c).

4.5.5 «Mernytte» – «Wider economic benefits»

Vesentlige nyttevirksomheter som ikke er kvantifisert eller prissatt er såkalt «mernytte», «netto ringvirkninger», «wider economic benefits» eller «wider economic impacts». Dette er produktivitetsvirkninger som oppstår når transportforbedringer gir større markeder. For HHT er dette i første rekke virkninger gjennom arbeidsmarkedet, men den billigere godstransporten kan også gi slike virkninger innen vareproduksjon og -handel.

I Trafikverket (2016f) har en utført en følsomhetsanalyse der en legger til 50% på tidsverdien for arbeidsreiser. Tanken er at arbeidstakere som kun ser sin nettolønn når de velger lengre pendlingsavstand vil undervurdere den samfunnsøkonomiske verdien av produktivitetsøkningen sin. Verdien av produksjonen for arbeidsgiverne er derimot bruttolønn som også inneholder skatt. Eliasson (2016) anbefaler et slikt tillegg på 40% som en tommelfingerregel. HHT har ifølge transportmodellresultatene begrenset virkning for daglige arbeidsreiser, dermed blir virkningen på samlet brukernytte også relativt begrenset. Trafikverkets følsomhetsanalyse øker brukernytten med 4,7 milliarder kroner eller ca 4 prosent.

I Norge har det vært stor interesse for slike virkninger de siste årene. Det er faglig konsensus om at slike virkninger eksisterer, men svært sprikende resultater i de beregningene som er foretatt i ulike fagmiljøer. Hansen (2016) har beregnet slike virkninger for 15 veg- og baneprosjekter i Nasjonal Transportplan med en generell likevektsmodell. Han finner at netto ringvirkninger varierer fra 2 til 23 prosent av beregnet brukernytte i disse prosjektene.

Gitt de beregningene av nytte og kostnader som Trafikverket har gjort, må netto ringvirkninger av HHT være langt høyere enn beregnet brukernytte for at prosjektet skal oppnå lønnsomhet.

5 Konklusjoner

Modellene Sampers og Samvips er forskjellige, men har mye felles. Sampers er et komplett modellsystem som på en konsistent måte med utgangspunkt i befolkning og andre sonedata og et definert transporttilbud som er beskrevet ved veg- og kollektivlenker, kollektivruter med frekvenser, kjøretider og stoppmønster knytter sonene sammen og beregner transportetterspørsel under alternative forutsetninger. Sampers struktur med valg av «hovedtransportmiddel» for hele reisen, er begrensende idet kombinasjoner av ulike transportmidler ikke er mulige reisemåter. Benyttet versjon av Sampers tar ikke eksplisitt hensyn til rutetabellene når reisevei i kollektivsystemet velges og benytter en «optimal strategy» algoritme for fordeling av reiser mellom alternative reiseveier. Takster er definert i sone til sone matriser for hvert transportmiddel og uavhengig av rute. På relasjoner der det er alternative ruter, fordeles reisene proporsjonalt med avgangsfrekvensen på rutene. For mange kan da fordeles på ruter med høy frekvens, men lang kjøretid.

Samvips trenger eksogent gitte etterspørselsmatriser som beskriver samlet etterspørsel etter persontransport mellom sonepar og fordeler disse på bilreiser og de kollektivruter som er tilgjengelige. I foreliggende analyser med Samvips er disse matrisene hentet fra Sampers. Samvips fordeler turene på de reiseveiene som er tilgjengelige på et sonepar utfra hver routes, frekvens, rutetabell, reisetid, pris og uavhengig av transportmiddel. En reise kan da bestå av flere deler med ulike transportmidler. F eks kan en reise med buss – fly - tog på en reise. Rutevalget i Samvips skjer på basis av generalisert reisekostnad for hvert alternativ, der tidskomponentene kan vektas med de samme ASEK verdiene for ulike trafikantgrupper som også brukes til nytteberegningene.

Sampers kan beregne konsekvenser på transportetterspørsel av befolkningsvekst, endringer i befolkningens sosioøkonomiske sammensetning, bilinnehav og lokalisering av bosteder og arbeidsplasser i et langsiktig perspektiv. Dette har stor verdi når en skal lage langsiktige prognoser som grunnlag for å dimensjonere og utvikle transportsystemet. Samvips mangler dette.

Begge modellene er etterspørselsmodeller der transporttilbud og priser må defineres eksogent og ganske detaljert. Dette er krevende og ofte undervurderte oppgaver der feil, unøyaktigheter og inkonsistens mellom måten ulike deler av nettverket er kodet på, kan få stor innflytelse på resultatene som beregnes.

Samvips har muligheter for en mer detaljert – og realistisk behandling av kollektivtilbudets betydning for etterspørselen og fordeling av denne på ulike linjer. Dette kan være viktig for realistiske beregninger av etterspørsel og nytte av HHT. Det er spesielt relevant om en vil vurdere alternative modeller for bruken av nye baner mht reguleringsregime for selskaper som opererer togene som krav til stopp, åpningstid, prissetting mv.

Transportberegningene som nå er utført av Trafikverket med Sampers, ser ut til å gi høye markedsandeler for høyhastighetstogene (HHT) mellom Stockholm og henholdsvis Malmö og Göteborg. Begrensningen som er anført mht rutevalg i Sampers, ser ikke ut til å gi urealistisk store andeler på ruter med relativt høy frekvens og lengre reisetider enn HHT. Begrensningen til hovedtransportmiddel i Sampers, fører imidlertid til at HHT i kombinasjon med andre transportmidler enn tog ikke kommer med. Hvor mye dette kan

utgjøre har det ikke vært mulig å finne ut av fra det foreliggende materialet. Samvips kan benyttes til kompletterende analyser for å få en ide om dette.

Sampers er en etterspørselsmodell der tilbudet er eksogent gitt. Ny infrastruktur åpner for nye markedstilpasninger både innenfor tog-, fly- og bussmarkedet. Det er neppe realistisk at antall flyavganger mellom byene opprettholdes med HHT. Redusert frekvens i luften kan derfor gi enda større reduksjon i etterspørselen etter flyreiser enn det som er modellberegnet.

Markedsbasert differensiert prissetting av ulike reisealternativer der HHT togene prises høyere enn andre tog, vil ventelig gi lavere etterspørsel for HHT enn i de foreliggende analysene. Dette er det mulig å se nærmere på ved bruk av Vips, mens Sampers ikke er egnet.

Hverken Sampers eller Samvips modellerer tilbudsutviklingen. Samvips kan være egnet til å vurdere alternative konsepter mht regulering av tilgang til banene, prissetting mv.

Utenriksreiser er relevant og har potensielt stor betydning mot Kastrup og København hvor reisene i Sampers har fått startpunkt i Malmö. HHT kan gi Kastrup økt betydning som flyplass for Sverige sydvest for Stockholm og for reiser mellom Stockholm og Københavnområdet. Samvips kan være bedre egnet til å beregne dette.

Samfunnsøkonomisk analyse er utført for ett alternativ med HHT til både Göteborg og Malmö og et sammenligningsalternativ. Det analyserte alternativet gir høy utnyttelse av togene og nyttegevinster for trafikantene med en nåverdi på hele 111,5 milliarder kroner, viser beregningene at konseptet er sterkt ulønnsomt. Den enkle forklaringen på dette er at investeringskostnaden på nominelt 233 milliarder kroner, er svært stor. Sammenlignet med HHT prosjekter i andre land, har HHT-alternativet middels kostnad per kilometer. Gitt øvrige komponenter i nyttekostnadsanalysen, må investeringskostnaden mer enn halveres for å få positiv nettonytte av prosjektet. Dette må anees som lite realistisk uten at prosjektet endres drastisk.

Vedlikeholds-, drifts- og reinvesteringkostnader på infrastrukturen utgjør 7,5 prosent av investeringskostnaden og er på et rimelig nivå sammenlignet med noen europeiske erfaringstall.

Forutsetninger og enhetspriser fra ASEK 6 er benyttet og dette anser vi som gode og relevante prinsipper. Den største posten i nytteberegningene er nyttjen for reisende og denne bygger på Sampers. Sampers får ikke med seg lange reiser over flere transportmidler og heller ikke alle relevante reiser over Øresund. Dette er etter vår vurdering hver for seg begrensede størrelser i forhold til den brukernytten som er beregnet, men kan ha en viss betydning. WSP har anslått nåverdien av konsument- og produsentoverskudd av nye reiser til Kastrup/København til knapt 9 milliarder SEK. Dette tilsvarer 8% av nyttjen for persontransporten som er beregnet av Trafikverket.

Mulige og sannsynlige markedstilpasninger av rutetilbud og priser er ikke ivaretatt. Redusert flytilbud kan gi noen flere passasjerer, men også nyttetap for de som flyr. Markedstilpasning av priser kan gi mindre nyttegevinster enn beregnet for HHT passasjerer, men noe kommer opp som økt produsentoverskudd for togselskapene. Selskaper som kjører langsommere tog får sterkt redusert trafikk og kan svare med reduserte priser og antall avganger. Selskap som kjører HHT kan i sin markedstilpasning ønske færre stopp og dermed få enda større reisetidsgevinster for mange passasjerer og redusere egne kostnader. Følsomhetsanalysen som er gjennomført med en aggregert og forenklet metode viser, at om alle prisene øker slik at hele verdien av reisetidsbesparelsene tas ut i økte priser med ASEKs tidsverdier, spises hele konsumentoverskuddet opp. Kun ca 1/3 av det tapte konsumentoverskuddet dukker

opp igjen som økt produsentoverskudd gjennom økte billettinntekter og reduserte kostnader. Denne enkle analysen viser at forutsetninger om markedet er svært viktige for virkningene av HHT.

Nytteberegningene har i utgangspunktet ikke vurdert om mer infrastruktur påvirker togenes punktlighet. Trafikverkets følsomhetsanalyse som er gjennomført med en første versjon av en ny metode for å kvantifisere og verdsette dette, gir en punktlighetsnytte på 577 millioner kroner i 2040 eller 21,4 milliarder kroner i nåverdi.

Slik godsnytt er beregnet fylles hele den økte togkapasiteten opp fordi dette i godsmodellen er billigere transporter enn alternativene for relevante kunder. Dette er ikke nødvendigvis realistisk. Om kapasitetsøkningen er realistisk, er det større sannsynlighet for lavere enn for høyere godsnytte enn det som er beregnet. Imidlertid har Trafikverket (høsten 2016) beregnet nytten ved alternativt å benytte den frigjorte kapasiteten på eksisterende baner til persontog. De finner da tilsvarende nivå på nytten av dette som det som er beregnet for godstransporten.

De eksterne kostnadene som er prissatt er luftforurensning og CO₂ - utslipp, ulykker, infrastrukturslitasje og støy og summerer seg til 9 prosent av de samlede nettoeffektene med en nåverdi på 16,2 milliarder. Noe overraskende utgjør redusert støy fra lastebiler 2/3 av den eksterne nytten samtidig som det ikke er regnet støykostnader for HHT. Overraskende fordi transportene som blir overført fra veg til bane for det meste vil gå *mellom* bebodde områder. Lastebilgodset som overføres til jernbane utgjøres av varer som oftest skal distribueres med bil i endene av jernbanetransportene. Hvis vi korrigerer for dette, reduseres nytten med 410 millioner kroner i 2040. Vi finner videre en mulig dobbeltregning der slitasjekostnader for jernbanen er medtatt som ekstern kostnad for HHT samtidig som vedlikeholds- og reinvesteringskostnader er tatt med som direkte kostnader. Dette utgjør 294 millioner kroner. Med disse korreksjonene reduseres nettoinntekten med 52 millioner kroner i 2040, dvs ca 1,4 milliarder kroner mindre i nåverdi.

Kun ett alternativ er vurdert. Dette strider mot 4-trinnsprinsippet for å vurdere enkle løsninger på transportutfordringer før man ser på de tunge investeringene. Spesielt for godstransporten er vi usikre på om det ikke finnes langt billigere løsninger enn å frigjøre eksisterende baner ved å bygge HHT for persontransporten. Årlige investeringer i 15 år før noe nytte realiseres, betyr betydelige rentekostnader for investeringen. Vi har laget et enkelt regneeksempel der vi deler prosjektet i 2 deler slik at 7/15 deler av prosjektet får nytte etter 7 år og 8/15 etter ytterligere 8 år. Dette reduserer «ulønnsomheten» fra – 253 milliarder kroner til – 202 milliarder kroner og brøken til -0,57. Denne analysen indikerer også at prosjektet blir mindre ulønnsomt jo lengre man venter med å realisere det.

Vesentlige nyttevirkninger som ikke er kvantifisert eller prissatt er såkalte netto ringvirkninger. Dette er produktivitetsvirkninger som oppstår når transportforbedringer gir større markeder. For HHT er dette i første rekke virkninger gjennom arbeidsmarkedet. Trafikverkets har i en følsomhetsanalyse der en økte tidsverdien for arbeidsreiser med 50% beregnet at dette gir ca 4% tillegg i trafikantnytt. I Norge har det vært stor interesse for slike virkninger de siste årene. Det er faglig konsensus om at slike virkninger eksisterer, men svært sprikende resultater i de beregningene som er foretatt i ulike fagmiljøer. Hansen (2016) har beregnet slike virkninger for 15 veg- og baneprosjekter i Nasjonal Transportplan med en generell likevektsmodell og finner at slike netto ringvirkninger varierer fra 2 til 23 prosent av beregnet brukernytte i disse prosjektene. I lys av dette virker ikke 4% for HHT urimelig siden dette er tilbud som først og fremst vil betjene lengre reiser som foretas sjeldnere enn daglige arbeidsreiser. Gitt de beregningene av nytte og kostnader som Trafikverket har gjort, må slike virkninger av HHT være langt høyere enn beregnet nytte for at prosjektet skal oppnå lønnsomhet.

6 Referanser

- Algers, S. Bates, J. Jansson, K. Lang, H., Larsen, O. og Swahn, H. (2013)
Towards a model for long distance passenger travel in the context of infrastructure and public transport planning. KTH Arkitektur och samhällsbyggnad. Avdelingen for trafik och logistik. Rapport Stockholm 2013.
- Algers, S, Mattsson, L-G. Rydgren, C. og Östlund, B. (2009)
Sampers – erfarenheter och utvecklingsmuligheter på kort og lang sikt. Linköpings universitet 2009-10-30.
- Andersson, M. m fl (2010)
Skilnad mellan Samvips og Samkalk/ASEK. En jämförelse mellan två kalkyler för höghastighetsjärnväg. WSP Analys & Strategi 9.2.2010.
- Atkins (2011)
Demand Forecasting Model Development Report Contract 5: Market Analysis Annex to Subject 1: Jernbaneverket Norwegian High Speed Railway Assessment Project.
- Beria, P., D. Albalade, R. grimaldi, G.Bel (2016)
Delsions of success: costs and demand of high speed rail in Italy and Spain. WCTR 2016.
- Börjesson, M. (2014)
Forecasting demand for high speed rail. Transportation Research Part A 70 (2014) 81–92.
- California High-Speed Rail Authority (2014)
2014 California High-Speed Rail benefit-Cost Analysis
- Campos, J. and de Rus, G. (2009)
Some stylized facts about high-speed rail: A review of HSR experiences around the world. Transport Policy Volume 16, Issue 1, January 2009, Pages 19–28
- Denstadli, J. M. og Gjerdåler, A (2011)
Transportmiddelbruk og konkurranseflater i tre hovedkorridorer. TØI-rapport 1147/2011.
- Doganis, R. (2002)
Flying Off Course: The Economics of International Airlines. Routledge, 2002. (Google books).
- Eliasson, J. og Börjesson, M: (2014)
On timetable assumptions in railway investment appraisal. Transport Policy 39 (2014) 118-126.
- Eliasson, J. (2016)
Förbättrade metoder för samhällsekonomisk analys av kollektivtrafikinvesteringar. CTC Working paper 2016:6. Centre for Transport Studies, Stockholm.
- Flügel, S og Halse, A. H. (2012)
High-Speed Rail ridership forecasts for the corridors Oslo-Bergen and Oslo-Trondheim, Preliminary analysis and documentation. TØI Working paper no 50071.
- Flügel, S. Halse, A. H. Ortusar, J D, Rizzi, L. I (2015)
Methodological challenges in modelling the choice of mode for a new travel alternative using binary stated choice data – The case of high speed rail in Norway. Transportation Research Part A 78 (2015) 438–451.

- Froïdh, O (2013).
Godstrafik på jernvæg – atgærder for økad kapasitet på lang sikt. TRITA-TSC-RR 13-003. KTH Arkitektur och samhällsbyggnad. Stockholm.
- Hansen, W. (2016)
Beregning av netto ringvirkninger på utvalgte prosjekter, NTP 2018-2029. TØI-rapport 1471/2016
- INRO (2009)
EMME/2 User's Manual, Release 9. INRO, Montreal april 2009.
- Jansson, K. Algers, S. Lang, H., Larsen, O. Mortazavi, R. Bates, J. og Daly, A. (2013)
Descriptive and theory report for "Towards a model for long distance passenger travel in the context of infrastructure and public transport planning". KTH Arkitektur och samhällsbyggnad. Avdelingen för trafik och logistik. Rapport Stockholm 2013.
- Jansson, K. Pyddoke, R. og Halldin, C. (2015)
Sambølsøkonomisk analys av förändrad frekvens och taxa för regionalstågstrafik i Mälardalen. VTI rapport 866.
- Johansen, K. W. (2007)
Lønnsomme" høyhastighetstog i Norge? Samferdsel nr 9 2007.
- Johansen, K. W. Jean-Hansen, V. og Gjelsvik, I (2002)
Vurdering av mulighetene for lønnsom drift på Haukelibanan. TØI-rapport 611/2002.
- Larsen, O.I, Jansson, K. & Lang, H.
On Combining Discrete Choice And Assignment Models. Upublisert paper
- Lundberg, A-I. (2011)
Konkurrens och samverkan mellan tåg och flyg – Del 1: Internasjonell jämførelse. KTH Arkitektur och samhällsbyggnad, Stockholm 01.20.2011
- Nelldal, B-L, Jansson, K, og Halldin, C. (2009)
Prognoser och samhølsøkonomiska kalkyler med Samvips för Gøtallandsbanan. Kungliga Tekniska Høgskolan (KTH). KTH Järnvægsgruppen.
- Nelldal, B-L. Jansson, K, og Halldin, C (2010)
Høghastighetsbanor i Sverige, Trafikprognoser och samhølsøkonomiska kalkyler med Samvips-metoden för utbyggda stambanor och separata høghastighetsbanor. KTH Arkitektur och samhølsbyggnad, Stockholm 20.02.2010.
- Nelldal, B-L. m fl (2016)
Behov av alternativa prognoser och kalkyler för av høghastighetståg i Sverige. PM från Skandpersgruppen 2016-05-02
- OECD/ITF (2008)
 Discussion paper 2008-16 revised.
- PTV (2015)
PTV VISUM 15 - New features at a glance. 2015 PTV AG, Karlsruhe.
- SCB (2015)
- SJ (2016)
Års- och hållbarhetsredovisning 2015. <https://www.sj.se/sv/om/om-sj/finansiell-info.html>
- Spieß, H. and Florian, M. (1989), *Optimal Strategies: A New Assignment Model for Transit Networks*, Transportation Research B, Vol. 23B, No.2, 83-102.

Trafikverket (2015)

Sampers och trafikprognoser – en kort introduktion. Rapport 2015-06-24. Trafikverket.

Trafikanalys (2016a)

Trafikverkets arbete med modeller för samhällsekonomisk analys 2015. Trafikanalys Rapport 2016:2.

Trafikverket (2016b)

Sampers 3.3 Användarhandledning. Trafikverket, publikasjon 2016:064

Trafikverket (2016c)

Tidtabeller i prognoser och samhällsekonomiska kalkyler. PM 2016-05-31 Trafikverket.

Trafikverket (2016d)

Resultat Sampers/ Samkalk. Prosjektnamn: Høghastighetsbanor enligt Sverigeförhandlingen 2016-02-01 – US2SF. PM 2016-06-07 Trafikverket.

Trafikverket (2016e)

Analysemetode og samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.0. Version 2016-04-11. Trafikverket.

Trafikverket (2016f)

Samhällsekonomisk kalkyl för høghastighetsjærnveg enligt Sverigeförhandlingen 2016-02-01. PM 2016-09-15. Trafikverket.

Trafikverket (2016g)

Trafikverkets prognoser og analyser för Høghastighetsbanorna De senaste resultatene – september 2016. Rapport 2016:132. Trafikverket.

Trafikverket (2016h)

Analyser av i Sverigeförhandlingen 2016 – konsekvenser för godstrafiken fram til år 2040. Underlagsrapport 2016-06-30. Trafikverket.

Trafikverket (2016i)

Uppdatering av kostnader og effekter för høghastighetsjærnvegar. Underlag till Sverigeförhandlingen, 2016-05-31, Rapport Trafikverket.

Trafikverket (2016j)

Förändrade tågforerninger ny høghastighetsjærnveg enligt US2X. PM Trafikverket 2016-09-02

Trafikverket (2016k)

Validering av Sampers Basprognoser. PM 2016-04-01, Trafikverket

Trafikverket (2016l)

Samhällsekonomisk kalkyl för utbyggnad av befintliga stambanor. PM 2016-06-23, Trafikverket

Trafikverket (høsten 2016)

Trafikverkets kommentarer på rapportutkast. Trafikverket

Trafikverket (udatert)

Long Distance Trips. Udatert side 248 – 350

VWI (2007)

Feasibility Study Concerning High-Speed Railway Lines in Norway, Report Phase 2. VWI and partners October 2007.

Widlert, S. (2003)

Ger Sampers rimlige resultat? PM 16.08.2003, SIKÅ.

WSP og Analys & Strategi (2012)

Høghastighetståg – Del 2 modellutveckling og kærnslighetsanalyser. Rapport 10. februar 2012.

WSP og Analys & Strategi (2009)

Olika nivåer på resandet - Genomgång av de resandematriser som används av Järnvägsgruppen KTH och de som används i den nationella planeringenkänslighetsanalyser. Rapport 2009-12-17.

WSP (2016a)

Effekt av Høyhastighetstog på flyget – ETT KUNNSKAPSUNDERLAG. Rapport 2016-09-21.

WSP (2016b)

Känslighetsanalys alternative taxor HHB. PM 2016-08-29.

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