

# Forord

Denne masteroppgaven er del av en toårig mastergrad i samfunnsøkonomi og er avlevert ved instituttet for samfunnsøkonomi (ISØ), ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) i Trondheim.

Først og fremst har det vært interessant og reflekterende å ta del i en aktuell og omdiskutert samfunnsøkonomisk problemstilling. Arbeidet har etter hvert vekket en iboende interesse innenfor fagfeltet. Det blir stadig publisert rapporter, artikler og analyser som fremhever relevant teori og debatten i nyhetsbildet. Gjennomføringen av masteroppgaven har derfor vært veldig dynamisk og krevende. Det er en tilfredsstillende følelse å sitte med det endelige produktet av et halvt års hardt arbeid.

I den anledning har jeg behov for å takke de som har hjulpet meg på veien. En varm takk rettes til mine foreldre for all støtte og oppmuntring, spesielt gjennom de siste to årene. Dere har en stor fortjeneste i arbeidet som har blitt lagt ned. Jeg ønsker også å takke min samboer og kjæreste, Thea, for god korrektur av oppgaven. Du har gitt meg inspirasjon og motivasjon til hele tiden å se fremover. Jeg gleder meg til fortsettelsen.

Til slutt fortjener veileder Anne Borge Johannesen en takk for sine konstruktive tilbakemeldinger og nødvendig veiledning i arbeidet.

I arbeidet har kun Microsoft Word og Microsoft Excel blitt benyttet. Eventuelle feil og mangler i oppgaven er utelukkende undertegnede ansvar.

Trondheim, august 2013

Dag Anders Evensen



# Innholdsfortegnelse

<b>Kapittel 1: Innledning</b> .....	1
1.1 Bakgrunn .....	1
1.2 Problemstilling.....	2
1.3 Oppgavens oppbygging .....	3
<b>Kapittel 2: Jernbanens rolle i transportsystemet</b> .....	5
2.1 Bakgrunn .....	5
2.2 utfordringer og fornyelsesbehov .....	6
<b>Kapittel 3: Samfunnsøkonomiske analyser</b> .....	9
3.1 Innledning.....	9
3.2 Formålet med samfunnsøkonomisk analyse.....	9
3.3 Nytte-kostnadsanalyse (NKA).....	11
3.3.1 Nytte- og kostnadselementer i jernbaneprosjekter.....	11
3.3.2 Betalingsvillighet og nytte .....	12
3.3.3 Beregning av samfunnsøkonomisk lønnsomhet .....	14
3.4 utfordringer i NKA.....	18
<b>Kapittel 4: Mernytte av forbedret infrastruktur</b> .....	21
4.1 Innledning.....	21
4.2 Markedssvikt .....	22
4.3 Oversikt over mernytteeffekter .....	24
4.3.1 Agglomerasjon og klyngedannelse.....	26
4.3.2 Arbeidsmarkedsvirkninger .....	29
4.3.3 Økt produksjon i imperfekte markeder.....	31
4.3.4 Økt konkurranse i imperfekte markeder.....	32
4.4 Empirisk litteratur.....	32
<b>Kapittel 5: Casestudie av Intercity-trianglet på Østlandet, ex. ante</b> .....	35
5.1 Innledning.....	35
5.2 Utredninger og anbefalinger .....	37
5.3 Oppsummering av rapportene .....	41
5.4 Nasjonal Transportplan (NTP) 2014-2023 .....	42
5.5 Oppsummering.....	44

<b>Kapittel 6: Beregning av produktivitetsvirkinger i Intercity-trianglet på Østlandet .....</b>	<b>45</b>
6.1 Innledning.....	45
6.2 Modellen .....	45
6.3 Forutsetninger .....	47
6.4 Scenarioanalyse.....	48
6.4.1 Scenario 1: Baseline.....	50
6.4.2 Scenario 2: Et optimistisk scenario.....	50
6.4.3 Scenario 3: Et pessimistisk scenario .....	51
6.4.4 Scenario 4: Baseline med gjennomsnittverdi på tetthetselastisiteten .....	51
6.4.5 Scenario 5: Baseline med lav tetthetselastisitet .....	52
6.4.6 Scenario 6: Baseline med høy tetthetselastisitet.....	52
6.4.7 Scenario 7: Baseline med avtagende kalkulasjonsrente .....	53
6.4.8 Scenario 8: Kombinasjon av scenario 2, 6 og 7 .....	53
6.5 Oppsummering av de ulike scenariene .....	54
<b>Kapittel 7: Oppsummering og konklusjon .....</b>	<b>57</b>
<b>Referanser .....</b>	<b>59</b>
<b>Vedlegg.....</b>	<b>63</b>

# Kapittel 1: Innledning

## 1.1 Bakgrunn

De siste årene har det vokst frem en kritisk debatt omkring beslutningsgrunnlaget i samfunnsøkonomiske analyser, da spesielt i ordinære nytte-kostnadsanalyser (NKA). NKA er et beslutningsverktøy som har til hensikt å identifisere, måle og sammenveie alle fordeler og ulemper i et prosjekt eller tiltak med det formål å allokere samfunnets ressurser effektivt. I dette inngår verdsettelse av alle direkte kostnader og inntekter, indirekte virkninger, samt positive og negative eksternaliteter som skapes (Austvik m.fl., 2002). Dette innebærer at alle faktorer skal tallfestes, noe det ofte kan være stor uenighet om. Metodikken som anvendes for beregning av samfunnsøkonomisk lønnsomhet ved samferdselsinvesteringer viser at en stor andel av gjennomførte og planlagte prosjekter ikke er lønnsomme i et samfunnsøkonomisk perspektiv. Minken (2012) tydeliggjør denne problemstillingen i sitt arbeid om samfunnsøkonomisk analyse i transportsektoren. Han fremhever at målet for samfunnsøkonomisk lønnsomhet i prinsippet er relevant, men hevder at beregningsmetodene som brukes har mange svakheter at de i praksis blir ufullkomne og mangelfulle.

For å imøtekomme kritikken har ulike forslag blitt lagt frem. Hagen-utvalget, ledet av professor Kåre P. Hagen ved Norges Handelshøyskole, har gjennomgått rammeverket for samfunnsøkonomiske analyser og ga i oktober 2012 Finansdepartementet sin anbefaling, der ekspertutvalget har foreslått en rekke endringer i hvordan slike analyser skal gjennomføres (NOU, 2012:16). Ved prosjekter som genererer virkninger langt frem i tid, ble det anbefalt å forlenge prosjektets levetid og dermed analyseperioden som nytte og kostnader beregnes for. Samtidig diskuterer Hagen-utvalget bruk av en avtagende kalkulasjonsrente for å verdsette fremtiden høyere, i motsetning til den konstante kalkulasjonsrenten som brukes i dag.

Fremfor alt har kritikerne vært opptatt av å inkludere alle virkninger som samferdselstiltak antas å ha i økonomien, også utenfor transportsektoren. Slike effekter går under navnet netto ringvirkninger, i litteraturen bedre kjent som mernytte. En NKA oppsummerer normalt effekten i kroner for aktører som er direkte berørt av et tiltak. En naturlig avgrensning er derfor at analysen begrenses til virkninger i det markedet der tiltaket gjennomføres, som for eksempel er tilknyttet direkte reisetidsbesparelser for transportbrukerne. Hagen-utvalget definerer ringvirkninger av offentlige prosjekter som effekter i andre markeder enn de som er direkte berørt av tiltaket som analyseres. Markeder der tiltaket genererer direkte virkninger

omtales som primærmarkedene, mens markeder der tiltaket gir indirekte virkninger omtales som sekundærmarkedene. Ved et transportprosjekt vil transportmarkedet være primærmarkedet, og omfatte blant annet trafikanter og operatører (ibid). Eksempler på sekundærmarkeder er arbeids- og eiendomsmarkedet og markeder for varer og tjenester som bruker transporttjenester. Dersom en ringvirkning skal ha netto samfunnsøkonomisk verdi må det foreligge en markedssvikt i sekundærmarkedene, som innebærer at det i situasjonen før tiltaket er en ressursbruk som ikke er samfunnsøkonomisk optimal. Hvis tiltaket som analyseres påvirker denne ressursbruken har det en netto ringvirkning som kan ha virkninger for prosjektets samfunnsøkonomiske effektivitet (ibid).

Hvis slike ringvirkninger gir et bidrag til netto verdiskapning (ny verdiskapning), og ikke kun omfordeling av verdiskapningen, bør det vurderes nærmere hvordan slike effekter skal håndteres i beslutningsgrunnlaget. Hagen-utvalget drøfter nettopp behandlingen av eventuelle økonomiske virkninger av samferdselstiltak utover det som fanges opp av ordinære analyser, og foreslår å inkludere beregning av mernytte som supplement til den samfunnsøkonomiske analysen. Det for å gjøre lønnsomhetsberegningene mer robuste. Litteraturen som eksisterer på området bruker betegnelsene netto ringvirkninger, mernytte og tilleggsvirkninger om en annen, noe også jeg vil gjøre i denne oppgaven.

## 1.2 Problemstilling

Argumenter om å inkludere mernytte i NKA kommer på bakgrunn av et ønske om ikke å utelate viktige effekter når man skal vurdere prosjekter. Med denne masteroppgaven ønsker jeg å avdekke om det er en sammenheng mellom store transportprosjekter og økt verdiskaping i regioner som knyttes sammen, utover det som avdekkes i dagens NKA. Oppgaven vil trekke frem relevant litteratur på området.

I valg av studie for vurdering av mernytteeffekter har jeg valgt togprosjektet i Intercity-trianglet på Østlandet. Prosjektet har store investeringskostnader og vil føre til en vesentlig forbedring i transporttilbudet med Oslo som knutepunkt (NTP, 2013). Forbedringen vil både være mellom endepunktene Lillehammer, Halden og Skien, og mellom alle regionene på Østlandet.<sup>1</sup> Som oppgaven vil presisere vil et sentralt begrep være produktivitetsvirkninger av økt geografisk tetthet, også omtalt som agglomerasjonseffekter. For å måle effektene tar jeg utgangspunkt i en produktivitetsmodell som jeg bruker ved ulike scenarier.

---

<sup>1</sup> For flere detaljer, se kapittel 5.

## 1.3 Oppgavens oppbygging

*Kapittel 2* har som hensikt å fremheve behovene for transport- og jernbaneinvesteringer, da spesielt på Østlandet der befolkningsveksten er kraftigst. Lenge har jernbanen blitt forsømt, noe samfunnsdebatten den siste tiden har satt fokus på.

*Kapittel 3* gir en teoretisk oversikt av dagens praksis og metodebruk for NKA av transportprosjekter i Norge. Kapitlet trekker frem hva dagens metodikk består av, aktørene som inngår og hvordan man kommer frem til samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Teorien i oppgaven vil vinkles mot større transportprosjekter.

*Kapittel 4* er en litteraturstudie av virkninger som ikke inkluderes i NKA som kan ha betydning for beslutningsgrunnlaget. Kapitlet vil presentere relevant økonomisk teori og empiriske funn gjort på området.

*Kapittel 5* tar for seg IC-prosjektet som casestudie med utgangspunkt i de utredninger og analyser som foreligger, i et forsøk på å illustrere metodikken som har blitt brukt, samt tydeliggjøre svakheter og mulige mernytteeffekter som ikke har blitt inkludert i beslutningsgrunnlaget.

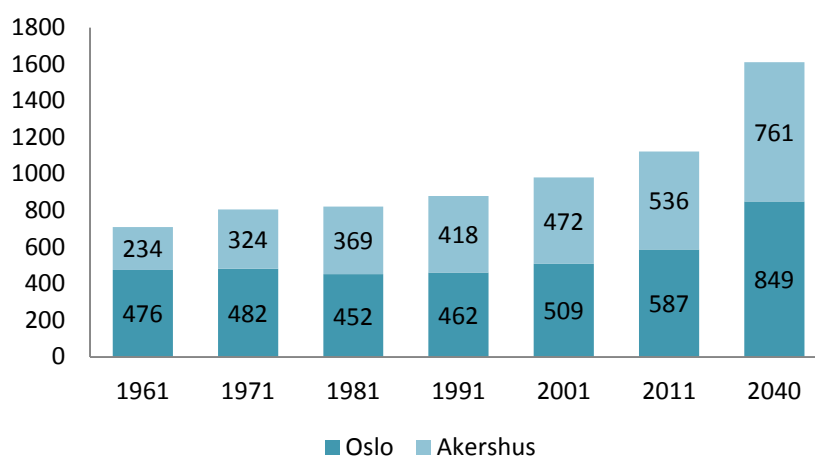
*Kapittel 6* introduserer Vista Analyse sin modell for beregning av produktivitetsvirkninger av økt geografisk tetthet i form av reduserte generaliserte kostnader. Modellen blir videre benyttet for å beregne hvor stor endring i nåverdi produktivetsgevinstene kan skape i IC-trianglet. For å beregne mulige størrelser på denne endringen presenteres en scenarioanalyse med de forutsetninger som har blitt lagt frem gjennom oppgaven. Resultatet av analysen vil vise hvor store utslag de ulike scenariene vil gi på nåverdien i IC-trianglet.

*Kapittel 7* oppsummerer hva oppgaven har drøftet og gir videre en konklusjon på arbeidet, samt pekepinn på hvor arbeidet bør fortsette for å implementere mernytteeffektene i NKA på en trygg og troverdig måte i fremtiden.





## Kapittel 2: Jernbanens rolle i transportsystemet



**Figur 2.1:** Befolkningsutvikling 1961-2011, videre framskrevet til 2040, målt i 1000 bosatte (SSB, 2012 gjengitt av JBV, 2012a)

### 2.1 Bakgrunn

En tiltakende befolkningsvekst i Norge er med på å sette nye og høyere krav til transport- og kollektivsystemet. Den 19. mars 2012 passerte Norge 5 millioner innbyggere.

Befolkningsframskrivninger utarbeidet av Statistisk sentralbyrå (SSB) viser at innbyggertallet vil overstige 6 millioner innen 2030 (SSB, 2012).<sup>2</sup> Den største veksten vil finne sted på Østlandet. Figur 2.1 viser at det i Oslo og Akershus alene er forventet en økning på i underkant av 500 000 innbyggere frem mot 2040, noe som gir en prognostisert vekst på nærmere 70 prosent. En vekst og sentralisering av denne størrelsesorden gir både store muligheter og krevende utfordringer med hensyn på å løse et stadig større transportbehov. I Nasjonal transportplan (NTP) 2006-2015 ble jernbanen beskrevet som ryggraden i kollektivtrafikken i Østlandsområdet.<sup>3</sup> Jernbaneverket (JBV) har utarbeidet en rapport om utviklingen av jernbanen som underlag for NTP 2014-2023 og understreker her, i likhet med tidligere transportplan, jernbanens nøkkelrolle i utviklingen av transportsystemet (JBV, 2012a). Videre har jernbanedirektør Elisabeth Enger fremhevet nødvendigheten av å satse på

<sup>2</sup> Befolkningsframskrivning er en beregning av den framtidige befolkningsstørrelsen. Den mest brukte framskrivningen er mellomalternativet (MMMM), også kalt hovedalternativet. Hovedalternativet legger til grunn middels nivå på fruktbarhet, levealder, mobilitet og innvandring (SSB, 2012).

<sup>3</sup> NTP er den overordnede planen for transportsystemets utvikling og er regjeringens redegjørelse for den langsiktige samferdselspolitikken som legges frem for Stortinget. Planen utarbeides i samarbeid mellom Statens vegvesen, Jernbaneverket, Kystverket og Avinor. Transportplanen har en planperiode på 10 år, og revideres hvert fjerde år i forkant av stortingsvalget (NTP, 2010).

utvikling av jernbanen for å løse utfordringene som transportsystemet står overfor de kommende årene. På Jernbaneforbundets landsmøte 19. november 2012 uttalte også nåværende samferdselsminister Marit Arnstad viktigheten av fremtidige investeringer i jernbane.

Tradisjonelt har toget hatt sin styrke på tre områder: **a)** arbeidsreiser inn og ut av storbyer, **b)** persontrafikk mellom store befolkningsentra og **c)** godstransport over lange avstander. I de siste årene har toget hatt en mer tydelig rolle for pendlertrafikken på Østlandet (Olsson og Veiseth, 2011). Jernbanetransport er spesielt effektiv i områder med store transportstrømmer. Innenfor persontrafikk kan man med tog flytte en større menneskemengde raskt, komfortabelt, arealeffektivt og miljøvennlig. Ved godstransport er jernbanens konkurransefortrinn stordriftsfordeler, noe som innebærer at man kan tilby lave kostnader ved transport av store godsmengder over lange strekninger. Siden jernbanen har egen infrastruktur, er jernbanen forholdsvis isolert fra andre transportformer rent driftsmessig (ibid). Utvikling av transportbehov og konkurrerende transporttilbud skjerper imidlertid kravene til en konkurransedyktig jernbane. Gjennom forbedring av togtilbudet i form av kortere reisetid, flere avganger og bedre punktlighet vil jernbanen kunne bevare og videreutvikle sin rolle i transportsystemet. Et pålitelig jernbanesystem er dermed avgjørende for å få flere til å reise med tog fremfor personbil, og for å overføre gods fra vei til bane. En moderne jernbane kan bidra til regional utvikling ved å binde bo- og arbeidsmarkeder sammen. Investeringen kan fremme samfunnsutvikling og verdiskapning ved å generere samfunnsøkonomiske ringvirkninger.

Befolkningsveksten, kombinert med fortsatt økonomisk vekst, vil føre til vedvarende vekst i etterspørselen etter person- og godstransport. Tiltak i transportsektoren har normalt lang levetid og påvirker transportmønster, reisevaner og lokaliseringsbeslutninger for bolig og næringsvirksomhet, som igjen påvirker etterspørselen etter transport (NTP, 2013). En helhetlig utbygging av infrastrukturen, nevnt i NTP 2014-2023, vil bidra til å redusere transportkostnadene. Økt kapasitet på jernbanenettet i og rundt de største byene vil også kunne bedre framkommeligheten på veiene.

## 2.2 Utfordringer og fornyelsesbehov

Jernbanens infrastruktur gjenspeiler en lang utbyggingshistorie som setter en del driftsmessige begrensinger. En rekke strekninger er preget av eldre spor, utdatert teknisk infrastruktur og

slitte stasjoner og godsterminaler. Store deler av jernbanenettet bærer preg av å være bygget under andre forutsetninger enn de vi har i dag. Nettet strekker seg utover 4154 kilometer, der kun 247 kilometer er bygget med dobbeltspor, noe som tilsvarer underkant av 6 prosent (JBV, 2013). Dette medfører lange avstander mellom kryssingsspor som gir møte- og forbikjøringsmuligheter, og forsinkelser på grunn av venting på motgående tog. Mange av kryssingssporene er samtidig for korte for de lengste godstogene. Videre er rundt 30 prosent av nettet tilrettelagt for hastigheter høyere enn 100 km/t, og av dette er det kun om lag 4 prosent som er tilpasset hastigheter over 160 km/t (JBV, 2011). Jordfald (2012) trekker frem at gjennomsnittshastigheten på norske tog er relativt lav i forhold til i utlandet, med en hastighet som ligger rundt 75 km/t mellom de største byene.

Vedlikehold og oppgradering av eksisterende nett har generelt vært utilstrekkelig til å opprettholde og utvikle jernbanen i takt med samfunnets behov. Befolkningsutvikling, transporttetterspørsmål og krav til kvalitet i togtilbudet har hatt et tempo som jernbanesektoren i liten grad har hatt ressurser til å følge opp (JBV, 2011a). Dette har resultert i sprengt kapasitet på nettet. I likhet med JBV sin stamnettutredning (2006) fremhever også Olsson og Veiseth (2011) et behov for både en oppdatering av den eksisterende infrastrukturen og bedre tilgjengelighet på det rullende materiellet, men også en satsning på ny infrastruktur for å redusere reisetid og få økt frekvens. De poengterer at langsiktig og konsistent fokus på vedlikehold og tilgjengelighet er viktig og at det i mange år har blitt neglisjert. For å ta grep om dette må investeringene i jernbanen økes for å kunne ta igjen manglende vedlikehold, fjerne flaskehals og hindringer i eksisterende nett, samt å bygge ut nytt jernbanenett.

En høy trafikkvekst er kun mulig i den grad en stor andel av veksten i persontransporten dekkes av kollektive transportmidler. Det er derfor viktig at det tas grunnleggende valg om hvilken rolle jernbanen skal spille i fremtidens transportsystem. Ifølge regjeringens IC-planer på Østlandet skal strekningene nærmest Oslo bli utstyrt med dobbeltspor innen 2024. Samferdselsminister Marit Arnstad uttalte overfor VG i mars at strekningene også skal oppgraderes til å tåle høyere hastigheter. (VG, 2013).

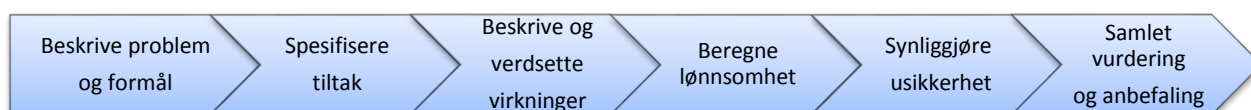
IC-prosjektet er en av regjeringens hovedprioriteringer i NTP 2014-2023 for å fornye norsk jernbane i et tett befolket område, noe som blir fremhevet i kapittel 5. I neste kapittel presenteres den samfunnsøkonomiske analysen som utgjør en sentral del av beslutningsgrunnlaget når offentlige midler skal fordeles.



# Kapittel 3: Samfunnsøkonomiske analyser

## 3.1 Innledning

En rekke veiledere fra ulike etater og instanser i Norge gjør rede for samfunnsøkonomiske analyser. Metodisk er forskjellene dem imellom minimale. Veileder i samfunnsøkonomiske analyser (VISA) utredet av Finansdepartementet (2005), Hagen-utvalgets utredning om samfunnsøkonomiske analyser (NOU, 2012:16), VISA utredet av Senter for statlig økonomistyring (SSØ, 2010), Statens Vegvesens håndbok 140 (SV, 2006) og Jernbaneverkets metodehåndbok JD 205 (JBV, 2011) tar alle utgangspunkt i samme teori og rammeverk. En generell fremstilling av den samfunnsøkonomiske analysen har blant annet blitt presentert i SSØ sin VISA. Veilederen beskriver seks trinn som er hensiktsmessige å gjennomføre i en slik analyse.



**Figur 3.1:** De seks trinnene i en samfunnsøkonomisk analyse (SSØ, 2010)

Trinnene i figur 3.1 gir ifølge SSØ (2010) en stilisert og rettlinjert fremstilling av analyseprosessen som i praksis vil være en iterativ prosess. Tilsvarende analyseprosess og teori blir også gjengitt i de nevnte veilederne. Oppgavens tema og problemstilling gjør det naturlig, i større grad, å ta utgangspunkt i JBV's metodehåndbok (2011). Metodehåndboken er basert på Finansdepartementets VISA og er spesifisert mot jernbaneprosjekter med de tilpasninger etaten har funnet nødvendige. Samtidig vil en del av den teoretiske utformingen basere seg på anbefalingene fra Hagen-utvalgets utredning om samfunnsøkonomiske analyser (NOU, 2012:16).

## 3.2 Formålet med samfunnsøkonomisk analyse

Siden et samfunn har begrensede ressurser, vil konkurransen om de tilgjengelige midlene være høy. Når offentlige investeringer og prosjekter skal gjennomføres er det derfor viktig at de ulike tiltakene er velbegrunnede og gjennomtenkte. Hovedformålet med samfunnsøkonomiske analyser er å bidra til en effektiv utnyttelse av samfunnets knappe ressurser. Dette gjøres ved å kartlegge, synliggjøre og systematisere effektene av tiltak før

beslutninger fattes gjennom å framskaffe mest mulig fullstendig og sammenlignbar informasjon om ulike nytte- og kostnadsvirkninger (Finansdepartementet, 2005).

Samfunnsøkonomiske analyser skal danne et grunnlag for å vurdere om et offentlig prosjekt er samfunnsøkonomisk lønnsomt og i hvilken grad det skal gjennomføres. Analysene skal i prinsippet inkludere alle relevante fordeler og ulemper som påløper i prosjektets levetid. Videre bør analysene redegjøre for og vurdere relevante forhold som ikke kan tallfestes, og synliggjøre de fordelingsvirkninger som skapes (ibid). Analysene utgjør en viktig del av en større konsekvensutredning, men bør ikke brukes som eneste beslutningsgrunnlag, noe diskusjonen senere i oppgaven vil vise til.

Samfunnsøkonomiske analyser blir som oftest gjennomført før et prosjekt vedtas og iverksettes. Det er også vanlig å ta i bruk samfunnsøkonomiske analyser i etterkant når prosjektet er gjennomført. Både ex.ante- og ex.postanalyser (før og etter at prosjektet har påvirket aktørenes tilpasning) bidrar til en mest mulig effektiv samfunnsøkonomisk allokering av offentlige midler. En ex.postanalyse gir nyttig informasjon om hvorvidt prosjektet har blitt gjennomført i tråd med den samfunnsøkonomiske analysen som ble gjort i forkant. Blir det derimot redegjort for store avvik kan dette bidra til økt innsikt og forbedre fremtidige analyser. Fra et samfunnsøkonomisk perspektiv er det derfor gunstig å gjennomføre analyser både før og etter prosjektet. Da vil beregnede nytteverdier og kostnader kunne sammenlignes med de virkelige tallene (NOU, 2012:16). For å avdekke potensielle mernytteeffekter av større prosjekter kreves det analyser som tidfester seg lenge etter ferdigstillingen på grunn av de langsiktige virkningene.

Finansdepartementet (2005) skiller mellom tre typer samfunnsøkonomiske analyser, henholdsvis nytte-kostnadsanalyse, kostnadseffektivitetsanalyse og kostnads-virkningsanalyse. *Nytte-kostnadsanalyse* beskrives som en kartlegging av fordeler og ulemper ved et bestemt tiltak der nyttevirksomheter og kostnader verdsettes i kroner så langt det er faglig forsvarlig (ibid). *Kostnadseffektivitetsanalyse* beskrives som en systematisk verdsetting av kostnadene ved ulike alternative tiltak som kan nå samme mål. Kostnadene verdsettes i kroner og man søker å finne den rimeligste måten å nå et gitt mål (ibid). *Kostnads-virkningsanalyse* er en kartlegging av kostnader for ulike tiltak som er rettet mot samme problem, men der effektene av tiltakene ikke er helt like. I slike tilfeller kan vi ikke uten videre velge det tiltaket med lavest kostnader (ibid).

Samfunnsøkonomiske analyser kan i utgangspunktet anvendes i alle sektorer. I praksis blir analysene mest brukt i sektorer med store innslag av markedssvikt og tunge offentlige investeringer. Tradisjonelt er det NKA som har vært den mest anvendte metoden i beslutningsgrunnlaget for utbygging av infrastruktur, da spesielt for veg og bane (JBV, 2011). I første rekke er markedssvikt knyttet til eksterne virkninger, fellesgoder, fallende gjennomsnittskostnader og ufullkommen konkurranse (Rosen og Gayler, 2008). Nærmere beskrivelse blir presentert i kapittel 4.

### 3.3 Nytte-kostnadsanalyse (NKA)

NKA er den mest brukte metoden for beregning av samfunnsøkonomisk lønnsomhet av alternative offentlige tiltak (ibid). Hovedprinsippet er at verdien av en positiv effekt skal settes lik det befolkningen er villig til å betale for å oppnå den. Dersom den akkumulerte nytten er større enn kostnadene, regnes prosjektet som samfunnsøkonomisk lønnsomt (Finansdepartementet, 2005). I en fullstendig NKA setter man fordeler og ulemper knyttet til et tiltak opp mot hverandre og forsøker å verdsette alle virkninger, både direkte (prissatte) og indirekte (ikke-prissatte), i en monetær verdi så langt som det er faglig forsvarlig og hensiktsmessig. Virkninger som er vanskelig å tallfeste skal beskrives verbalt. En verbal fremstilling av de indirekte virkningene sammen med de direkte prissatte virkningene kan være avgjørende for hvorvidt et tiltak bør iverksettes eller ikke.

#### 3.3.1 Nytte- og kostnadselementer i jernbaneprosjekter

Mens direkte virkninger er enkle å observere og inkludere, er de indirekte vanskeligere å kvantifisere. En følge av dette er at de indirekte virkningene ofte har blitt oversett. Normalt har den samfunnsøkonomiske lønnsomheten av et jernbaneprosjekt blitt bestemt av forholdet mellom investeringskostnader på den ene siden og trafikantenes verdsetting av tilbudsforbedringen på den andre (ibid). For å ta stilling til effekten av et typisk jernbaneprosjekt, og det som fanges opp i ordinære NKA, tar man utgangspunkt i virkningene til de aktørene som blir påvirket i transportmarkedet. De ulike aktørene og noen av de respektive direkte nytte- og kostnadsvirkningene blir blant annet beskrevet i JBVs metodehåndbok (2011):

1. *Trafikantene* (konsumentoverskudd) - redusert tidsforbruk ( redusert reisetid, lavere ventetid via økt avgangshyppighet, reduserte køkostnader, redusert forsinkelsestid), økt komfort, tilgjengelighet og kapasitet, etc.
2. *Operatører* - inntekter, drifts- og vedlikeholdskostnader, offentlig kjøp, etc.

3. *Det offentlige* – investeringskostnader, drift og vedlikehold av infrastruktur, offentlig kjøp, avgifter, etc.
4. *Samfunnet for øvrig* – færre ulykker, mindre forurensning og støy, etc.

Den samfunnsøkonomiske lønnsomheten av tiltaket er summen av virkningene for disse fire hovedgruppene. Det er viktig å legge merke til at virkningene kan gå igjen hos forskjellige aktører, og at nytte for noen kan være kostnader for andre. Effektene av de direkte virkningene i primærmarkedet verdsettes ved bruk av kalkulasjonspriser, der virkningene omregnes til netto nåverdi og gir klare svar på lønnsomheten til prosjektet.

Reisetidsbesparelser blir trukket frem som den dominerende parameteren ved nytte for jernbaneprosjekter. Dette fører til et spesielt fokus på tidsgevinster og et stadig ønske om å redusere reisetider, og gjennom dette øke nytten for prosjektet. Det mangler imidlertid gode metoder for å vurdere nytten utover den verdien innspart reisetid vil ha for trafikantene som blir direkte berørt. Dette vil bli diskutert som mernytte senere i oppgaven.

### **3.3.2 Betalingsvillighet og nytte**

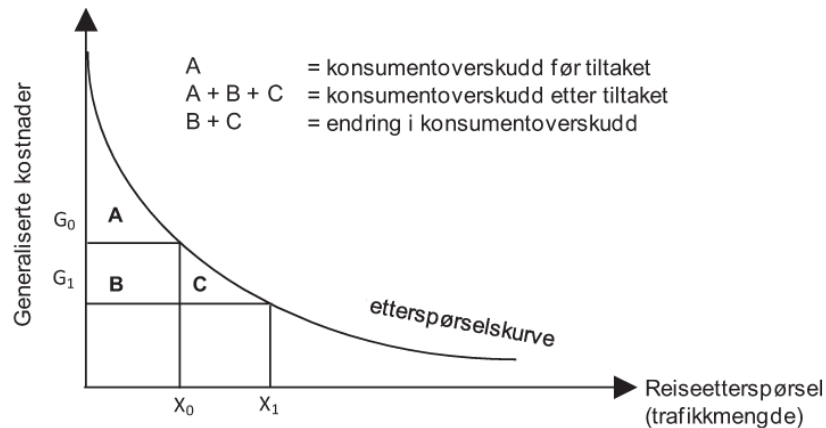
Betalingsvillighet defineres som et uttrykk for individuelle preferanser, hvor det er snakk om hvor mye man er villig til å betale for å oppnå et gode eller unngå en ulempe (Rosen og Gayer, 2008). En reise med et bestemt transportmiddel på en gitt strekning verdsettes ut fra hva trafikanten er villig til å betale for reisen.

Anta at et jernbaneprosjekt, som reduserer reisetiden mellom to steder, vil gi en samfunnsøkonomisk nytteeffekt gjennom reduserte generaliserte reisekostnader. De generaliserte reisekostnadene omfatter kostnader som transportbrukere står overfor når de vurderer å reise, og inkluderer blant annet tidskostnader og billettutgifter. Gjerdåker og Lian (2008) forklarer at reduserte reisekostnader kan ha en substitusjonseffekt, hvor bedriften/individet øker bruken av den relativt billigere transporten. De som tidligere mente reisen ikke var verdt kostnaden vil etter kostnadsendringen vurdere å gjennomføre den. Den samlede effekten av prosjektet avhenger av størrelsen på reisekostnadsendringen, antall trafikanter før tiltaket ble gjennomført og hvordan trafikantene endrer sin adferd som følge av kostnadsendringen.

Rosen og Gayer (2008) definerer konsumentoverskudd (KO) som det beløpet forbrukeren er villig til å betale for et gode, og det forbrukeren faktisk må betale for å tilegne seg det. KO gir



derfor en samlet netto nytte av at konsumentens betalingsvillighet ikke utnyttes fullt ut, og er maksimal betalingsvillighet fratrukket pris, summert for alle kostnader. KO i figur 3.2 illustrerer gapet mellom hva trafikanten er villig til å betale for reisen og hva reisen faktisk koster.



**Figur 3.2:** Trafikantnyttene av en infrastrukturforbedring<sup>4</sup> (NOU, 2012:16)

Etterspørselskurven i figur 3.2 viser den private marginale betalingsvilligheten for reiser som blir gjort ved ulike kostnader. Kurven impliserer at flere velger å reise når kostnadene reduseres. Den horisontale aksene viser antall reiser og den vertikale aksene viser generaliserte kostnader per reise som trafikanten står overfor. Etterspørselen etter transport antas som regel å være en funksjon av de generaliserte kostnadene, der ulike former for tidskostnader og monetære kostnader inngår. Den enkelte vil gjennomføre en reise dersom nytten overstiger kostnaden. Ved reisekostnad  $G_0$  vil det gjennomføres  $X_0$  reiser. Etter infrastrukturforbedringen blir de generaliserte reisekostnadene redusert til  $G_1$ , slik at reiseetterspørselen øker til  $X_1$ . Man kan da dele KO i to deler. KO for de som allerede reiser før tiltaket (A) og KO etter tiltaket (A+B+C). Ved beregninger av endret trafikantnytte i NKA, er det endringene i KO etter infrastrukturforbedringen som tas med, i figuren presentert av (B+C). Lavere generaliserte kostnader gjør reisen billigere for de som allerede reiser, samtidig som nye er villige til å betale for den. Trafikantøkningen defineres derfor som nyskapt og overført trafikk. Siden antall reiser er forskjellig før og etter forbedringen vil trafikantnyttene være gitt av trapesformel 3.1.

$$\begin{aligned} \Delta KO &\approx (G_0 - G_1)X_0 + \frac{(G_0 - G_1)(X_1 - X_0)}{2} \\ &= \frac{1}{2} \cdot (G_0 - G_1)(X_0 + X_1) \end{aligned} \tag{3.1}$$

<sup>4</sup> Tilfellet er under antagelsen om fullkommen konkurranse, der pris er lik den samfunnsøkonomiske grensekostnaden. Hvis denne antagelsen ikke holder kan det eksistere mernytte, jfr. diskusjon i kapittel 4.

Det avgjørende for at nytteberegningen skal bli så korrekt som mulig er at X-ene i figur 3.2 gir god prediksjon på trafikk tallene og at de verdiene som brukes på G gjenspeiler hva forbedringer i transportsystemet er verdt for trafikantene (Samstad m.fl., 2012).

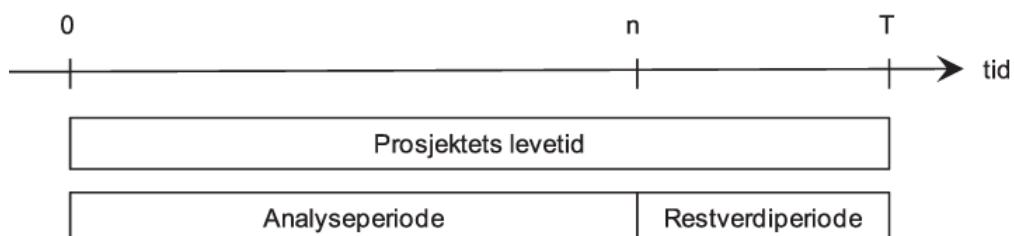
Rangering av prosjekter etter samfunnsøkonomisk lønnsomhet innebærer en eksplisitt avveining mellom ulike hensyn. Den vekten hvert hensyn tillegges, bestemmes som nevnt av betalingsvillighet. I NKA defineres samfunnets velferd som summen av individenes velferd. Individenes velferd måles ved deres betalingsvillighet knyttet til et gode. Hvis den samlede betalingsvilligheten for et bedre jernbanetilbud er større enn hva det koster for samfunnet å fremskaffe investeringen, er investeringen i henhold til de teoretiske prinsippene samfunnsøkonomisk lønnsom. En sektor uten markedssvikt og med konstante grensekostnader vil endringen i konsumentoverskuddet være like endringen i samfunnsøkonomisk overskudd ( $\Delta KO = \Delta SO$ ).

### 3.3.3 Beregning av samfunnsøkonomisk lønnsomhet

#### Levetid, analyseperiode og restverdi

NKA streber etter å inkludere alle nytte- og kostnadsvirkninger av det aktuelle prosjektet. Dette innebærer at analyseperioden ideelt sett er like lang som levetiden til prosjektet, slik at levetiden gjenspeiler analyseperioden det beregnes nytte og kostnader for (Vennemo m.fl., 2013). Argumentet støttes av Hagen-utvalgets siste anbefaling.

Nåværende praksis er en standardforutsetning på 40 år levetid og en analyseperiode på 25 år (JBV, 2011). Nytte som skapes etter analyseperioden blir reflektert i en restverdi, anslått som den neddiskonterte verdien av 15/40 av opprinnelig investering. Som påpekt i metodehåndboken gir dette en vilkårlig beregning av nytten og kostnadene etter 25 år.



**Figur 3.3:** Illustrasjon over levetid, analyseperiode og restverdiperiode (NOU, 2012:16)

Restverdi introduseres i tilfeller hvor analyseperioden er kortere enn den estimerte levetiden til prosjektet, altså et gap mellom analyseperiode og prosjektets levetid ( $T - n$ ), illustrert i figur 3.3. Dersom levetiden er  $T$  år, og det kun gjøres nøyaktig anslag for nytte- og kostnadsvirkninger i  $n$  år (analyseperioden), bør det utregnes en restverdi som fanger opp anslag på netto nåverdi for perioden som gjenstår (restverdiperioden). Nåverdien av summen fra analyseperioden og restverdien er da anslaget på prosjektets nettonytte (NOU, 2012:16).

### Nåverdimetoden

Ved store infrastrukturprosjekter med lang levetid vil nytten være spredt utover en lengre periode. Det er vanlig at investeringskostnadene påløper tidlig og konsentrert, mens nytten kommer senere og fordelt. Det er derfor behov for å kunne sammenligne nytte og kostnader som fremkommer på ulike tidspunkt. For å beregne den samfunnsøkonomiske lønnsomheten bruker man nåverdimetoden der en positiv netto nåverdi (NNV) representerer et lønnsomt prosjekt (Rosen og Gayer, 2008). Dersom den er negativ, er ikke prosjektet lønnsomt på grunn av en avkastning som er lavere enn kalkulasjonsrenten. Det kan også forekomme alternative prosjekter med en høyere netto nåverdi. Dersom det ikke er begrensninger i tilgangen på investeringsmidler, bør alle prosjekter med positiv netto nåverdi gjennomføres. Metoden neddiskonterer alle prissatte nytte- og kostnadsvirkninger til et henføringsår, som vanligvis er tidspunktet for beslutningen om iverksettelsen av prosjektet, ved å benytte en kalkulasjonsrente (Olsson og Veiseth, 2011). Likning 3.2 illustrerer netto nåverdien for et prosjekt ved diskret tid (SSØ, 2010).

$$\begin{aligned} \text{NNV}_0 &= -I_0 + \frac{U_1}{(1+r)} + \frac{U_2}{(1+r)^2} + \frac{U_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{U_t}{(1+r)^t} \\ &\Leftrightarrow \text{NNV}_0 = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{U_t}{(1+r)^t} \end{aligned} \quad 3.2$$

*der  $\text{NNV}_0$  er netto nåverdi av prosjektet på tidspunkt 0,  $I_0$  er en investeringsutgift som påløper i år 0,  $U_t$  er den samfunnsøkonomiske nettonytten prosjektet genererer (nytte minus kostnader) i år  $t$ ,  $r$  er kalkulasjonsrente (realrente) som forutsettes å være konstant i analyseperioden og  $n$  er antall år i den valgte analyseperioden*

Hvis man skal prioritere mellom ulike prosjekter som helt eller delvis finansieres av samferdselsbudsjettet, er det netto nåverdi per budsjettkrone (NNB) som er den mest relevante

metoden. Sammenhengen illustreres i likning 3.3. Denne metoden gir størst mulig nåverdi ut fra det budsjettet som foreligger (Minken, 2012).

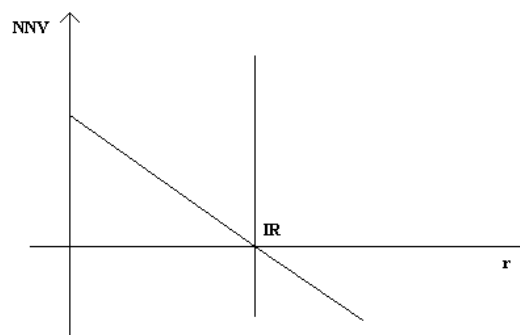
$$NNB_0 = \frac{NNV_0}{NNV_{off}} \quad 3.3$$

der  $NNB_0$  er netto nåverdi per budsjettkrone på tidspunkt 0 og  $NNV_{off}$  er nåverdien av alle offentlige utbetalinger knyttet til det aktuelle prosjektet

I praksis må jernbaneprosjekter konkurrere med andre offentlig finansierte prosjekter innenfor en begrenset budsjetttramme. I mange tilfeller står man overfor restriksjoner som medfører at ikke alle lønnsomme prosjekter kan realiseres. Prosjektet bør kun gjennomføres i den grad det bidrar til en størst mulig samlet nåverdi av alle prosjekter som gjennomføres innenfor budsjetttrammen (JBV, 2011).<sup>5</sup>

### Kalkulasjonsrenten

Kalkulasjonsrenten er den samfunnsøkonomiske alternativkostnaden ved å binde kapital til et langsiktig prosjekt med tilsvarende risiko. Den er et uttrykk for kapitalens avkastning i beste alternative anvendelse og blir på denne måten avkastningskravet til prosjektet (Finansdepartementet, 2005). Nåverdien er normalt en fallende funksjon av kalkulasjonsrenten; jo høyere kalkulasjonsrente, desto lavere nåverdi. Den kalkulasjonsrenten som gir netto nytte av prosjektet lik null, kalles internrenten, som illustreres av IR i figur 3.4 (Rosen og Gayer, 2008).



**Figur 3.4:** Sammenheng mellom netto nåverdi, internrente og kalkulasjonsrente

Figuren viser at investeringen er lønnsom dersom den gir internrente som er minst like høy som kalkulasjonsrenten. En netto nåverdi lik null betyr at avkastningskravet akkurat blir

<sup>5</sup>JBVs metodehåndbok (2011, s.65) viser til fire ulike prioriteringsprinsipper i en situasjon med begrensede budsjettammer.

realisert. En internrente høyere enn avkastningskravet innebærer at prosjektet har positiv nåverdi.

Samferdselsdepartementet fastsatte i 2006 en konstant kalkulasjonsrente på 4,5 prosent for alle prosjekter innen transportsektoren, som kun kan avvikes etter godkjennelse fra Samferdselsdepartementet (JBV, 2011). Kalkulasjonsrenten består av to elementer, en risikofri realrente på 2 prosent og en risikopremie på 2,5 prosent. Den risikofrie renten avspeiler hva det koster samfunnet å binde kapital i en risikofri virksomhet, mens risikopremien reflekterer risikoen og tar utgangspunkt i den generelle økonomiske utviklingen i samfunnet (ibid).<sup>6</sup>

Bruk av kalkulasjonsrenten har reflektert at fremtidige nytte og kostnader ikke verdsettes like høyt som nytte og kostnader i dag. Valg av nivået på kalkulasjonsrenten, sammen med lengden på analyseperioden, har stor betydning for hvilke prosjekt som får positiv netto nåverdi. JBV nevner i sin metodehåndbok at kalkulasjonsrenten ideelt sett bør være avtagende over tid. Dette blir fremhevet blant annet av Gollier (2011) som diskuterer strukturen til kalkulasjonsrenten med bakgrunn i konsumentteori. En høy kalkulasjonsrente impliserer at få investeringsprosjekter vil gi positiv nåverdi. Det blir antydning at en reduksjon i kalkulasjonsrenten vil øke omfanget av lønnsomme prosjekter. Gollier (2011) argumenterer for at en avtagende kalkulasjonsrente vil bidra til å legge større vekt på fremtiden, og foreslår å benytte en høyere kalkulasjonsrente ved kortsiktige prosjekter, mens en vesentlig lavere kalkulasjonsrente ved langsiktige prosjekter. Nivået på kalkulasjonsrenten spiller derfor en nøkkelrolle for å bestemme den beste allokeringen av ressurser mellom nåtid og fremtid.

I Hagen-utvalgets siste anbefaling blir det, for første gang i norsk sammenheng, foreslått en slik avtagende kalkulasjonsrente. Utgangspunktet var NOU 1997:27 Nytte-kostnadsanalyser, som bygget på et statisk syn på økonomiens utvikling. Her ble det blant annet lagt til grunn at realprisene i økonomien ville forbli uendret over hele prosjektets levetid, noe som er en relativt streng forutsetning for prosjekter med levetid over 75 år. Verdier i samme periode anbefales likevel å diskonteres med samme rente. Hagen-utvalget anbefaler en kalkulasjonsrente på 4 prosent for prosjekter med varighet under 40 år, 3 prosent for virkninger som oppstår mellom 40 og 75 år og 2 prosent for mer langsiktige virkninger. Anbefalingen oppsummeres i tabell 1.

---

<sup>6</sup> Usikkerheten i et prosjekt kan deles opp i systematisk og usystematisk risiko. Usystematisk risiko avhenger av prosjektspesifikke forhold som er noenlunde kontrollerbare, mens systematisk risiko er tilknyttet makroøkonomiske størrelser, eksempelvis konjunkturutvikling som påvirker avkastningen på investeringen.

	Kalkulasjonsrente		
	0-40 år	40-75 år	75 år <
<b>Risikofri rente</b>	2,5 %	2 %	2 %
<b>Påslag<sup>7</sup></b>	1,5 %	1 %	0 %
<b>Risikojustert rente</b>	4 %	3 %	2 %

**Tabell 3.1:** Struktur for kalkulasjonsrente for et normalprosjekt (NOU, 2012:16, s.75)

De nåværende retningslinjene om en konstant kalkulasjonsrente på 4,5 prosent uansett levetid er med bakgrunn i pågående diskusjon i ferd med å gå gjennom en endring. Hagen-utvalgets forslag fremmer langsiktighet.

### 3.4 Utfordringer i NKA

Kritikerne til de ordinære lønnsomhetsberegningene hevder at levetiden for prosjekter blir satt for kort, slik at de foreliggende analysene ikke fanger opp alle nyttevirksomheter som skapes. I mange tilfeller er det også manglende metoder og informasjon for å identifisere og verdsette relevante virkninger. Ved større transportprosjekter kan det i enkelte tilfeller eksistere et gap mellom den nytten som blir beregnet i en NKA og den nytten man forventer prosjektet vil generere. Nyttene kan virke større enn det analysene fanger opp ved at det observeres at geografiske områder, hvor myndighetene har investert i infrastruktur, blir mer attraktive og produktive. En NKA kan dermed risikere å utelukke avgjørende informasjon om indirekte og dynamiske virkninger som skjer over tid, og videre gi et ufullstendig bilde av prosjektets samfunnsøkonomiske lønnsomhet. Utfordringen ligger altså i å identifisere så mange virkninger av et prosjekt som mulig. JBV's metodehåndbok (2011, s.22) viser at begrensningene i analysene i første rekke er knyttet til:

1. Informasjon om relevante virkninger
2. Håndtering av avhengighet mellom prosjekter
3. Manglende verdsetting av enkelte typer konsekvenser
4. Svakheter ved metodikken for konsekvenser/virkninger som verdsettes
5. Lang tidshorisont (gjør at virkninger langt frem i tid må analyseres, noe som bidrar til å øke kompleksiteten og usikkerheten i analysene ytterligere)
6. Inkonsistens og svakheter ved transportmodeller

<sup>7</sup> Fallet i risikopåslaget etter 40 år kan blant annet begrunnes med usikkerheten på hva risikopåslaget skal være.

Ulike forutsetninger og metodikk for beregning av samfunnsøkonomisk lønnsomhet gir forskjellige resultater. Samfunnsøkonomiske analyser gir dermed ikke et entydig svar på hvorvidt investering i prosjekter er samfunnsøkonomisk lønnsomt eller ikke. Økland (2009) underbygger dette ved å presentere beregninger gjennomført for Follobanen (dobbeltspor mellom Oslo S og Ski) basert på metodikk fra henholdsvis Department for Transport i Storbritannia, det svenske Banverket og JBV. Under britisk metodikk ble prosjektet samfunnsøkonomisk lønnsomt, mens ved å benytte metodikk fra Sverige og Norge ble det ulønnsomt. Samtidig vil kvaliteten på resultatene fra transportmodellene i stor grad være styrende for lønnsomhetsberegningene. Å bruke relevante modeller og metoder til de forholdene som skal beregnes er ytterst viktig for å få troverdige resultater.

Hovedfokuset i denne oppgaven bygger på antagelsen om at infrastrukturinvesteringer kan skape effekter som ikke fanges opp av ordinære NKA. De viktigste konsekvensene som ikke eller bare delvis er prissatt, er indirekte virkninger for næringsliv og bosetting, opsjonsverdier (verdien av å ha tilgang på et transporttilbud uten å ha konkrete planer om å benytte seg av det), verdi av frigjorte arealer, samt natur og kulturlandskap. Indirekte virkninger for næringsliv er delvis prissatt gjennom beregning av sparte tidskostnader, mens virkninger gjennom lokalisering av arbeidsplasser med tilhørende produktivitetsvirkninger ikke er prissatte virkninger og videre en potensiell kilde til mernytte. Neste kapittel ser nærmere på relevante effekter som ikke fanges opp og beregnes i dagens NKA.





# Kapittel 4: Mernytte av forbedret infrastruktur

## 4.1 Innledning

Begrepet mernytte beskriver den nytten samfunnet, utover transportmarkedet, opplever ved forbedret infrastruktur.<sup>8</sup> I en rapport om mernytte av samferdselsinvesteringer utarbeidet av Samstad m.fl. (2012) blir følgende definisjon brukt:

*”Mernytte er nytte som ikke er inkludert i nyttekostnadsanalyser i transportsektoren med dagens beregningsverktøy, og som forårsakes av brudd på beregningsverktøyets forutsetning om fullkommen konkurranse og fravær av eksternaliteter i berørte markeder, samt av dets mangelfulle modellering av bedriftenes og husholdningenes tilpasninger til transportforbedringer på lang sikt”* (Samstad m.fl., 2012, s.11).

For å se i hvilken grad infrastrukturforbedringer bidrar til økt verdiskapning må vi se på alle virkningene som skapes. Den nåværende metodikken bygger implisitt på forutsetninger om at endringer i transporttilbudet ikke påvirker samspillet mellom bedrifter som bruker transporttilbudet. Litteraturen, tilknyttet agglomerasjonseffekter og klyngeteori, fokuserer blant annet på hvordan nærhet mellom bedrifter endrer samspillet og gir opphav til produktivetsgevinster utover de direkte gevinstene av lavere generaliserte reisekostnader. Internasjonale studier indikerer at slike virkninger i noen situasjoner kan være betydelige. For enkelte prosjekter kan NKA svekkes som beslutningsgrunnlag dersom effektene ikke tas hensyn til.

Vurderinger som må gjøres når man skal betrakte samfunnsøkonomisk lønnsomhet av et større transportprosjekt er derfor ofte krevende. Et prosjekt kan vurderes å være samfunnsøkonomisk lønnsomt selv om det går med finansielt underskudd. Det er fordi det har gevinster som ikke fanges opp av markedsmekanismene (Olsson og Veiseth, 2011). Hvis virkninger av stor relevans for den samfunnsøkonomiske lønnsomheten blir oversett, kan det i verste fall bety at prosjektet ikke blir gjennomført. Det er derfor nødvendig å ta stilling til de virkningene som måtte oppstå også utenfor transportmarkedet. Innledningsvis i oppgaven kom det frem at ringvirkninger defineres som effekter i andre markeder enn det som skapes i transportmarkedet. For at en slik ringvirkning skal gi netto samfunnsøkonomisk verdi må det

---

<sup>8</sup> Omtales i den internasjonale litteraturen som wider economic benefits (WEB).

foreligge en markedssvikt i sekundærmarkedene, som innebærer at det i situasjonen før tiltaket er en ressursbruk som ikke er samfunnsøkonomisk optimal (NOU, 2012:16). Neste avsnitt diskuterer noen former for markedssvikt, før fokuset rettes mer eksplisitt mot produktivitetsgevinster som følge av infrastrukturforbedringen.

## 4.2 Markedssvikt

Markedssvikt kan være et resultat av eksterne virkninger, fellesgoder, beskatning, fallende gjennomsnittskostnader, ulik tilgang på informasjon og ufullkommen konkurranse (imperfekt konkurranse). Fra velferdsteoremene følger det at i en økonomi uten markedssvikt vil alle samfunnsøkonomiske virkninger av et marginalt prosjekt være fanget opp av en godt spesifisert NKA i primærmarkedene (se for eksempel Rosen og Gayer (2008)). Brudd på forutsetningene som NKA hviler på, vil imidlertid være en kilde til mer eller mindre nytte.

SACTRA<sup>9</sup> – rapporten (1999) beskriver ulike sammenhenger mellom transport og økonomi, og antyder en over- eller undervurdering av nytten. Rapporten fremhever at et tilstrekkelig avvik fra perfekt konkurranse vil medføre at nyttesiden av et infrastrukturprosjekt underestimeres. For å vurdere ulike virkninger av forbedringer i transporttilbudet kan det skilles mellom markedssvikt i transportsektoren og markedssvikt i transportbrukende sektor. Følgende tabell er hentet fra SACTRA-rapporten (1999), gjengitt av Samstad m.fl. (2012):

Transportsektor	Transportbrukende sektor		
	$p < mc$	$p = mc$	$p > mc$
	Subsidier	Fullkommen konkurranse	Ufullkommen konkurranse
<b><math>p &lt; lrmc</math></b>			
Neg. eksternaliteter	1	2	3
<b><math>p = lrmc</math></b>			
Ingen eksternaliteter	4	5	6
<b><math>p &gt; lrmc</math></b>			
Pos. eksternaliteter	7	8	9

*p = pris, lrmc = samfunnets marginalkostnad på lang sikt, mc = marginalkostnad*

**Tabell 4.1:** Virkninger av ufullkommen konkurranse og eksterne kostnader på evalueringen av infrastrukturinvesteringer.

<sup>9</sup> Standing Advisory Committee for Trunk Assessment, et ekspertorgan for det britiske transportdepartementet.

Tabell 4.1 oppsummerer hvordan brudd på markedsforutsetningene påvirker nytte-kostnadsberegningene av en infrastrukturinvestering og ved hvilke prisdannelser mernytte oppstår. Kolonnen til venstre angir om det er negative, ingen eller positive eksternaliteter i transportsektoren. En eksternalitet oppstår når nyttenivået til en aktør i et marked øker eller reduseres som direkte følge av en annen aktør, uten at førstnevnte kompenseres for endringen i nyttenivået (Rosen og Gayer, 2008). I tilfellet med negative eksternaliteter i transportsektoren, vil NKA overvurdere samfunnets nytte av økt transport (rute 1, 2 og 3). Åpenbare negative eksternaliteter som støy, ulykker og forurensning er vanligvis forsøkt prissatt og justert i ordinære NKA (Dehlin m.fl., 2012).

Motsatt vil positive eksternaliteter føre til at NKA undervurderer samfunnets nytte av økt transport (rute 7, 8 og 9). Positive eksternaliteter ved transportforbedringer kan være utvidelser av markeder og mulighet for endret lokaliseringsmønster. Dette kan igjen føre til stordriftsfordeler, tilgang på spesialisert arbeidskraft og kunnskapsspredning, som til slutt kan føre til økt produktivitet og verdiskapning. Dehlin m.fl. (2012) trekker frem en pågående diskusjon om hvorvidt en del av effektene allerede er helt eller delvis inkludert i dagens metodikk.

Den øverste raden angir hva slags markedsforhold det er i transportbrukende sektor. Ufullkommen konkurranse vil føre til at NKA undervurderer nytten av infrastrukturinvesteringer. Tiltakene legger til rette for økt varevolum, noe som på grunn av markedsforholdene gir en samfunnsøkonomisk gevinst utover det som gjenspeiles i transportmarkedet (rute 3, 6 og 9). Motsatt, ved subsidier i varemarkedet, vil NKA overvurdere nytten (rute 1, 4 og 7).

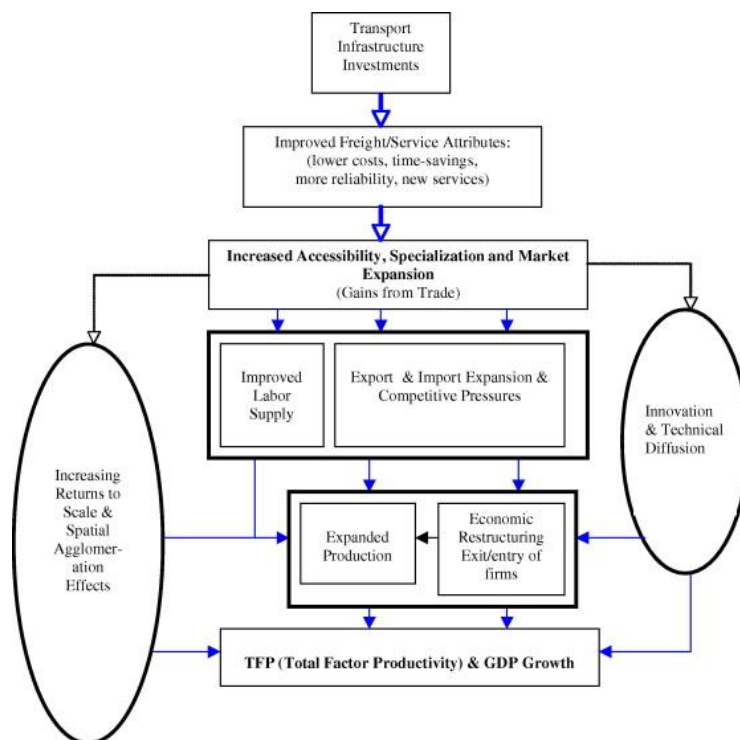
Kombinerer man kolonnene og radene viser tabell 4.1 at rute 1, 2 og 4 vil overvurdere nytten, mens rute 6, 8 og 9 vil undervurdere den. I rute 3 og 7 er det ulike effekter som trekker i hver sin retning, mens rute 5 tilfredsstiller forutsetningene om ingen eksternaliteter og fullkommen konkurranse som ligger til grunn i dagens metodikk. NKA som er korrigert for eksternaliteter vil også forutsetningene være oppfylt i rute 2 og 8. Oppsummert kan man si at virkninger av interne effekter er innebefattet i de samfunnsøkonomiske analysene. Mernytte vil imidlertid oppstå når det er markedsimperfeksjoner i de sektorene som benytter transporten.

De ulike formene for mernytte omtales nærmere i de neste avsnittene. Gjennomgangen er basert på publiserte rapporter og studier på området som refereres til underveis.

### 4.3 Oversikt over mernytteeffekter

Mernytteeffekter kan i prinsippet ha negativt fortegn og dermed representere merkostnader i stedet for mernytte. I følge JBV's metodehåndbok (2011) vil imidlertid nettoeffekten for de fleste jernbaneprosjekter antakelig være positiv. Utbedringer i transportsystemet som reduserer transportkostnaden kan være kilde til mernytte. Denne nytteeffekten tilrettelegger for økonomisk vekst gjennom å bedre tilgjengeligheten (Hansen, 2011). Teorier om ulike virkninger fra infrastrukturinvesteringer tar hovedsakelig utgangspunkt i redusert reisetid, som igjen påvirker faktorer som markedstilgang, foretakslokalisering, spesialisering og stordriftsfordeler, økt konkurranse og mindre monopolisering, samarbeid mellom leverandører og kunder, sysselsetting, arealbruk, samt bosetning, arbeidsmarked, servicetilgang og fritidstilbud (ibid).

Lakshmanan (2010) gir en ryddig oversikt over mernytte i et makroøkonomisk perspektiv. I artikkelen gis en gjennomgang av hvordan transportinvesteringer i makroøkonomiske modeller tyder på at det eksisterer gevinster som ikke fanges opp av ordinære NKA.



**Figur 4.1:** Oversikt over mernytte som følge av transportinvesteringer (Lakshmanan, 2010)

Figur 4.1 viser hvordan mernytte av transportinvesteringer kommer inn i økonomien. Investeringene fører til høyere effektivitet i transportmarkedet som igjen fører til bedre tilgjengelighet. Videre kommer mernytteeffektene inn: skalafordeler, agglomerasjon, arbeidstilbud, økt konkurranse og handel, innovasjon og teknologiske spillovers. Effektene bidrar til å øke produksjonen og total faktorproduktivitet. Mekanismene i de to ovale boksene antyder effekter omtalt i litteraturen som økonomisk geografi.

De mest diskuterte tilleggsvirkningene fra NKA i Norge kan ifølge Hansen (2011) deles inn i fire kategorier: agglomerasjonseffekter, arbeidsmarkedsvirkninger, økt produksjon i imperfekte markeder og økt konkurranse i imperfekte markeder. Man må imidlertid være oppmerksom på faren av å inkludere tilleggseffekter i beslutningsgrunnlaget i NKA, siden det i noen tilfeller kan være snakk om dobbelttelling og omfordeling av allerede inkludert nytte.

### Dobbelttelling og omfordeling

En dobbelttelling av for eksempel trafikantnyttens ringvirkninger av trafikantnyttens som er ”solgt videre”, det vil si overført til andre aktører gjennom økt etterspørsel i ulike markeder (Minken, 2012). Man må være oppmerksom når man inkluderer regionaløkonomiske virkninger som faller utenfor den ordinære analysen. Grunnen er at det ofte vil dreie seg om effekter som nuller seg ut hvis man ser på et større geografisk område (ibid). Problemer tilknyttet omfordeling handler om å skille hva som er ny vekst i økonomien og vekst som kan skyldes at den flyttes fra et område til et annet (Banister og Berechman, 2001). En transportforbedring kan føre til en forflytting av arbeidsplasser, noe som ikke automatisk innebærer økt arbeidsinnsats og økt produktivitet. Et transportprosjekt kan også gi prisendringer i eiendomsmarkedet ved at det blir mer attraktivt å bosette seg andre steder. Dersom verdien er forsøkt verdsatt direkte, vil det være dobbelttelling å regne med effekten av prisendringene.

I en situasjon med tilnærmet fullkommen konkurranse vil det å legge til ytterligere ringvirkninger medføre dobbelttelling. Hvis vi står overfor et tilfelle der pris er lik den samfunnsøkonomiske marginalkostnaden, vil virkningene av et transporttiltak i andre deler av økonomien ikke være annet enn forvandlede former av trafikantnyttens i transportmarkedet. Dersom en transportforbedring fører til at bedriftene i regionen blir mer konkurransedyktige, er denne nytten allerede inkludert i NKA. Hvis resultatet er økt inntjening, økte lønninger og økt sysselsetting vil også disse være medregnet i analysen (Minken, 2012).

Minken (2012) mener at det første vilkåret for å inkludere mernytte i transportprosjekter er at man kan påvise at effekten man vil ta med er skapt av en konkret mistilpasning i økonomien. Det andre vilkåret er at det ikke er mulig å endre mistilpasningen på en enklere måte enn å bygge infrastruktur. Det tredje vilkåret er at man har data som viser hvordan effekten man vil ta med, endrer seg med det konkrete prosjektet som analyseres. Gjennom det siste vilkåret fremhever Minken (2012) et behov for ny forskning og metodeutvikling før mernytte kan inkluderes på en trygg måte. Det er derfor viktig å definere tydelige avgrensinger på hvilke deler av de aktuelle nyttevirkningene som fanges opp i ordinære NKA og hvilke som representerer nytte ut over dette. I kapittel 6 vil nettopp den nevnte effektendringen av å bygge infrastruktur bli forsøkt verdsatt og analysert.

### 4.3.1 Agglomerasjon og klyngedannelse

Agglomerasjon<sup>10</sup> er et begrep lånt fra fysikken som samfunnsvitere nå benytter for å beskrive de fordelene mennesker og bedrifter har ved å være lokalisert nærme hverandre (Dehlin m.fl., 2012). Et godt utbygd transportsystem er en forutsetning for bosetting og verdiskapning. La oss se på et enkelt eksempel.

*To bedrifter, X og Y, ligger 100 kilometer fra hverandre med et enkelt jernbanespor mellom seg. Det tar 120 minutter å kjøre jernbanestrekningen mellom X og Y. Jernbanenettet mellom X og Y blir så utbedret med et moderne dobbeltspor, slik at reisetiden halveres. Bedriftene ligger fremdeles 100 kilometer fra hverandre i geografisk forstand, men siden reisetiden er halvert, kan dette fremme mer interaksjon mellom bedriftene.*



**Figur 4.2:** Idéskisse for transportinfrastrukturens effekt på verdiskapning (Dehlin m.fl., 2012)

Figur 4.2 illustrerer at transportforbedringer kan føre til økt verdiskapning. Reduserte generaliserte reisekostnader i form av økt kapasitet, bedre punktlighet, økt frekvens og redusert reisetid kan gi insentiver til en høyere interaksjon med områdene rundt. Lokalisering (tidsmessig) av bedrifter og mennesker innenfor et område vil kunne føre til økonomiske gevinster gjennom agglomerasjonseffekter. Produktivitetsvirkninger av tett lokalisering er

<sup>10</sup> Agglomerasjon betyr sammenføyning av elementer til en masse (Bokmålsordboka).

dermed et eksempel på en positiv eksternalitet, som ble vist i tabell 4.1 å undervurdere samfunnets nytte i nåværende NKA. Virkninger av denne art er det viktigste enkeltelementet innenfor mernytte ved transportprosjekter (Bruvoll og Heldal, 2012). Agglomerasjon defineres altså her som produktivitetsvirkninger av tetthet i form av reduserte generaliserte kostnader som kan føre til økt verdiskapning.

Agglomerasjonseffekter som følge av infrastrukturinvesteringer har fått økt fokus i forbindelse med verdsetting av transportprosjekter. Det er imidlertid ikke noe nytt at lokalisering er av betydning for økonomisk tilpasning og effektivitet. Helt tilbake i 1890 skrev den britiske økonomen Alfred Marshall i sin bok ”*Principles of Economics*” om stordriftsfordeler som eksisterer i byer. I boken peker Marshall på ulike årsaker til hvorfor næringsklynger er mer effektive enn isolerte bedrifter. Disse ble definert som: **a)** kunnskapsoverføring (knowledge spillovers), **b)** lokal produktspesialisering for leverandører (specialized suppliers) og **c)** felles arbeidsmarked for kvalifisert arbeidskraft (labour market pooling). Ser man på bedriftenes lokaliseringsadferd, har de en tendens til å klumpe seg sammen i næringsparker, byer og regioner. Eksempel på dette er blant annet finansdistriktet i New York, bilnæringen i Detroit og oljebransjen i Stavanger. For at det skal være lønnsomt må skalafordelene oppveie for eksempelvis økte eiendomspriser og økte lønnskostnader som måtte oppstå i klyngen (Hansen, 2011). Næringsklyngene kan kjennetegnes av en kombinasjon av samarbeid og rivalisering. Det må derfor også være en aktiv samhandling mellom bedrifter og næringsaktører for at klyngen skal fungere. En gruppe tett lokaliserte bedrifter i samme bransje er ikke automatisk en klynge.

De effektene Marshall (1890) drøftet er også de samme effektene som ligger til grunn for dagens forskning om hvordan produktivitet og sysselsetting påvirkes av geografisk tetthet. Da Paul Krugman publiserte artikkelen ”*Increasing Returns and Economic Geography*” i 1991, ble det starten på forskningen rundt fagfeltet økonomisk geografi. Artikkelen forklarer hvorfor klynger dannes og at disse ofte er selvforsterkende, der regioner med stordriftsfordeler og høy økonomisk aktivitet vil tiltrekke seg enda mer aktivitet. I stedet for å fordele aktiviteten i forskjellige områder vil konsentrasjonen av økonomisk aktivitet i noen få land, regioner eller byer føre til økt verdiskapning og inntektsnivå.

## Stordriftsfordeler

Stordriftsfordeler, også kalt skalafortrinn, er betegnelsen på en kostnadsstruktur som er slik at de langsiktige gjennomsnittkostnadene faller med økende produksjon (snl). Når stordriftsfordeler eksisterer, vil bedrifter som produserer få enheter, få høyere enhetskostnader enn bedrifter som produserer mange enheter. Det vil derfor lønne seg å ekspandere produksjonen for én eller noen få bedrifter for å få enhetskostnadene ned (Austvik, 2002). Jo større et marked er, desto færre bedrifter vil kunne operere med sterk markedsrett. Forbedret infrastruktur er derfor, ved å lage større markeder, med på å øke konkurransen mellom bedrifter og bidra til at bedrifter får utnyttet sine stordriftsfordeler. Austvik (2002, s.116) skiller mellom to hovedformer for stordriftsfordeler:

1. *Interne stordriftsfordeler* eksisterer dersom kostnadsreduksjonene ved store produksjonsskalaer oppstår ved at en enkeltbedrift øker produksjonen.
2. *Eksterne stordriftsfordeler* eksisterer når kostnadsreduksjonene oppstår ved at en hel sektor, eller en næring, blir større (men ikke nødvendigvis den enkelte bedrift). Dette kan for eksempel skyldes at næringen ved å bli større kan få billigere og bedre (lokale) leveranser av tjenester og innsatsfaktorer, økt konkurranse mellom like bedrifter lokalt og nasjonalt, utveksling av kunnskap og personale mellom bedrifter, imitert av teknologi etc.

Dette er i samsvar med arbeidet til Marshall (1890) og Krugman (1991). Gjerdåker og Lian (2008) fremhever at bedrifter som utnytter interne eller eksterne stordriftsfordeler vil tjene mer på en reduksjon i transportkostnader enn bedrifter som ikke utnytter stordriftsfordeler. I en situasjon der stordriftsfordelene er eksterne, kan hver bedrift være relativt liten, men de vil hver for seg dra nytte av å ligge i nærheten av andre beslektede virksomheter. Et forbedret transportsystem vil knytte bedrifter og områder nærmere hverandre og dermed skape eksterne stordriftsfordeler. Minken (2012) viser til at stordriftsfordeler i produksjonen utnyttes bedre ved et raskere, mer pålitelig eller mer høyfrekvent transporttilbud. Dette gir tilgang til et større marked og dermed færre, men større produksjonsanlegg.

## Nærmere om agglomerasjonsmekanismer

Mange har gjort endringer og tilføyelser til Marshall (1890) sine opprinnelige mekanismer. Duranton og Puga (2004) gir blant annet en oversikt over litteraturen tilknyttet de mikroøkonomiske mekanismene som ligger til grunn for stordriftsfordeler. Mekanismene som kan føre til økt produktivitet er matching, sharing og learning, i den norske litteraturen omtalt som samsvar, deling og læring. De bidrar til å forklare hvorfor regioner med en høy grad av



agglomerasjon ofte har høyere produktivitet enn regioner med en lav grad av agglomerasjon. Mekanismene inkluderer både relasjoner innad i en bransje og relasjoner mellom bransjer, samt forholdet mellom forhandlere og private kunder.

I områder med lav tetthet kan arbeidstakere bli innelåst i stillinger som ikke er tilpasset deres kompetanse, samtidig som bedrifter ikke får tilgang på ønsket kompetanse. Bedre samsvar innebærer at et større arbeidsmarked bedrer tilgjengeligheten mellom arbeidstakerens kompetanse og arbeidsgiverens behov. Tilsvarende argumentasjon for selger og kjøper av varer og tjenester og mellom potensielle foretningspartnere. Produktivitetsgevinster oppstår dermed ved at færre arbeidstakere blir tvunget til å ta jobber de er overkvalifisert for og kommer seg inn i stillinger der de får brukt sin kompetanse. Bedriftene unngår samtidig å bruke vesentlige ressurser til opplæring.

Den andre mekanismen, deling, kan føre til økt produktivitet gjennom blant annet at konkurransen i markedene blir mer velfungerende (Dehlin m.fl., 2012). Ved å dele et arbeidsmarked vil bedriften også dra nytte av gevinster av mer spesialisert kompetanse. Den siste mekanismen forsøker å forklare at den nære avstanden til andre bedrifter kan føre til at det blir lettere å knytte kjennskap og utveksle erfaringer på tvers av bedrifter i samme område. Akkumulering av kunnskap kan være høyere i større og mer integrerte regioner. Både utvikling og spredning av nye ideer kan skje raskere når en region er bedre integrert (ibid).

### 4.3.2 Arbeidsmarkedsvirkninger

Arbeidsmarkedet i en region består som regel av flere delmarkeder. Det er ofte slik at arbeidsmarkedsstørrelsen avgrenses av reisetiden til og fra arbeidsplassen. Endringer i infrastrukturen kan bidra til å gi en redusert generalisert reisekostnad som påvirker arbeidstakerens valg av arbeidssted, og dermed gi økt produktivitet (Hansen, 2011). Arbeidstakere kan komme i kontakt med flere arbeidsgivere og vice versa, som kan gi en effektivitetsgevinst gjennom matching. Et større arbeidsmarked ved pendling gjør det mulig for arbeidstakere å bytte jobb uten å bytte bolig. Valg av arbeidssted og hvor mye en arbeidstaker ønsker å jobbe er derfor en avveining mellom de generaliserte reisekostnadene og den lønn arbeidstakeren oppnår i den jobben han reiser til (ibid). Hvis lønnen i regionen A og B er gitt av henholdsvis  $L_A$  og  $L_B$ , der  $L_B > L_A$ , kan et transportprosjekt som reduserer de generaliserte reisekostnadene (GK) føre til økt pendlerandel fra region A til region B, så lenge  $L_B + GK > L_A$ . At noen områder opplever økt aktivitet kan imidlertid være en konsekvens av

at andre områder opplever mindre aktivitet, jfr. tidligere diskusjon om dobbelttelling og omfordeling av nytte.

I utredningen ”*Tørrskodd på jobb*” av Heum m.fl. (2011), søker forfatterne å måle virkningen på bedriftenes produktivitet av at bedriften er lokalisert i et stort arbeidsmarkedsområde. De antar at den økte produktiviteten i en kommune slår gjennom i høyere gjennomsnittlig lønnsnivå, slik at i stedet for å måle produktiviteten i et område, måles gjennomsnittlig lønnsnivå. Arbeidsmarkedets størrelse blir av Heum m.fl. (2011) definert som antall arbeidstakere med en reisetid på mindre enn 45 minutter til arbeidsstedet. Dersom en transportforbedring bidrar til at flere kommer innenfor denne tiden, vil det medføre en produktivitetsøkning lik den estimerte virkningen av arbeidsmarkedets størrelse på lønnsnivået. Utredningen kommer frem til at produktivetsgevinsten, ved å integrere arbeidsmarkedene rundt Stavanger, Haugesund og Bergen i et ferjefritt samband, er 10 mrd. kr per år, noe som kommer i tillegg til den direkte nytten i transportmarkedet.

Et liknende arbeid har blitt foretatt av Rice og Venables (2004), der reduserte reisekostnader ble vurdert å ha størst betydning innenfor korte pendleavstander. I arbeidet estimerte de produktivitetseffektene til å være fire ganger så høy for transportforbedringer innenfor 40 minutters reiseavstand som mellom 40 og 80 minutter. For reiseeffekter over 80 minutter vurderte de effektene som ubetydelige. Også Engebretsen m.fl. (2012) sin undersøkelse om langpendling innenfor IC-trianglet på Østlandet viste en avtagende pendlingsandel når reiselengden oversteg én time.

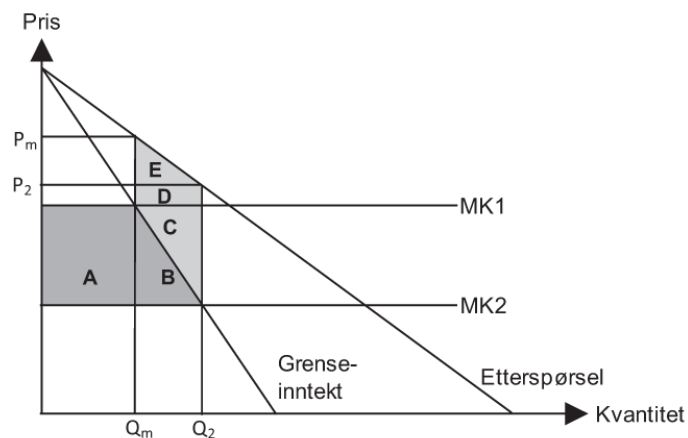
Minken (2012) er en av flere som retter kritikk mot forutsetningene og fremgangsmåten til Heum m.fl. (2011). Minken hevder at de anvender lite hensiktsmessige data og tvilsomme estimeringsmetoder, og påpeker at forfatterne kommer frem til resultater uten å være tilstrekkelig kritiske. Det er lite trolig at alle lønnsforskjeller er uttrykk for produktivetsforskjeller. Minken (2012) setter videre spørsmålstegn ved hvorfor ikke estimeringen er gjort ved å føre inn dummier for kommunestørrelse og arbeidsmarkedsstørrelse i regresjonslikningen.

Utredningen er uansett av interesse siden den er en av få norske studier som prøver å verdsette og forklare mernytteeffekter. Den eksterne kvalitetssikringen av IC-trianglet på Østlandet

bruker blant annet dette arbeidet for å forklare at det vil være beskjedne ringvirkninger ved økende avstand fra Oslo.

### 4.3.3 Økt produksjon i imperfekte markeder

Gjerdåker og Lian (2008) forteller blant annet at dagens metodikk for NKA er bygget opp rundt forutsetningen om perfekt konkurranse, hvor prisene av hver enkelt effekt lar seg bestemme korrekt i markedet. Imidlertid kan ufullkommen konkurranse i de markedene som bruker transport være en kilde til netto ringvirkninger. En bedrift som opererer i et marked karakterisert ved ufullkommen konkurranse kan ta en pris som er høyere enn marginalkostnaden (MK). Antar man videre at bedriften står overfor en transportkostnad som varierer proporsjonalt med produksjonsnivået, vil MK være konstant.



**Figur 4.3:** Effektivitetsgevinster i markeder med ufullkommen konkurranse (NOU 2012:16)

I figur 4.3 illustreres dette av en monopolist som har den optimale tilpasningen i punktet  $P_m$ ,  $Q_m$ , hvor grenseinntekt (GI) er lik MK. En transportforbedring som reduserer MK, fra MK 1 til MK 2, fører til en ny tilpasning i punktet  $P_2$ ,  $Q_2$ , der bedriften har redusert prisen og økt produksjonen. Arealet (A+B) tilsvarer den direkte nytten som fanges i dagens metodikk (trafikanntnyten i transportmarkedet), mens (C+D+E) representerer mernytten. Nytten skyldes en økning i mengde omsatt i markedet fra  $Q_m$  til  $Q_2$ , illustrert i likning 4.1.

$$\frac{1}{2} * (P_m - MK1 + P_2 - MK2)(Q_2 - Q_m) \quad 4.1$$

Denne effektivitetsgevinsten er netto ringvirkninger av økt produksjon i markeder med ufullkommen konkurranse, der produksjonen i utgangspunktet var lavere enn samfunnsøkonomisk optimalt. Størrelsen på denne mernytten avhenger av hvor mye høyere prisen er enn MK for det økte kvantumet (Samstad m.fl., 2012).

#### 4.3.4 Økt konkurranse i imperfekte markeder

Høye transportkostnader kan medføre at en del markeder avgrenses geografisk, noe som kan svekke konkurransen. Forbedrede transportmuligheter, gjennom lavere transportkostnader, kan imidlertid føre til at lokale monopolbedrifter må senke prisene på grunn av økt konkurranse utenfra, slik at prisene blir presset nærmere alternativkostnadene. Nyetableringer i markeder hvor det tidligere har vært få aktører, kan dermed øke konkurransen og videre effektiviteten i økonomien (Hansen, 2011). Det vil gi størst utslag i områder der transporttilbudet i utgangspunktet er dårlig. Transportforbedringer gir også de samme bedriftene bedre muligheter til å konkurrere på nye markeder. Jara-Diaz (1986) beskriver to regioner hvor tilbudet av en vare er levert av en monopolist i hver av regionene. Reduserte transportkostnader som følge av tiltaket gjør det mulig for bedriftene å tiltrekke seg kunder fra den andre regionen gjennom å senke prisen på egen vare. Den økte konkurranse reduserer prisene i markedet, øker den totale produksjonen, og reduserer således effektivitetstapet ved monopolisttilpasningen vist i figur 4.3. Dersom et infrastrukturtiltak påvirker konkurranseforholdene kan dette være en effekt som ikke fanges opp av ordinære samfunnsøkonomiske analyser.

#### 4.4 Empirisk litteratur

Tetthet reflekterer konsentrasjonen av økonomisk aktivitet i et område og bestemmes av forholdet mellom antall arbeidsplasser og generaliserte reisekostnader mellom bedrifter og mellom bedrifter og arbeidstakere. I hvilken grad en reduksjon i de generaliserte reisekostnadene slår ut i økt produktivitet, kan måles gjennom elastisiteten av produktiviteten med hensyn på tetthet. Det er godt forankret i økonomisk teori gjennom publiserte studier at det eksisterer mekanismer som kan gi positiv sammenheng mellom produktivitet og funksjonell bystørrelse (tetthet), jfr. Duranton og Puga (2004). Disse mekanismene er en hovedårsak til at bedrifter lokaliserer seg i sentrale områder, til tross for høyere kostnader, blant annet tilknyttet lønn og leie av lokaler. En rekke av de studiene som har blitt utført på området, forsøker å estimere hvor mye produktiviteten i byen øker dersom reell bystørrelse vokser med én prosent. Produktiviteten blir ofte målt i lønn, total faktorproduktivitet eller BNP-vekst (se for eksempel Lakshmanan (2010) og Graham m.fl. (2009)).

I en omfattende gjennomgang av tilgjengelig empirisk forskning, finner Melo m.fl. (2009) store variasjoner.<sup>11</sup> Studiet viser at estimatene varierer sterkt avhengig av sektor, land og metode man bruker for å måle tetthet, både ved bruk av tverrsnittdata og paneldata. Studiene benyttet enten en produksjonsfunksjon eller en lønnsmodell for å beregne elastisitetene. Melo m.fl. (2009) bruker en regresjonsanalyse og inkluderer et sett av dummier og kontrollvariabler for å kontrollere for forskjellene i studiene. Den laveste elastisiteten som ble funnet er på -0,8, altså en negativ sammenheng mellom tetthet og produktivitet, mens den høyeste er på 0,658. Hoveddelen av elastisitetene ligger innenfor et intervall på -0,090 til 0,292 med en gjennomsnittselastisitet på 0,058.<sup>12</sup> Resultatet viser, ved å ta utgangspunkt i gjennomsnittselastisiteten, at når tettheten øker med én prosent, vil produktiviteten øke med 0,058 prosent. Av de landene som inngår i analysen er det Storbritannia som har flest estimater, der den gjennomsnittlige elastisiteten er på 0,102. For Europa som region rapporteres et gjennomsnitt på -0,038, mens for Sverige 0,017.

Som det har blitt påpekt er det stor variasjon mellom de ulike landene. Dette er også tilfellet mellom sektorer, der industrisektoren ligger på 0,040, mens servicesektoren ligger på 0,148. På bakgrunn av funnene konkluderer Melo m.fl. (2009) at sammenhengen mellom produktivitet og tetthet bør vurderes i konteksten der estimatene skal brukes. De mener det ikke er grunn til å forvente at elastisitetene er like på tvers av sektorer, byer og land.

Funnene til Melo m.fl. (2009) er i samsvar med andre empiriske studier. Graham m.fl. (2009) finner også store variasjoner mellom ulike næringer i en studie basert på britiske paneldata. Studiet bruker en kontrollfunksjon-spesifikasjon med ikke-lineær minste kvadraters estimering, der det viktigste målet for produktivitet er total faktorproduktivitet. De finner at elastisiteten for industri er på 0,024, bygg og anlegg på 0,034, forbrukertjenester på 0,024 og produsenttjenester på 0,083. Gjennomsnittselastisiteten er i dette tilfellet 0,044. Det betyr at når tetthet øker med én prosent, gir det 0,044 prosent større produktivitet i det berørte området, noe som ligger tett opptil funnet til Melo m.fl. (2009). Resultatene indikerer at produktiviteten i tjenesteytende næringer påvirkes mer av endringer i tetthet enn industri og primærnæringer (en større elastisitet gir en sterkere agglomerasjonseffekt).

---

<sup>11</sup> Gjennomgangen er en økonometrisk meta-analyse av 729 estimater på ringvirkninger hentet fra 34 ulike studier, der 11 ulike land/regioner inngår (Brasil, Canada, Kina, Europa, Frankrike, India, Italia, Japan, Sverige, Storbritannia og USA).

<sup>12</sup> Intervallet er henholdsvis 5. og 95. prosentilen i utvalget. Standardavviket ligger på 0,115.

Vickerman (2010) slår fast at empiriske studier typisk finner elastisiteter fra 0,01 til 0,1 og fremhever variasjoner mellom sektorer og regioner. I en litt eldre studie basert på undersøkelser fra flere land fant også Rosenthal og Strange (2004), i likhet med studiene over, at elastisitetene gjennomgående ligger i området mellom 0,04 og 0,11. Basert på de presenterte studiene kan man forvente en økning av produktiviteten et sted mellom 0,02 og 0,1 prosent når tettheten øker med én prosent. Det er konsensus i litteraturen om at det ikke eksisterer noen sammenheng som er lik på tvers av sektorer, regioner og land. Den lokale næringsstrukturen har derfor stor betydning for produktivitetseffekten.

Det er også studier som viser at effekten av agglomerasjon avtar relativt raskt med avstand. Spørsmålet er hvor nær ulike steder med økonomisk aktivitet må være for at den økonomiske aktiviteten på ett sted skal ha innvirkning på aktiviteten på det andre stedet. Graham m.fl. (2009) undersøkte også hvor raskt denne effekten avtar og finner at sysselsetting 10 kilometer fra bykjernen har mindre enn 1/10 av den effekten som sysselsetting én kilometer fra bykjernen har. De har også skilt ut effektene av aktivitet med noen utvalgte avstandsmål, og finner at sammenhengene er positive og statistisk signifikante mellom 0 og 25 kilometer, og faller i området 25 til 50 kilometer. For avstander over dette identifiseres det ikke noen statistisk signifikant effekt mellom tetthet og produktivitet. Graham m.fl. (2009) kommer frem til at effekten av agglomerasjon avtar raskere for forbruker- og produsenttjenester enn for industri.<sup>13</sup>

COWI har estimert en enkelt agglomerasjonsmodell på norsk kommunenivå ved bruk av tverrsnittsdata. Resultatene presenteres av Dehlin m.fl. (2012) og viser at produktiviteten øker med mellom 0,0007 og 0,044 når graden av økonomisk tetthet øker med én prosent, avhengig av funksjonsform.<sup>14</sup> Modellen gir signifikante resultater for norsk kommunedata, der produktiviteten i norske bedrifter er relativt høy i områder med sterk grad av agglomerasjon, som er i samsvar med Graham m.fl. (2009) sine resultater. Funnene tyder på at lav reisetid mellom områder gir økt produktivitet. Dette indikerer at transportforbedringer trolig kan medvirke til økt verdiskapning, noe som ble antydnet i figur 4.2.

---

<sup>13</sup> Graham m.fl. (2009) har estimert at avstandsfaktoren  $\alpha$  snitt er 1,659 ( $\alpha > 1$ ) og at den varierer mellom ulike bransjer, 1,1 for industri, 1,5 for bygg og anlegg, 1,8 for forbrukertjenester og 1,7 for produsenttjenester.

<sup>14</sup> Kumulativ-, eksponentiell-, logistisk- og inversfordeling.

# Kapittel 5: Casestudie av Intercity-trianglet på Østlandet, ex. ante

Resten av oppgaven retter fokuset på IC-prosjektet på Østlandet og eventuelle agglomerasjonseffekter som måtte oppstå som følge av det. Utgangspunktet for studien er de metodene og forutsetningene som har blitt brukt i konseptvalgutredningen (KVU) og den eksterne kvalitetssikringen (KS1). Formålet er å undersøke om analysene har tatt høyde for produktivitetsgevinster og om disse er tatt med i beslutningsgrunnlaget.

## 5.1 Innledning



**Figur 5.1:** IC-trianglet utgjør togtilbudet på regionalstrekningene fra Oslo til Lillehammer, Halden og Skien. Prosjektet går ut på å utvide og bygge dobbeltsporet jernbane på de respektive strekningene (Ringeriksbanen vist i figuren er ikke en del av prosjektet)

Jordfald (2012) viser til at rundt 80 prosent av trafikken på norsk jernbane går innenfor området avgrenset av Skien, Halden og Lillehammer, med Oslo som sentrum. Kapasiteten er sprenget og man får på nåværende tidspunkt ikke utnyttet alle de samfunnsøkonomiske gevinstene av de investeringene som har blitt gjort. Kapasitetsproblemet er spesielt høyt i rushperiodene og en økt befolkningsvekst, fremhevet i kapittel 2, vil kun forsterke dette. For å møte disse utfordringene kreves en betydelig utvidelse av kapasiteten i jernbanenettet som preges av knapp sporkapasitet.

En fullverdig IC-utbygging går ut på å utvide og bygge en dobbeltsporet moderne jernbane på Østlandet. Figur 5.1 viser prosjektet som strekker seg fra Oslo mot Skien (Vestfoldbanen), Halden (Østfoldbanen) og Lillehammer (Dovrebanen). Området kjennetegnes som en flerkjernet bystruktur med et stort befolkningsgrunnlag og stedvis tett arealbruk. Dette genererer høy transporttetter, preget av innpendling til hovedarbeidsmarkedet i Osloområdet, samt reiser mellom byene og tettstedene i regionen. Prosjektet vil ved full utbygging være det største infrastrukturprosjektet innen jernbane i moderne tid. Intensjonen er å overføre trafikkveksten fra bil til tog, og bedre transportmulighetene i form av større kapasitet, bedre punktlighet, økt frekvens og reduserte reisetider i et tett befolket område. Et bedre togtilbud i dette området vil gi større fleksibilitet ved valg av bosted og etablering av arbeidsplasser. Dermed kan man spre veksten fra storbyene til de mindre stedene ved at det legges til rette for større samhandling. I JBV sitt eget infoskriv om IC vil en utbygging knytte byene på Østlandet tettere sammen og føre til et mer balansert bosettingsmønster. Moderne dobbeltspor til byene i Vestfold, Østfold og på østsiden av Mjøsa vil forsterke hovedstadsregionen og i praksis skape et mer integrert bo- og arbeidsmarked. (JBV, 2012b).

IC vil også skape muligheter for å bosette seg lenger unna Oslo sentrum, men likevel bruke samme tid på å komme seg på jobb. En kombinasjon av reduserte generaliserte reisekostnader og billigere bolig kan også føre til en desentraliserende effekt og dempe prisveksten på boliger i Osloområdet. Det har vist seg å være en tendens til fallende pris per kvadratmeter på eneboliger og leiligheter på strekningene ut fra Oslo. Et bedre togtilbud vil samtidig øke næringslivets tilgang til relevant kompetanse. Ved et pålitelig, forutsigbart og effektivt tognett vil man også oppnå miljøgevinster ved å flytte folk fra veg til bane, noe som vil ta bort litt av presset på vegnettet inn og ut fra Oslo.



Noen av de nasjonale føringene som er lagt til grunn for de samfunnsøkonomiske analysene på de tre strekningene er å **a)** sikre at hovedstadsregionen utvikler seg videre som en attraktiv og internasjonal konkurransedyktig storbyregion med et transporttilbud som kan håndtere en sterk vekst i befolknings- og transporttettersspørsmål, **b)** styrke regional utvikling gjennom en større robust bolig- og arbeidsmarkedsregion, og skape god tilgjengelighet for arbeidsreiser mellom byene og **c)** overføre transport fra veg til bane.

## 5.2 Utredninger og anbefalinger

### Formelle krav til store offentlige prosjekter: KS-ordningen

Konseptvalgutredning er regjeringens metode for å analysere store statlige investeringsprosjekter i en tidlig fase, før igangsetting av planlegging etter plan- og bygningsloven. I en KVVU analyseres transportbehov og andre samfunnsbehov der det vurderes ulike typer konsepter å løse behovene på. I henhold til utredningsinstruksen skal det i nødvendig utstrekning utarbeides grundige og realistiske samfunnsøkonomiske analyser som utgjør første trinn i planlegging av store samferdselsprosjekter.

Det stilles krav til ekstern kvalitetssikring av konseptvalgutredningen (KS1) og ekstern kvalitetssikring av kostnadsrammen (KS2) (Concept, 2013). KS-ordningen kom på banen på 90-tallet for å hindre store budsjettoverskridelser, forsinkelser og dårlige konseptvalg i offentlige prosjekter. Alle offentlige investeringsprosjekter med en anslått samlet investeringsverdi på over 750 mill. kr er pålagt ekstern kvalitetssikring (Finansdepartementet, 2011). Ordningen gir grunnlag for regjeringens beslutning om videre planlegging av de ulike prosjektene. Før det tas stilling til eventuell realisering og oppstart på bygging skal prosjektene også gjennom KS2. En planprosess, fra godkjent KS1 til godkjent KS2, kan ta opp til flere år. Dette innebærer en tidkrevende og omfattende prosess med høringer og samfunnsøkonomiske analyser før man kan iverksette større offentlige prosjekter.

### Prosess fra KVVU til KS1

Samferdselsdepartementet ga i mandat av 17.01.11 JBV i oppdrag å utføre en konsekvensutredning for IC-området (Samferdselsdepartementet, 2011). Det ble gjennomført parallelle banevise utredninger for hver enkelt strekning med følgende fire hoveddokumenter: behovsanalyse, mål- og kravdokument, konseptmuligheter og konseptanalyse. Dokumentene ble utarbeidet separat med en overordnet KVVU for hver enkelt strekning. I utredningen, som ble publisert 16. februar 2012, la JBV følgende overordnede mål til grunn: **a)** IC-korridoren

skal ha et miljøvennlig transportsystem av høy kvalitet som knytter bo- og arbeidsområdene sammen, **b**) kapasiteten for person- og godstrafikk på jernbanen i IC-området må økes for å sikre tilstrekkelig punktlighet, frekvens og reisetid og **c**) økt kapasitet og pålitelighet for person- og godstransport på de respektive strekningene. I tillegg til de overordnede målene ble det utledet syv krav for å sammenligne og evaluere konseptene for hver IC-strekning. Disse kravene omhandler pålitelighet, reisetid, kapasitet, miljøvennlighet, regionvekst og by- og tettstedsutvikling, trafikkulykker og inngrep (KVU, 2012).

I desember samme år la Vista Analyse (2012b) frem supplerende beregninger som bygget videre på eksisterende utredning. De supplerende beregningene baserte seg på justerte forutsetninger om investeringskostnader, referansealternativet, stasjonsstruktur/stoppmønster, noe som ga sterke utslag på lønnsomheten. Like etter gjennomførte Dovre Group og TØI (2013), på oppdrag fra Samferdselsdepartementet, en ekstern kvalitetssikring av konseptvalgutredningen for IC-strekningene. Rapporten ble publisert 25. januar 2013 med hensikt å sikre den faglige kvaliteten i beslutningsgrunnlaget før saken ble lagt frem for beslutning i regjeringen.

De neste avsnittene vil gi en kortfattet og oppsummerende presentasjon av de respektive rapportene, med deres hovedpunkter og anbefalinger.

### Konsekvensutredningen

Utredningen kommer frem til at en utbygging av IC-trianglet er samfunnsøkonomisk ulønnsomt, men anbefaler likevel utbygging på grunnlag av positive effekter i regionene. Noen av investeringskostnadene er det ikke beregnet nytteeffekter av, eksempelvis regional utvikling, slik at regnestykket ikke er helt representativt for den totale lønnsomheten. Utredningen viser samtidig til at den samfunnsøkonomiske lønnsomheten av utbyggingen generelt er svakere med økende avstand fra Oslo. Utredningen påpeker at kapasiteten på strekningene i rushtiden er sprengt og at alternativet til storsatsing på jernbane vil være økt veitrafikk. Trafikkberegningene for 2025 er gjennomført under forutsetning av at fremkommeligheten i veinettet opprettholdes tilnærmet på dagens nivå. Uten investeringer i veinettet for å møte den beregnede trafikkveksten vil reisetiden med bil øke i årene fremover. Gjennomførte følsomhetsanalyser viser at svekket fremkommelighet i veinettet kun vil bidra til en betydelig økning i etterspørselen etter togreiser. Utredningen levner dermed liten tvil om at jernbaneinvestering er nødvendig for samferdselen og at prosjektet må gjennomføres i sin helhet.

### De supplerende beregningene

Utbygging av IC-trianglet vil under de nye beregningene være samfunnsøkonomisk lønnsomt. Beregningene viser at kravet til avkastning er satt lavere, samtidig som den beregner at trafikkveksten vil øke mer enn anslagene gitt i konsekvensutredningen, med 20 prosent på Vestfold- og Østfoldbanen og 12-13 prosent på Dovrebanen.<sup>15</sup> Det største utslaget kommer imidlertid av at man på en annen måte enn tidligere har regnet inn prisen for ikke å bygge ut jernbane. De supplerende beregningene gjennomføres i større grad av kostnadsberegninger hvor det tas i bruk økonomiske virkemidler for å dempe transporttettersspørselen når det er kø og kapasitetsbegrensing på vei. Prisene for disse ulempene er lagt inn som en rushtidsavgift i det totale regnestykket.

Konsekvensutredningen opererer også med et annet stoppmønster for togene. De nye beregningene tyder på at enklere stasjonsløsninger og differensiering i togtilbudet gir en klar forbedring av samfunnsøkonomisk lønnsomhet, og benytter en rekke billigere løsninger som krever mindre areal i byer og tettsteder. Det blir blant annet gått ned fra fire til to spor på enkelte stasjoner. Totalt blir det lagt frem innsparinger på rundt 17 mrd. kr på de tre strekningene, hvorav 2,4 mrd. kr på Østfoldbanen, rundt 5,7 mrd. kr på Dovrebanen og 8,8 mrd. kr på Vestfoldbanen.

### Den eksterne kvalitetssikringen

Den eksterne kvalitetssikringen av konseptvalgutredningen kommer frem til at en fullverdig utbygging av IC-trianglet vil være meget ulønnsomt. Det blir regnet med en vesentlig høyere investeringskostnad enn tidligere. Kvalitetssikringen bruker også begrepet indre- og ytre IC<sup>16</sup> og viser til at full utbygging innen 2025 i hele IC-området ikke er samfunnsøkonomisk forsvarlig, og at utbyggingen burde realiseres ved innenfra-og-ut-prinsippet. Investeringene er for store i forhold til passasjergrunlaget i ytre IC og kvalitetssikringen hevder at planlagt byggetid på 10-13 år er urealistisk og trekker frem at det har festet seg alt for høye forventinger til gjennomføringstiden. Kapasitetsutfordringene i Oslotunellen blir også fremhevet og det blir argumentert for at tunellen fremstår som en flaskehals, noe konsekvensutredningen har sett bort fra. Kvalitetssikringen gir sterke anbefalinger om at kapasitetsutfordringen i Oslotunellen løses *før* det eventuelt gjøres investeringer i ytre IC.

---

<sup>15</sup> En for høy anslått trafikkvekst kan bidra til å overvurdere lønnsomheten av tiltaket.

<sup>16</sup> **Indre IC:** Oslo mot Tønsberg, Fredrikstad og Hamar. **Ytre IC:** strekningene: Tønsberg-Skien, Fredrikstad-Halden og Hamar-Lillehammer.

Videre hevder kvalitetssikringen at anbefalingene fra utredningen i liten grad henger sammen med de delanalysene som ble gjort i forkant. Konsekvensutredningen anbefaler full utbygging av dobbeltspor på alle strekningene samtidig, til tross for at den samfunnsøkonomiske analysen finner utbyggingen ulønnsom. Kvalitetssikringen mener at innsnevring av mulighetsrommet i utredningen har ført til at man har oversett noen interessante alternativer til de tunge investeringene i jernbaneinfrastrukturen, og hevder at utredningen i større grad handler om hvordan man skal bygge dobbeltspor på Østlandet, enn hva som skal gjøres med de identifiserte samfunnsbehovene. Kvalitetssikringen argumenterer samtidig for at klimaregnskapet i utredningen er bygget på veldig optimistiske forutsetninger, og mener det er tvilsomt med positiv klimaeffekt ettersom et spredt utbyggingsmønster og regionforstørring gir økt fritidskjøring (hvis IC-prosjektet fungerer som tiltenkt). Dimensjonerende hastighet for eventuelle nye strekninger bør være 200 km/t, og finner ingen mernytte av 250 km/t som utredningen anbefaler.

Kvalitetssikringen mener det er liten grunn til å forvente store økonomiske ringvirkninger av prosjektet, utover det som fanges opp i transportmarkedet gjennom de direkte virkningene. Den er tydelig på at de aktuelle arbeidsmarkedene allerede har relativt god kommunikasjon i form av eksisterende transportsystem. I denne sammenheng overvurderer konsekvensutredningen lønnsomheten av full IC-utbygging. De supplerende beregningene blir også sterkt poengtert av å tegne et altfor optimistisk bilde av samfunnsøkonomien ved en full utbygging. Kvalitetssikringen retter kritikk mot at det i alt for stor grad har vært jakt etter beregningsforutsetninger som kan justeres i tiltakets favør.

## 5.3 Oppsummering av rapportene

Rapportene tar i bruk forskjellige transportmodeller som de baserer sine trafikkberegninger på. Konsekvensutredningen tar i bruk Intercitymodellen (ICM), mens kvalitetssikringen benytter Regional- og Nasjonal Transportmodell (RTM/NTM). Valg av transportmodell kan også bidra til forskjellige resultater på grunn av ulike estimeringsmetoder, jfr. kapittel 3.4.

	KVU	Suppl. beregn.	KS1
<b>Kalkulasjonsrente 0-39 år</b>	4,5 %	4 %	4 %
<b>Kalkulasjonsrente 40-74 år</b>	4,5 %	3 %	3 %
<b>Kalkulasjonsrente 75 år &lt;</b>	4,5 %	2 %	2 %
<b>Beregningsår</b>	2025	2025	
<b>Prosjektets levetid</b>	75 år	75 år	75 år
<b>Analyseperiode<sup>17</sup></b>	75 år	40 år	75 år
<b>Henføeringsår</b>	2018	2018	2012
<b>Prisnivå (kroneverdi)</b>	2011	2013 <sup>18</sup>	2012
<b>Gjennomføringstid<sup>19</sup></b>	10-13 år	10-13 år	
Planprosess	4-5 år/5-6 år	4-5 år/5-6 år	
Anleggsprosess	5-6 år/7-8 år	5-6 år/7-8 år	

**Tabell 5.1:** Utvalgte beregningsforutsetninger

Tabellen viser at rapportene har benyttet ulike beregningsforutsetninger for å komme frem til sine anbefalinger. NKA i konsekvensutredningen er gjennomført i tråd med siste versjon av JBVs metodehåndbok (2011), som benytter en konstant kalkulasjonsrente uansett levetid på prosjektet. De supplerende beregningene og den eksterne kvalitetssikringen har derimot tatt i bruk Hagen-utvalgets anbefaling om avtagende kalkulasjonsrente. Mens prosjektets levetid er satt lik analyseperioden i konsekvensutredningen og kvalitetssikringen, er det i den supplerende beregningen antatt en analyseperiode på 40 år. Analyseperioden på 75 år tilsvarer levetiden for den komponenten som har den lengste funksjonelle levetiden. For komponenter som har en kortere levetid, som signalanlegg, er det lagt inn en reinvestering på det tidspunktet levetiden utgår, jfr. kapittel 3.3.3. Etter utløpt analyseperiode er restverdien satt til 0.

<sup>17</sup> Den tidsperioden det gjennomføres NKA for.

<sup>18</sup> Prisjustering fra 2011 til 2013 er basert på SSB sine prognoser for konsumprisindeksen (KPI).

<sup>19</sup> Gjennomføringstiden tar utgangspunkt i to scenarier, raskest mulig fremdrift på 10 år og kostnadsoptimal fremdrift på 13 år.

	KVU	Suppl. beregn.	KS1
<b>Investeringskostnader</b>			
Østfoldbanen (ØB)	20 mrd. kr	17,3 mrd. kr	47,1 mrd. kr
<b>Investeringskostnader</b>			
Dovrebanen (DB)	34 mrd. kr	28,1 mrd. kr	36,3 mrd. kr
<b>Investeringskostnader</b>			
Vestfoldbanen (VB)	41 mrd. kr	32,2 mrd. kr	45,7 mrd. kr
<b>Total investeringskostnad<sup>20</sup></b>	<b>95 mrd. 2011-kr</b>	<b>79,5 mrd. 2013-kr</b>	<b>135 mrd. 2012-kr</b>
NNV/NNB – ØB	-4,1 mrd. kr/-0,27	6,5 mrd. kr/0,17	-25,5 mrd. kr
NNV/NNB – DB	-11 mrd. kr/-0,40	5,7 mrd. kr/0,24	-21,9 mrd. kr
NNV/NNB – VB	-22 mrd. kr/-0,69	9,7 mrd. kr/0,33	-32,6 mrd. kr

**Tabell 5.2:** Utvalgte nøkkeltall hentet fra de anbefalte konseptene ØB4B, DB4B og VB4C

Det er flere årsaker til de forskjellige tallene i tabell 5.2. JBV nevner blant annet at kvalitetssikringen opererte med svært høye trafikk tall, selv uten prosjektet. Dette til tross for kapasitetsbegrensningene i jernbanen. Kvalitetssikringen mener på sin side at JBV's konsekvensutredning bygget på optimistiske beregninger, der de undervurderte investeringskostnadene, overvurderte klimagevinster og lot alle usikkerheter komme prosjektet til gode. Likevel er nåverdiberegningene til KVU og KS1 forholdsvis like, der alle strekningene gir negative utslag. Resultatene er imidlertid ikke direkte sammenlignbare, blant annet på grunn av forskjellig henføringsår. KS1 understreker at tidligere utredninger har overdrevet mernytteeffektene, som kan forklare hvorfor prosjektet ble anbefalt, til tross for resultatet fra lønnsomhetsberegningene.

## 5.4 Nasjonal Transportplan (NTP) 2014-2023

12. april 2013 la regjeringen frem NTP 2014-2023. Satsingen innenfor jernbane i årene fremover vil være betydelig. Økt kapasitet i rushtid inn til Oslo og utbygging av jernbane på Østlandet er to viktige punkter. I stortingsmeldingen om NTP 2014-2023 foreslås det en bevilgning til JBV på 168 mrd. kr i en 10-årsperiode, det vil si et årlig gjennomsnitt på 16,8 mrd. kr. Dette utgjør en årlig gjennomsnittlig økning på 5,5 mrd. kr, i underkant av 50 prosent økning sammenlignet med budsjettet for 2013. Midlene skal brukes til investering/utbygging, drift og vedlikehold av eksisterende jernbanenett, der om lag 92 mrd. kr er satt av til investeringer og 76 mrd. kr til drift og vedlikehold. Av de midlene som er satt av til

<sup>20</sup> Eksklusiv merverdiavgift.

investeringer er 58 mrd. kr satt av til utbygging av nær 167 kilometer dobbeltspor på IC-strekningene.

Det foreligger klare målsettinger for jernbaneprojektet på Østlandet. Satsingen på investeringer, drift og vedlikehold vil gi bedre framkommelighet og korte ned reisetiden mellom regionene. IC-utbyggingen planlegges å stå ferdig med sammenhengende dobbeltspor i indre IC innen utgangen av 2024. Samtidig har regjeringen som ambisjon om å ferdigstille ytre IC innen 2030. Det legges med andre ord opp til en utbygging som vil gi gradvise tilbudsforbedringer for de reisende med lokal- og Intercitytog. Regjeringen ønsker å utvikle jernbanenettet der det er størst potensial for togtransport. Det vil derfor i første omgang prioriteres å utvikle togtilbudet innenfor én times reisetid til og fra de store byene. I indre IC vil reisetiden fra Oslo mot de største byene bli redusert med 20 - 30 minutter på hver strekning, til en reisetid på rundt én time. Ved full utbygging vil reisetidsbesparelsene fra Oslo mot Skien, Lillehammer og Halden bli på omkring 30 – 60 minutter, vist i tabell 5.3.

	<b>Strekning</b>	<b>Dagens reisetid</b>	<b>Est. reisetid e. utbygging</b>	<b>Tidsbesparelse</b>
<b>Dovrebanen</b>	Oslo-Hamar	01:23	00:55	28 min
	Oslo-Lillehammer	02:14	01:23	51 min
<b>Østfoldbanen</b>	Oslo-Fredrikstad	01:08	00:47	21 min
	Oslo Halden	01:45	01:08	37 min
<b>Vestfoldbanen</b>	Oslo-Tønsberg	01:22	01:00	22 min
	Oslo-Skien	02:40	01:44	56 min

**Tabell 5.3:** Reisetidsbesparelser innenfor IC-strekningene (tidsbesparelsene er ikke definitive og vil variere avhengig av stoppmønstre o.l.)

Regjeringens ønske er å gi regionforstørring ved å forbedre transporttilbudet som forkorter avstander gjennom reduserte reisetider. For arbeidstakere åpnes et større område for dagpendling innenfor akseptable reisetider slik at tilfanget av arbeidsplasser øker. De gevinstene som måtte oppstå av dette kan ses i sammenheng med agglomerasjonseffektene diskutert i kapittel 4.3. En kopling og utvidelse av arbeidsmarkeder øker potensialet for å skape flere kompetansearbeidsplasser i distriktene, som igjen kan bidra til økt verdiskapning.

## 5.5 Oppsummering

Jernbanens rolle i transportmarkedet skal styrkes. Investeringene i jernbanen skal økes, særlig rundt de største byene. Som vi har sett er det ulik oppfatning når det kommer til spørsmålet om prosjektet vil skape mernytteeffekter. På bakgrunn av teori og litteratur diskutert tidligere i oppgaven kan det antas at slike effekter vil oppstå. Det har også blitt nevnt at det er utfordrende å se langtidseffekter og indirekte virkninger av store investeringer innenfor samferdsel. Vanlig praksis har vært å sette langtidseffektene lik null, noe som fører til at mange prosjekter feilaktig går i minus. Hvis utredninger fortsetter å konkludere med samfunnsøkonomisk ulønnsomhet, kan konsekvensen være at staten bevilger mindre penger. Dersom beslutningstakerne ikke i tilstrekkelig grad tar hensyn til positive eksterne virkninger i offentlige prosjekter, er sannsynligheten til stede for at de undervurderer den samfunnsøkonomiske lønnsomheten.

På den ene siden vil en beslutning om å gjennomføre en fullverdig IC-utbygging bety, på grunnlag av denne gjennomgangen, at nytte utover de direkte nytteeffektene verdsettes. På den andre siden kan man da diskutere om mernytteeffektene overvurderes, hvis innstillingen er utbygging selv med nedslående negative tall. Litteraturen i kapittel 4 fremhevet en positiv, men avtagende sammenheng mellom produktivitet og reisetid/reiseavstand, jfr. Heum m.fl. (2011), Engebretsen m.fl. (2012), Rice og Venables (2004) og Graham m.fl. (2009). Delvis basert på funn fra litteraturen mener kvalitetssikringen at reisetiden er for lang for at mernytteeffekter skal slå inn. Ved utbygging må man ta i betraktning at det ikke kun er Oslo som bør være målestokken for produktivitet. Ved en full utbygging ser vi fra oversikten i tabell 5.3 at reisetiden mellom Hamar og Lillehammer reduseres fra rundt 50 minutter til litt under en halv time. Det gir grunnlag for at området Lillehammer, Moelv, Brumunddal, Hamar og Stange i større grad kan fungere som en samlet region med de gevinster som har blitt drøftet. Tilsvarende sammenheng finner også sted på Vestfold- og Østfoldbanen.

Neste kapittel vil gi en indikasjon på hvor store mernytteeffektene kan være for de tre strekningene. Produktivitetsgevinsten blir presentert i åtte ulike scenarier, der forskjellige beregningsforutsetninger blir lagt til grunn.



# Kapittel 6: Beregning av produktivitetsvirkninger i Intercity-trianglet på Østlandet

## 6.1 Innledning

Utbyggingen av dobbeltsporet jernbane på Østlandet gir først og fremst gevinster i form av bedre tilgjengelighet mellom byer og tettsteder med de konkurransefortrinnene jernbanen har. Det er lite relevant å vurdere tiltaket som en del av trafikkavvikling i og i umiddelbar nærhet til byene, siden både bil og buss skaper gode forbindelser fra før. Jernbanen følger i stor grad samme korridorer som E6 gjennom Østfold til Lillehammer og samme korridor som E18 gjennom Vestfold til Grenland. Kvaliteten på transporttilbudet på veinettet har derfor også stor betydning for togtilbudets konkurransekraft. Ifølge undersøkelsen om langpendling innenfor IC-trianglet, utarbeidet av Engebretsen m.fl. (2012), fremstår tog som det vanligste transportmiddelet.<sup>21</sup> Langpendlerne, uavhengig av transportmiddel, understreker i undersøkelsen at de har stor tro på at kortere reisetider vil gi flere togpendlere på IC-strekningene (ibid).

Potensialet for produktivitetsvirkninger i IC-området kan knyttes til agglomerasjonsmekanismene omtalt i kapittel 4.3. Et forbedret togtilbud på IC-strekningene kan forstørre arbeidsmarkeder ved å knytte arbeidstakere og bedrifter nærmere hverandre. Endringene kan bidra til økt produktivitet i næringslivet, utover den direkte produktivetsgevinsten ved at de generaliserte reisekostnadene blir lavere. Ved å ta utgangspunkt i litteraturen og empirien kan det tenkes at prosjektet vil avlede betydelig mernytte. Spørsmålet er hvor stor nytte prosjektet kan skape utover det som allerede har blitt lagt frem i lønnsomhetsberegningene i kapittel 5.

## 6.2 Modellen

I forbindelse med NKA-debatten har det blitt gjennomført noen beregninger av norske transportprosjekter for å fange opp mulige tilleggseffekter, utført blant annet av konsultantselskapene COWI og Vista Analyse. Metodene som benyttes bygger imidlertid på enkle forutsetninger og mangelfull empiri fra norske forhold. Likevel gir beregningene en pekepinn på hvorfor mernytte bør inngå i beslutningsgrunnlaget. Dette kapitlet tar

---

<sup>21</sup> Undersøkelsen er basert på registerdata, offentlig statistikk og en internettbasert spørreundersøkelse. Totalt omfatter den aktuelle pendlergruppen (pendling til Osloregionen fra kommuner i IC-trianglet) knapt 16 000 personer. Av disse har 3 641 besvart spørreundersøkelsen.

utgangspunkt i modellen til Vista Analyse om beregning av produktivitetsvirkninger i næringslivet som følge av forbedret transporttilbud. Beregningene støtter seg på de anbefalte konseptene fra konseptvalgutredningen og tilhørende grunnlagsdokument av Vista Analyse (2012a).

Modellen til Vista Analyse er basert på prosjektspesifikke beregninger av tetthet og anslag for elastisiteter hentet fra britisk litteratur. Anslagene er blant annet knyttet til hvor sterkt produktiviteten påvirkes av forbedret infrastruktur og hvor store områder rundt tiltaket som påvirkes. Siden elastisitetene er basert på internasjonale studier må anslagene tolkes som indikasjoner på mulige effekter. Modellen har uansett gjort det mulig å simulere effekter for å illustrere en størrelsesorden på mernytten.

Beregningen av produktivitetsvirkninger baseres på følgende sammenheng:

$$\Delta X = \sum_{s=1}^m \Delta X_s = \sum_{s=1}^m El_s \frac{\Delta T_s}{T_s} X_s \quad \mathbf{6.1}$$

*X: produkt, s: sone, El: tetthetselastisitet; T: tetthetsindikator*

Formel 6.1 kan uttrykkes som: Mernytte på grunn av økt tetthet = Totalproduktivitetselastisitet med hensyn på jobbtettheten i sonen ( $El_s$ ) · Endringen i den effektive tettheten i sonen som følge av prosjektet ( $\frac{\Delta T_s}{T_s}$ ) · Bruttoproduktet i sonen ( $X_s$ ).

Tettheten ( $T_s$ ) angir forholdet mellom økonomisk aktivitet og opplevde kostnader og ulemper ved å reise mellom ulike soner. Tettheten avhenger av distansen til andre soner og sysselsettingen i disse. Tettheten i en sone øker når sysselsettingen i sonene rundt øker, og når generaliserte kostnader reduseres. Formel 6.2 definerer tetthetsindikatoren i modellen.

$$T_s = \sum_{j=0}^m \frac{L_j}{GK_{sj}} \quad \mathbf{6.2}$$

*T: tetthet, s,j: soner, L: sysselsetting, GK<sub>sj</sub>: generaliserte kostnader mellom soner s og j, α<sub>sj</sub>: avstandsfaktor mellom soner s og j (forklarer hvor raskt den effektive tettheten avtar med avstand)*

De generaliserte kostnadene er avstandskostnader og inkluderer blant annet reisetidskostnader, ventekostnader, billett-kostnader, ulempekostnader ved tog samt andre oppofrelser ved reisen. En vanlig antagelse er at virkningen på tetthet av en viss endring i de generaliserte reisekostnadene er mindre jo lengre avstander er, jfr. funnene i kapittel 4. Som

anslag på avstandsfaktoren tar modellen utgangspunkt i Graham m.fl. (2009) sitt anslag for britisk økonomi, der avstandsfaktoren er  $\alpha = 1,659$ .

Tetthetselastisiteten ( $EL_s$ ) er et mål på hvor sensitiv produktiviteten er i forhold til tettheten i de enkelte sonene. Denne er basert på sektorspesifikke elastisiteter beregnet for britisk paneldata, utarbeidet av Graham m.fl. (2009), presentert i den empiriske litteraturen. Det er elastisitetene i dette studiet som blir benyttet som utgangspunkt for beregningene av mernytte i prosjektet.

Næring (k)	Tetthetselastisitet (EI)
Industri	0,024
Bygg og anlegg	0,034
Forbrukertjenester	0,024
Produsenttjenester	0,083
Gjennomsnitt	0,044

**Tabell 6.1:** Tetthetselastisiteter for ulike næringer (Graham m.fl. 2009)

Modellen beregner tetthetselastisiteten for hver sone på bakgrunn av elastisitetene i tabell 6.1, der hver næring tilskrives den mest logiske nærliggende elastisiteten ut ifra de næringsfordelte sysselsettingstallene som foreligger. Gjennomsnittlig elastisitet for hver sone er basert på et vektet gjennomsnitt av de næringsfordelte sysselsettingstallene.

$$EL_s = \frac{1}{L_i} \sum_{k=1}^n El_k L_{sk} \quad 6.3$$

*El:* elastisitet, *s:* sone, *k:* næring, *L:* sysselsetting

## 6.3 Forutsetninger

For å være i stand til å utføre en beregning av produktivitetsvirkninger må tilgjengelig data være til stede. Databehovet består av sysselsetting i soner, reallokering av aktivitet forårsaket av transportforbedringen, generaliserte kostnader mellom soner, elastisiteten av produktiviteten med hensyn på tetthet og bruttoprodukt pr. ansatt. Tall og data har blitt hentet fra grunnlagsdokumentet for konsekvensutredningen (Vista Analyse, 2012a). Siden Vista Analyse (2012a) har kommet frem til en gjennomsnittlig elastisitet for hver sone i IC-trianglet, blir disse benyttet som baseline i scenarioanalysen.<sup>22</sup> Sammen med den presenterte modellen

<sup>22</sup> Vista Analyse (2012a) har beregnet tetthetselastisiteten for hver sone på bakgrunn av tetthetselastisitetene funnet av Graham m.fl., (2009) med utgangspunkt i SSBs næringsfordelte sysselsettingstall fra 2011.

og beregningsforutsetningene i konsekvensutredningen, oppsummert i tabell 5.1, danner dette grunnlaget for scenarioanalysen.

Øvrige forutsetninger som blir gjort i forbindelse med de ulike scenariene blir diskutert fortløpende i analysen. Det må nevnes at Vista Analyse (2012a) sine beregninger av produktivitetsvirkninger i IC-trianglet ikke ble inkludert i netto nytten beregnet i konsekvensutredningen.

## 6.4 Scenarioanalyse

I dette delkapitlet analyseres produktivitetsvirkningene i IC-trianglet på Østlandet ved utføring av ulike scenarier ut i fra forutsetningene i kapittel 5 og produktivetsmodellen i kapittel 6.3. Scenarioanalysen har som hensikt å illustrere hvor følsom lønnsomheten er overfor endringer i forutsetningene og videre størrelsen på mernytteeffektene. Om effektene er store nok til å endre resultatet av nåverdiberegningene fra konsekvensutredningen vil fremgå i hvert scenario og oppsummeres i slutten av kapitlet.

Scenario	Beskrivelse
1. Baseline	$r = 4,5\%$ Produktivitetsvirkningene gir full effekt fra år 20.
2. Optimistisk	$r = 4,5\%$ Produktivitetsvirkningene gir full effekt fra år 0
3. Pessimistisk	$r = 4,5\%$ Produktivitetsvirkningene gir full effekt fra år 50
4. Baseline gjennomsnitt	Tetthetselastisitet 0,044
5. Baseline lav	Tetthetselastisitet 0,02
6. Baseline høy	Tetthetselastisitet 0,1
7. Baseline avtagende	Avtagende kalkulasjonsrente
8. Kombinasjon	Kombinasjon av scenario 2, 6 og 7

**Tabell 6.2:** Oversikt over scenariene

For å kunne vurdere den samfunnsøkonomiske lønnsomheten og konsekvenser av prosjektet må det sammenlignes med en situasjon der prosjektet ikke gjennomføres, et såkalt referansealternativ. Referansealternativet representerer derfor dagens situasjon og omfatter i tillegg forventede endringer uten prosjektet i analyseperioden (JBV, 2011).

Som utgangspunkt for scenarioanalysen kalles det første scenariet for baseline. I baseline vil produktivetsgevinstene av prosjektet gi full effekt først fra år 20 og utover.

Kalkulasjonsrenten antas å være konstant på 4,5 prosent gjennom hele prosjektets levetid, som er i tråd med siste versjon av JBV's metodehåndbok (2011), omtalt i kapittel 3.3.3 og i

henhold til konsekvensutredningen. De to neste scenariene viser hvordan produktivetsgevinsten endres som følge av når gevinstene gir effekt.

	Forsinkelsesfaktor (0-1): $\delta$					
	år 0-4	år 5-9	år 10-14	år 15-19	år 20 <	
Baseline	0,2	0,4	0,6	0,8	1	
	år 0-9	år 10-19	år 20-29	år 30-39	år 40-49	år 50 <
Pessimistisk	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1

**Tabell 6.3:** Scenarier og forsinkelsesfaktor

Utgangspunktet for forsinkelsesfaktoren er at det kan ta tid før agglomerasjonen, diskutert i kapittel 4.3, slår ut og videre bidra til økt verdiskapning. En forsinkelsesfaktor på 1 vil bety at produktivetsvirkninger gir fullt utslag som øker nåverdien til prosjektet. Tabell 6.3 viser en forsinkelsesfaktor mellom 0 og 1 som brukes i scenarioanalysen for å illustrere tregheten. Ved å multiplisere den respektive forsinkelsesfaktoren med tilhørende elastisitet, tetthet og produksjon i hver sone, finner jeg endringen i produksjonen pr år som følge av prosjektet (se vedlegg).

I scenario 4, 5 og 6 brukes de samme forutsetninger som gjelder under baseline, med unntak av tetthetselastisiteten. I stedet for å benytte Vista Analyse (2012a) sine gjennomsnittlige elastisiteter for hver sone fordelt på næringsfordelte sysselsettingstall, benytter jeg funnene fra den empiriske litteraturgjennomgangen i kapittel 4.4.

I scenario 7 benyttes Hagen-utvalgets siste anbefaling om avtagende kalkulasjonsrente, diskutert i kapittel 3.3.3, oppsummert i tabell 3.1 og som benyttes i den eksterne kvalitetssikringen. Det siste scenariet kombinerer scenario 2, 6 og 7 for å illustrere hvor stor produktivetsgevinst prosjektet kan generere ved å benytte en avtagende kalkulasjonsrente, samtidig som gevinstene gir utslag fra år 0 og tetthetselastisiteten settes lik den øvre grensen funnet i kapittel 4.4.

I alle scenariene er prosjektets levetid satt lik analyseperioden på 75 år, slik at beregning av restverdi, jfr. diskusjonen i kapittel 3.3.3, vil være unødvendig. Beregningene av netto nåverdi for de ulike scenariene er gjort ved bruk av Microsoft Excel (se vedlegg). Alle beløp er målt i mill. 2011-kr med henførsår i 2018, jfr. beregningsforutsetningene fra konsekvensutredningen vist i tabell 5.1.

### 6.4.1 Scenario 1: Baseline

Strekning	Endring nåverdi
Østfoldbanen	1186
Dovrebanen	1552
Vestfoldbanen	1175
Totalt	<b>3913</b>

**Tabell 6.4:** Produktivitetsgevinster for IC-strekningene under scenario 1

Sammen med de presenterte beregningsforutsetningene om blant annet konstant kalkulasjonsrente og full effekt av produktivitetsvirkninger fra år 20, finner jeg ved utregninger (vedlegg 1A, B og C) en neddiskontert produktivitetsgevinst på omtrent 3,9 mrd. kr.

Vedlegget viser at den effektive tettheten langs Østfoldbanen endres med mellom 2 og 13 prosent. Den sonen med størst endring i nåverdi, vil på grunnlag av beregningene, skje i Fredrikstad, med 436 mill. kr. Deretter kommer Sarpsborg og Moss med henholdsvis 209 og 208 mill. kr. En mulig årsak til at de respektive byene får størst endring, kan skyldes en kombinasjon av å komme innenfor agglomerasjonsnærhet til Oslo, samt en sentral plassering på banestrekningen.

Den effektive tettheten langs Dovrebanen endres med mellom 6 og 29 prosent, der den største økningen finner sted på Lillehammer, Moelv og Brumunddal, omtalt som ytre IC. Dette kan forklares med store reduksjoner i de generaliserte reisekostnadene. Dersom kun indre IC blir realisert, vil man gå glipp av en endring i nåverdien på 902 mill. kr. Langs Vestfoldbanen endres den effektive tettheten med mellom 2 og 6 prosent.

### 6.4.2 Scenario 2: Et optimistisk scenario

Strekning	Endring nåverdi
Østfoldbanen	1787
Dovrebanen	2338
Vestfoldbanen	1771
Totalt	<b>5896</b>

**Tabell 6.5:** Produktivitetsgevinster for IC-strekningene under scenario 2

Hvis produktivitetsvirkningene slår ut for fullt umiddelbart, finner jeg ved utregninger (vedlegg 2A, B og C) en neddiskontert produktivitetsgevinst på omtrent 5,9 mrd. kr.

Forskjellen fra scenario 1, der produktivetsgevinstene ikke ga fullt utslag før år 20, er på nærmere 2 mrd. kr.

### 6.4.3 Scenario 3: Et pessimistisk scenario

<b>Strekning</b>	<b>Endring nåverdi</b>
Østfoldbanen	596
Dovrebanen	780
Vestfoldbanen	591
<b>Totalt</b>	<b>1967</b>

**Tabell 6.6:** Produktivetsgevinster for IC-strekningene under scenario 3

Dersom det tar lengre tid før agglomerasjonseffektene spiller inn, slik at gevinstene ikke blir fullt utnyttet før år 50, finner jeg ved utregninger (vedlegg 3A, B og C) en neddiskontert produktivetsgevinst på i underkant av 2 mrd. kr. Forskjellen fra scenario 1 er tilsvarende det optimistiske tilfellet, med unntak av fortegnet. Her vil endringen gi en gevinst som er på nærmere 2 mrd. kr lavere enn under baseline.

### 6.4.4 Scenario 4: Baseline med gjennomsnittverdi på tetthetselastisiteten

<b>Strekning</b>	<b>Endring nåverdi</b>
Østfoldbanen	1510
Dovrebanen	2018
Vestfoldbanen	1485
<b>Totalt</b>	<b>5013</b>

**Tabell 6.7:** Produktivetsgevinster for IC-strekningene under scenario 4

Scenario 4 benytter de samme anslagene når produktivetsvirkningene slår inn som i baseline, men endrer størrelsen på tetthetselastisiteten. I stedet for å benytte de sektorspesifikke elastisitetene beregnet av Vista Analyse (2012a), bruker jeg Graham m.fl. (2009) sin gjennomsnittsverdi på 0,044. Scenariet antar at elastisiteten er lik på tvers av soner og næringer. Denne antagelsen er relativt streng på bakgrunn av diskusjonen i kapittel 4.4, der det ble redegjort for en konsensus i litteraturen om at det ikke eksisterer noen sammenheng som er lik på tvers av soner og næringer. Jeg finner ved utregninger (vedlegg 4A, B og C) en neddiskontert produktivetsgevinst på omtrent 5 mrd. kr. Endringen i nåverdien ligger i overkant av 1 mrd. kr i forhold til funnet i baseline.

Selv om Vista Analyse (2012a) sine beregnede tetthetselastisiteter ligger relativt nær gjennomsnittverdien fra Graham m.fl. (2009), blir likevel endringen betydelig i en pengemessig forstand. Det kan naturligvis diskuteres om denne endringen er vesentlig, tatt i betraktning analyseperiodens lengde og sonene langs strekningene som helhet.

#### 6.4.5 Scenario 5: Baseline med lav tetthetselastisitet

<b>Strekning</b>	<b>Endring nåverdi</b>
Østfoldbanen	686
Dovrebanen	917
Vestfoldbanen	675
<b>Totalt</b>	<b>2278</b>

**Tabell 6.8:** Produktivitetsgevinster for IC-strekningene under scenario 5

Benytter her den nedre grensen for elastisiteten på 0,02 for hver sone og næring, som gjenspeiler det generelle funnet fra den empiriske litteraturen. I dette tilfellet finner jeg ved utregninger (vedlegg 5A, B og C) en neddiskontert produktivitetsgevinst på nesten 2,3 mrd. kr.

#### 6.4.6 Scenario 6: Baseline med høy tetthetselastisitet

<b>Strekning</b>	<b>Endring nåverdi</b>
Østfoldbanen	3432
Dovrebanen	4586
Vestfoldbanen	3374
<b>Totalt</b>	<b>11392</b>

**Tabell 6.9:** Produktivitetsgevinster for IC-strekningene under scenario 6

Benytter her den øvre grensen for elastisiteten på 0,1 for hver sone og næring, som gjenspeiler det generelle funnet fra den empiriske litteraturen. I dette tilfellet finner jeg ved utregninger (vedlegg 6A, B og C) en neddiskontert produktivitetsgevinst på 11,4 mrd. kr. Ved å sammenligne baseline, scenario 4, 5 og 6, ser vi at betydningen av anslaget på tetthetselastisiteten har stor effekt på nåverdien. Ved å ta utgangspunkt i ytterpunktene, er endringen i nåverdien på 9,1 mrd. kr.



### 6.4.7 Scenario 7: Baseline med avtagende kalkulasjonsrente

<b>Strekning</b>	<b>Endring nåverdi</b>
Østfoldbanen	1583
Dovrebanen	2071
Vestfoldbanen	1568
<b>Totalt</b>	<b>5222</b>

**Tabell 6.10:** Produktivetsgevinster for IC-strekningene under scenario 7

I stedet for å benytte en konstant kalkulasjonsrente på 4,5 prosent for hele analyseperioden, bruker jeg en avtagende kalkulasjonsrente som følger den samme strukturen vist i tabell 3.1. Ved utregninger (vedlegg 7A, B og C) finner jeg en neddiskontert produktivetsgevinst på 5,2 mrd. kr.

I diskusjonen om kalkulasjonsrente i kapittel 3 ble det nevnt at nåverdien normalt er en fallende funksjon av kalkulasjonsrenten, der en høyere kalkulasjonsrente gir en lavere nåverdi. I forhold til baseline viser scenario 7, ved å benytte en lavere og avtagende kalkulasjonsrente, en positiv endring i nåverdien på 1,3 mrd. kr.

### 6.4.8 Scenario 8: Kombinasjon av scenario 2, 6 og 7

<b>Strekning</b>	<b>Endring nåverdi</b>
Østfoldbanen	6369
Dovrebanen	8511
Vestfoldbanen	6262
<b>Totalt</b>	<b>21142</b>

**Tabell 6.11:** Produktivetsgevinster for IC-strekningene under scenario 8

I dette scenariet justeres flere av grunnforutsetningene i positiv retning for lønnsomheten. Scenariet illustrerer derfor et svært optimistisk tilfelle der tetthetselastisiteten er høy og en produktivetsgevinst som slår ut for fullt med en gang. Dette gir naturligvis store utslag i endringen av nåverdien til prosjektet. Ved utregninger (vedlegg 8A, B og C) finner jeg en neddiskontert produktivetsgevinst på 21,1 mrd. kr.

## 6.5 Oppsummering av de ulike scenariene

	<u>Endring nåverdi</u>
<i>Størst</i>	
Scenario 8	21142
Scenario 6	11392
Scenario 2	5896
Scenario 7	5222
Scenario 4	5013
<b>Scenario 1</b>	<b>3913</b>
Scenario 5	2278
Scenario 3	1967
<i>Minst</i>	

**Tabell 6.12:** Oppsummering av resultatene

Endringen i nåverdien for alle scenariene oppsummeres i tabell 6.12 fra størst til minst. Resultatene viser at samtlige scenarier gir en produktivitetsgevinst som følge av prosjektet. Scenario 8, som justerer flere av grunnforutsetningene i positiv retning, gir opplagt nok den mest positive endringen i nåverdien. Det resultatet som gir lavest produktivitetsgevinst, og videre lavest endring i nåverdien, beregnes å være scenario 3. Scenariet illustrerer et pessimistisk tilfelle der produktivitetsvirkningene ikke gir fullt utslag før 50 år og utover. Resultatene indikerer blant annet at endringen i nåverdien er sensitiv til når produktivitetsvirkningene gir utslag, samt nivå på kalkulasjonsrenten og elastisitetene.

I forhold til baseline er det scenario 4 og 5 som gir lavest utslag. Scenariene endrer tetthetselastisiteten til henholdsvis 0,044 og 0,02. Endringene er relativt små forhold til den beregnede tetthetselastisiteten utført av Vista Analyse (2012a) til hver sone.

Produktivitetsgevinsten i alle sonene på de tre strekningene stammer fra gevinster i form av bedre tilgjengelighet og endret mønster i bo- og arbeidsmarkedet (større og mer integrerte regioner). Det innebærer også at et forbedret togtilbud gir en endring i pendlermønsteret.

Dersom IC-trianglet realiseres i samsvar med konsekvensutredningens anslag, vil de tre strekningene være samfunnsøkonomisk ulønnsomme å forbedre og utbygge. Ved å ta utgangspunkt i resultatet til konsekvensutredningen, oppsummert i tabell 5.2, og beregningene utført i dette kapitlet, vil kun det mest optimistiske scenariet forandre konklusjonen ut ifra netto nåverdi. Mens konsekvensutredningen konkluderer med en netto nåverdi på minus 4,1 mrd. kr for utbyggingen av Østfoldbanen, viser scenario 8 en neddiskontert

produktivitetsgevinst på 6,4 mrd. kr. De andre strekningene vil fremdeles fremstå som ulønnsomme. Vista Analyse (2012a) poengterer at logikken rundt tetthetsberegninger tilsier at større deler av markedet også kan oppleve økt produktivitet utover pendlingstilknyttet arbeidsliv, noe som trekker i retning av høyere produktivitetsvirkninger.

På grunn av svakheter ved metoden som brukes for å avdekke mernytteeffektene er det grunn til å være kritisk til resultatet. Det må understrekes at det er usikkerhet knyttet til modellen, slik at beregningene kun bør tolkes som regneeksempler.



## Kapittel 7: Oppsummering og konklusjon

Nytte-kostnadsanalyser representerer et beslutningsverktøy som tar stilling til om aktuelle prosjekter er samfunnsøkonomisk lønnsomme. Lønnsomhetsberegningene i slike analyser har vist en tendens til å utelate størrelser som kan gi betydning på nåverdien til prosjektene. Den mest omtalte størrelsen innenfor transportprosjekter er agglomerasjonseffekten, der produktivetsgevinster i næringslivet kan bidra til økt verdiskapning som følge av reduserte generaliserte kostnader. Denne effekten blir på nåværende tidspunkt ikke inkludert i beslutningsgrunnlaget, noe som kan redusere troverdigheten og robustheten til analysene.

Denne masteroppgaven har avdekket at det sannsynligvis eksisterer vesentlige nytteeffekter utover det som allerede inkluderes som direkte nytteeffekter i dagens NKA. I et forsøk på å sette verdi på produktivetsgevinster ble Intercity-trianglet på Østlandet vurdert. Analysen som ble foretatt i kapittel 6 er basert på en enkel produktivetsmodell utarbeidet av Vista Analyse. Resultatet fra analysen viser at det er betydelige gevinster å hente ved å forbedre togtilbudet. Ved å oppdatere og bygge et moderne dobbeltspor, vil det trolig oppstå produktivetsgevinster både som følge av en sterkere integrering av sonene langs strekningene, og som følge av en sterkere integrering med det økonomiske lokomotivet som hovedstadsregionen representerer. De åtte ulike scenariene viser alle til en positiv endring i nåverdien. Selv om det ikke er tilstrekkelig for å endre utfallet i lønnsomhetsberegningene i konsekvensutredningen, viser resultatet at det er grunn til å vurdere å inkludere produktivetsberegninger i NKA i større grad enn det som gjøres i dag. Resultatene må imidlertid behandles med forsiktighet siden analysen er beregnet med bakgrunn i tall og anslag det er knyttet usikkerhet til.

Det er mer sannsynlig at mernytteeffekter inntreffer ved store og omfattende transportprosjekter enn ved mindre. Prosjektets størrelse, både økonomisk og i areal, er derfor det viktigste kriteriet for å avgjøre om det bør utføres mernytteberegninger som en del av beslutningsgrunnlaget i NKA. En fornuftig anbefaling kan være å inkludere beregninger lik størrelseskravet som har blitt satt for KS1 på 750 mill. kr. I tiden fremover er det behov for en operasjonalisering av metodikken ved bruk av norske data og tilstrekkelig bevis fra ex.postanalyser for at beregning av mernytteeffekter kan inkluderes på en trygg og troverdig måte.



## Referanser

- Austvik, O. G., Bredesen, I., Vårdal, E. (2002). Internasjonal handel og økonomisk integrasjon. Gyldendal Norske Forlag, 1.utgave, 4. opplag 2012.
- Banister, D. og Berechman Y. (2001). Transport investment and the promotion of economic growth. *Journal of Transport Geography* 9. s. 209-218.
- Bruvoll, A. og Heldal, N. (2012). Produktivitetsvirkninger av veiprosjekter. Vurdering av metode og eksempel fra E39. Vista Analyse-rapport 2012/18.
- Concept (2013). Finansdepartementets ordning for kvalitetssikring av store statlige investeringer. Hentet fra: <http://www.concept.ntnu.no/ks-ordningen> (04.04.13).
- Dehlin, F., Halseth, A., Samstad, A. (2012). Samferdselsinvesteringer og verdiskapning. COWI-rapport. Samfunnsøkonomene nr. 7.
- Dovre Group og TØI (2013). Intercitystrekningene. Kvalitetssikring av beslutningsunderlag for konseptvalg (KS1).
- Duranton, G. og Puga D. (2004). Micro-Foundations of Urban Agglomeration Economies, i Henderson, J. V. og J.-F Thisse (eds), *Handbook of Urban and Regional Economics Volume 4, Cities and Geography*, North Holland.
- Engebretsen, Ø., Vågane, L., Brechan, I., Gjerdåker, A. (2012). Langpendling innenfor Intercity-trianglet. Pendlernes tilpasninger og reisemåter. Transporttilbud og regional utvikling. TØI-rapport 1201/2012.
- Finansdepartementet (2005). Veileder i samfunnsøkonomiske analyser.
- Gjerdåker, A. og Lian, J. I. (2008). Regionale virkninger av infrastrukturinvesteringer – en litteraturstudie. TØI-rapport 989/2008.
- Gollier, C. (2011). Pricing the future: The economics of discounting and sustainable development.
- Graham, D. J., Gibbons, S., Martin, R. (2009). Transport investment and the distance decay of agglomeration benefits. Working paper. Imperial College of London.

- Hansen, W. (2011). Mernytte. Næringsøkonomiske ringvirkninger av infrastrukturinvesteringer. TØI-rapport 1180/2011.
- Heldal, N., Rasmussen, I., Strøm, S., Munawar, S. (2009). Mernytte av transportinvesteringer i storbyer. Forprosjekt. Vista Analyse-rapport 2009/4.
- Heum, P., Norman, E. B., Norman, V. D. og Orvedal, L. (2011). Tørrskodd på jobb. Arbeidsmarkedsvirkninger av ferjefritt samband Bergen – Stavanger. Sammendrag. SNF 2011.
- Jara-Diaz, S. R. (1986). On the Relation between User Benefits and the Economic Effects of Transportation Activities. *Journal of Regional Science*, 26 (2) s. 379-391.
- Jernbaneverket (2006). Mer på skinner fram mot 2040. Jernbaneverkets stamnettutredning.
- Jernbaneverket (2011). Metodehåndbok JD 205. Samfunnsøkonomiske analyser for jernbanen. Versjon 3.0 juli 2011.
- Jernbaneverket (2011a). En jernbane for fremtiden – perspektiver mot 2040.
- Jernbaneverket (2012a). Utvikling av jernbane i Oslo-navnet. Underlag for NTP 2014-2023.
- Jernbaneverket (2012b). Intercity, gjør Østlandet til et arbeidsmarked. IC-infobrosjyre. Hentet fra: <http://www.jernbaneverket.no/PageFiles/17862/InterCity-brosjyre.pdf> (20.01.13)
- Jernbaneverket (2012). Konseptvalgutredning for IC-strekningen Oslo-Lillehammer (KVU).
- Jernbaneverket (2012). Konseptvalgutredning for IC-strekningen Oslo-Skien (KVU).
- Jernbaneverket (2012). Konseptvalgutredning for IC-strekningen Oslo-Halden (KVU).
- Jernbaneverket (2012). Felles innledende overbyggingsdokument. Konseptvalgutredning for IC-strekningene Oslo-Halden, Oslo-Lillehammer og Oslo-Skien.
- Jernbaneverket (2012). Felles avsluttende overbyggingsdokument. Konseptvalgutredning for IC-strekningene Oslo-Halden, Oslo-Lillehammer og Oslo-Skien.
- Jernbaneverket (2013). Jernbanen i tall. Hentet fra: <http://www.jernbaneverket.no/no/Jernbanen/Jernbanen-i-tall/>. (10.02.13)
- Jordfald, B. (2012). Flere spor – mange veier? FAFO-rapport 2012:56.



- Krugman, P. (1991). Increasing returns and economic geography.
- Lakshmanan, T. R. (2010). The broader economic consequences of transport infrastructure investments. *Journal of Transport Geography*. Boston University, Department of Geography and Environment, 675, Commonwealth Ave., Boston, MA 02215, United States.
- Marshall, A. (1890). *Principles of Economics*.
- Melo, P. C., Graham, D. J., Noland, R. B. (2009). A meta-analysis of estimates of urban agglomeration economies. *Regional Science and Urban Economics*, (39), s. 332-342.
- Minken, H. (2012). Til debatt om samfunnsøkonomisk analyse i transportsektoren. TØI-rapport 1198/2012.
- Nasjonal transportplan 2006-2015 (2004). St. meld. nr. 24 (2003-2004).
- Nasjonal transportplan (2010). Hva er Nasjonal transportplan? Hentet fra: [http://www.ntp.dep.no/generelt/hva\\_er\\_ntp.html](http://www.ntp.dep.no/generelt/hva_er_ntp.html) (14.02.13)
- Nasjonal transportplan 2014-2023 (2013). St. meld. nr. 26 (2012-2013).
- Norges offentlige utredninger (1997). 1997:27. Nytte-kostnadsanalyser. Prinsipper for lønnsomhetsvurderinger i offentlig sektor. Finansdepartementet.
- Norges offentlige utredninger (2012). 2012:16. Samfunnsøkonomiske analyser. Finansdepartementet.
- Olsson, N. og Veiseth, M. (2011). *Jernbanetrafikk*. Tapir akademisk forlag.
- Rice, P. og Venables, A. J., (2004). Spatial Determinants of Productivity: Analysis for the Regions of Great Britain. CEPR Discussion Papers 4527.
- Rosen, H. S. og Gayer, T (2008). *Public Finance*. 8.utgave.
- Rosenthal, S. S. og Strange, W. C. (2004). Evidence on the nature and sources of agglomeration economies. Henderson, J. V. and J.-F. Thisse (eds.), *Handbook of Urban and Regional Economics*, Volume 4, Cities and Geography, North Holland.
- SACTRA (1999). *Transport and the economy: full report*. United Kingdom, DETR (Department of Environment, Transport and Regions) London.

Samstad, A., Dehlin, F., Lindquist, K., Kolstrup, K., Holljen, E. (2012). Mernytte av samferdselsinvesteringer. COWI-rapport.

Senter for statlig økonomistyring (2010). Håndbok for samfunnsøkonomiske analyser. SSØ 10/2010, 1. opplag.

Statens Vegvesen (2006). Konsekvesanalyser. Veiledningshåndbok 140.

Statistisk sentralbyrå (2012). Befolkningsframskrivninger. Nasjonale og regionale tall, 2012-2100. Hentet fra: <http://www.ssb.no/emner/02/03/folkfram/> (10.02.13)

Vennemo, H., Heldal, N., Lindhjem, H., Strøm, S. (2013). Samfunnets støtte: En kommentar til NOU 2012:16. Samfunnsøkonomiske analyser. Samfunnsøkonomene nr. 1.

Verdens Gang (2013). Lover nye tider. Nr. 70, 12. mars 2013.

Vickerman, R. (2010). Myth and reality in the search for the wider benefits of transport. I Van de Voorde, E. og T. Vanellander (red.) Applied Transport Economics: A Management and Policy Perspective. Antwerp: De Boeck, s. 379-396.

Vista Analyse (2012a). Transportanalyse og samfunnsøkonomisk analyse, Intercity-strekningene på Østlandet. Grunnlagsdokument, KVU for IC-området. Rapport 2012/04.

Vista Analyse (2012b). Trafikk og samfunnsøkonomi ved full utbygging av Intercityområdet. Supplerende beregninger. Rapport 2012/27.

Økland, A. (2009). Samfunnsøkonomi i jernbane – en teoretisk og praktisk sammenligning mellom flere land. Prosjektoppgave ved NTNU, Fakultetet for ingeniørvitenskap og teknologi.

# Vedlegg

## Relevante symboler

t	År
$\delta$	Forsinkelsesfaktor (0-1)
r	Kalkulasjonsrente
s	Sone
$\Delta X$	Endring i produktivitet (X hentet fra Vista Analyse (2012a))
$\Delta NNV$	Endring i nåverdi
El	Elastisitet (baseline hentet fra Vista Analyse (2012a))
$\Delta T/T$	Endring i effektiv tetthet (hentet fra Vista Analyse (2012a))

## Relevante uttrykk

*Samlet endring nåverdi i sone s*

$$\sum_{t=1}^n \frac{\Delta X_s}{(1+r)^t}$$

*Endring nåverdi i sone s i år t*

$$\Delta NNV_s = \frac{\Delta X_s}{(1+r)^t}$$

*Endring i produktiviteten i sone s*

$$\Delta X_s = \delta \cdot El_s \cdot \frac{\Delta T_s}{T_s} \cdot X_s$$

## Utklipp fra Excel analyseark

For å redusere størrelsen på vedlegget har kun delvis utfyllende beregninger for Østfoldbanen blitt tatt med. Samme fremgangsmåte og beregninger har også blitt utført på Dovre- og Vestfoldsbane

### Scenario 1: Baseline

#### 1A) Østfoldbanen

t	$\delta$	Halden		Sarpsborg		Fredrikstad		Råde		Rygge		Moss		Osloreg.	
		$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV
0	0,2	1,42	1,42	2,82	2,82	5,87	5,87	0,73	0,73	0,51	0,51	2,80	2,80	1,80	1,80
1	0,2	1,42	1,36	2,82	2,70	5,87	5,62	0,73	0,70	0,51	0,48	2,80	2,68	1,80	1,72
2	0,2	1,42	1,30	2,82	2,58	5,87	5,38	0,73	0,67	0,51	0,46	2,80	2,56	1,80	1,65
3	0,2	1,42	1,25	2,82	2,47	5,87	5,14	0,73	0,64	0,51	0,44	2,80	2,45	1,80	1,58
4	0,2	1,42	1,19	2,82	2,36	5,87	4,92	0,73	0,62	0,51	0,42	2,80	2,35	1,80	1,51
5	0,4	2,85	2,29	5,63	4,52	11,74	9,42	1,47	1,18	1,01	0,81	5,60	4,49	3,60	2,89
6	0,4	2,85	2,19	5,63	4,33	11,74	9,02	1,47	1,13	1,01	0,78	5,60	4,30	3,60	2,76
7	0,4	2,85	2,09	5,63	4,14	11,74	8,63	1,47	1,08	1,01	0,74	5,60	4,12	3,60	2,64
8	0,4	2,85	2,00	5,63	3,96	11,74	8,26	1,47	1,03	1,01	0,71	5,60	3,94	3,60	2,53
9	0,4	2,85	1,92	5,63	3,79	11,74	7,90	1,47	0,99	1,01	0,68	5,60	3,77	3,60	2,42
10	0,6	4,27	2,75	8,45	5,44	17,61	11,34	2,20	1,42	1,52	0,98	8,40	5,41	5,40	3,48
11	0,6	4,27	2,63	8,45	5,21	17,61	10,85	2,20	1,36	1,52	0,94	8,40	5,18	5,40	3,33
12	0,6	4,27	2,52	8,45	4,98	17,61	10,39	2,20	1,30	1,52	0,90	8,40	4,95	5,40	3,18
13	0,6	4,27	2,41	8,45	4,77	17,61	9,94	2,20	1,24	1,52	0,86	8,40	4,74	5,40	3,05
14	0,6	4,27	2,31	8,45	4,56	17,61	9,51	2,20	1,19	1,52	0,82	8,40	4,54	5,40	2,91
15	0,8	5,70	2,94	11,27	5,82	23,48	12,13	2,94	1,52	2,02	1,05	11,20	5,79	7,20	3,72
16	0,8	5,70	2,82	11,27	5,57	23,48	11,61	2,94	1,45	2,02	1,00	11,20	5,54	7,20	3,56
17	0,8	5,70	2,70	11,27	5,33	23,48	11,11	2,94	1,39	2,02	0,96	11,20	5,30	7,20	3,41
18	0,8	5,70	2,58	11,27	5,10	23,48	10,63	2,94	1,33	2,02	0,92	11,20	5,07	7,20	3,26
19	0,8	5,70	2,47	11,27	4,88	23,48	10,18	2,94	1,27	2,02	0,88	11,20	4,85	7,20	3,12
20	1	7,12	2,95	14,09	5,84	29,35	12,17	3,67	1,52	2,53	1,05	14,00	5,81	9,00	3,73
.															
.															
75	1	7,12	0,26	14,09	0,52	29,35	1,08	3,67	0,14	2,53	0,09	14,00	0,52	9,00	0,33
<b>Total NNV</b>			<b>106</b>		<b>209</b>		<b>436</b>		<b>55</b>		<b>38</b>		<b>208</b>		<b>134</b>

s	EI	$\Delta T/T$	X	$\Delta$ NNV
Halden	0,033	10,2 %	2116	106
Sarpsborg	0,033	5,8 %	7359	209
Fredrikstad	0,034	12,7 %	6798	436
Råde	0,034	3,2 %	3376	55
Rygge	0,034	3,2 %	2326	38
Moss	0,035	6,2 %	6453	208
Osloreg.	0,041	6,3 %	3483	134
<b>Totalt</b>			<b>31911</b>	<b>1186</b>

### 1B) Dovrebanen

s	EI	$\Delta T/T$	X	$\Delta$ NNV
Lillehammer	0,034	28,9 %	2130	311
Moelv	0,032	21,2 %	2219	224
Brumunddal	0,032	19,9 %	3875	367
Hamar	0,035	15,9 %	3855	319
Stange	0,032	6,9 %	3022	99
Tangen	0,032	7,8 %	1490	55
Osloreg.	0,041	6,3 %	4594	176
<b>Totalt</b>			<b>21185</b>	<b>1552</b>

### 1C) Vestfoldbanen

s	EI	$\Delta T/T$	X	$\Delta$ NNV
Skien	0,033	3,6 %	7617	135
Porsgrunn	0,035	3,5 %	7013	128
Larvik	0,033	4,4 %	3989	86
Sandefjord	0,035	4,2 %	5465	119
Stokke	0,033	3,9 %	3157	60
Tønsberg	0,034	5,2 %	6414	169
Skoppum	0,033	5,7 %	4214	118
Holmestrand	0,033	4,1 %	2545	51
Sande	0,034	3,2 %	1884	30
Drammen	0,037	2,1 %	12585	145
Osloreg.	0,041	6,3 %	3471	133
<b>Totalt</b>			<b>58354</b>	<b>1175</b>

## Scenario 2: Et optimistisk scenario

### 2A) Østfoldbanen

t	$\delta$	Halden		Sarpsborg		Fredrikstad		Råde		Rygge		Moss		Osloreg.	
		$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV
0	1	7,12	7,12	14,09	14,09	29,35	29,35	3,67	3,67	2,53	2,53	14,00	14,00	9,00	9,00
1	1	7,12	6,82	14,09	13,48	29,35	28,09	3,67	3,51	2,53	2,42	14,00	13,40	9,00	8,61
2	1	7,12	6,52	14,09	12,90	29,35	26,88	3,67	3,36	2,53	2,32	14,00	12,82	9,00	8,24
3	1	7,12	6,24	14,09	12,34	29,35	25,72	3,67	3,22	2,53	2,22	14,00	12,27	9,00	7,88
4	1	7,12	5,97	14,09	11,81	29,35	24,61	3,67	3,08	2,53	2,12	14,00	11,74	9,00	7,54
5	1	7,12	5,72	14,09	11,30	29,35	23,55	3,67	2,95	2,53	2,03	14,00	11,24	9,00	7,22
6	1	7,12	5,47	14,09	10,82	29,35	22,54	3,67	2,82	2,53	1,94	14,00	10,75	9,00	6,91
7	1	7,12	5,23	14,09	10,35	29,35	21,57	3,67	2,70	2,53	1,86	14,00	10,29	9,00	6,61
8	1	7,12	5,01	14,09	9,90	29,35	20,64	3,67	2,58	2,53	1,78	14,00	9,85	9,00	6,33
9	1	7,12	4,79	14,09	9,48	29,35	19,75	3,67	2,47	2,53	1,70	14,00	9,42	9,00	6,05
10	1	7,12	4,59	14,09	9,07	29,35	18,90	3,67	2,37	2,53	1,63	14,00	9,02	9,00	5,79
11	1	7,12	4,39	14,09	8,68	29,35	18,09	3,67	2,26	2,53	1,56	14,00	8,63	9,00	5,54
12	1	7,12	4,20	14,09	8,31	29,35	17,31	3,67	2,17	2,53	1,49	14,00	8,26	9,00	5,30
13	1	7,12	4,02	14,09	7,95	29,35	16,56	3,67	2,07	2,53	1,43	14,00	7,90	9,00	5,08
14	1	7,12	3,85	14,09	7,61	29,35	15,85	3,67	1,98	2,53	1,37	14,00	7,56	9,00	4,86
15	1	7,12	3,68	14,09	7,28	29,35	15,17	3,67	1,90	2,53	1,31	14,00	7,24	9,00	4,65
16	1	7,12	3,52	14,09	6,96	29,35	14,51	3,67	1,82	2,53	1,25	14,00	6,92	9,00	4,45
17	1	7,12	3,37	14,09	6,66	29,35	13,89	3,67	1,74	2,53	1,20	14,00	6,63	9,00	4,26
18	1	7,12	3,23	14,09	6,38	29,35	13,29	3,67	1,66	2,53	1,15	14,00	6,34	9,00	4,07
19	1	7,12	3,09	14,09	6,10	29,35	12,72	3,67	1,59	2,53	1,10	14,00	6,07	9,00	3,90
20	1	7,12	2,95	14,09	5,84	29,35	12,17	3,67	1,52	2,53	1,05	14,00	5,81	9,00	3,73
.															
.															
75	1	7,12	0,26	14,09	0,52	29,35	1,08	3,67	0,14	2,53	0,09	14,00	0,52	9,00	0,33
<b>Total NNV</b>			<b>160</b>		<b>316</b>		<b>658</b>		<b>82</b>		<b>57</b>		<b>314</b>		<b>202</b>

s	EI	$\Delta T/T$	X	$\Delta$ NNV
Halden	0,033	10,2 %	2116	160
Sarpsborg	0,033	5,8 %	7359	316
Fredrikstad	0,034	12,7 %	6798	658
Råde	0,034	3,2 %	3376	82
Rygge	0,034	3,2 %	2326	57
Moss	0,035	6,2 %	6453	314
Osloreg.	0,041	6,3 %	3483	202
<b>Totalt</b>			<b>31911</b>	<b>1787</b>

## 2B) Dovrebanen

s	EI	$\Delta T/T$	X	$\Delta$ NNV
Lillehammer	0,034	28,9 %	2130	469
Moelv	0,032	21,2 %	2219	337
Brumunddal	0,032	19,9 %	3875	553
Hamar	0,035	15,9 %	3855	481
Stange	0,032	6,9 %	3022	149
Tangen	0,032	7,8 %	1490	83
Osloreg.	0,041	6,3 %	4594	266
<b>Totalt</b>			<b>21185</b>	<b>2338</b>

## 2C) Vestfoldbanen

s	EI	$\Delta T/T$	X	$\Delta$ NNV
Skien	0,033	3,6 %	7617	203
Porsgrunn	0,035	3,5 %	7013	192
Larvik	0,033	4,4 %	3989	130
Sandefjord	0,035	4,2 %	5465	180
Stokke	0,033	3,9 %	3157	91
Tønsberg	0,034	5,2 %	6414	254
Skoppum	0,033	5,7 %	4214	178
Holmestrand	0,033	4,1 %	2545	77
Sande	0,034	3,2 %	1884	46
Drammen	0,037	2,1 %	12585	219
Osloreg.	0,041	6,3 %	3471	201
<b>Totalt</b>			<b>58354</b>	<b>1771</b>

### Scenario 3: Et pessimistisk scenario

#### 3A) Østfoldbanen

t	δ	Halden		Sarpsborg		Fredrikstad		Råde		Rygge		Moss		Osloreg.	
		ΔX	Δ NNV	ΔX	Δ NNV	ΔX	Δ NNV	ΔX	Δ NNV	ΔX	Δ NNV	ΔX	Δ NNV	ΔX	Δ NNV
0	0,1	0,71	0,71	1,41	1,41	2,94	2,94	0,37	0,37	0,25	0,25	1,40	1,40	0,90	0,90
1	0,1	0,71	0,68	1,41	1,35	2,94	2,81	0,37	0,35	0,25	0,24	1,40	1,34	0,90	0,86
2	0,1	0,71	0,65	1,41	1,29	2,94	2,69	0,37	0,34	0,25	0,23	1,40	1,28	0,90	0,82
3	0,1	0,71	0,62	1,41	1,23	2,94	2,57	0,37	0,32	0,25	0,22	1,40	1,23	0,90	0,79
4	0,1	0,71	0,60	1,41	1,18	2,94	2,46	0,37	0,31	0,25	0,21	1,40	1,17	0,90	0,75
5	0,1	0,71	0,57	1,41	1,13	2,94	2,36	0,37	0,29	0,25	0,20	1,40	1,12	0,90	0,72
6	0,1	0,71	0,55	1,41	1,08	2,94	2,25	0,37	0,28	0,25	0,19	1,40	1,08	0,90	0,69
7	0,1	0,71	0,52	1,41	1,04	2,94	2,16	0,37	0,27	0,25	0,19	1,40	1,03	0,90	0,66
8	0,1	0,71	0,50	1,41	0,99	2,94	2,06	0,37	0,26	0,25	0,18	1,40	0,98	0,90	0,63
9	0,1	0,71	0,48	1,41	0,95	2,94	1,98	0,37	0,25	0,25	0,17	1,40	0,94	0,90	0,61
10	0,2	1,42	0,92	2,82	1,81	5,87	3,78	0,73	0,47	0,51	0,33	2,80	1,80	1,80	1,16
11	0,2	1,42	0,88	2,82	1,74	5,87	3,62	0,73	0,45	0,51	0,31	2,80	1,73	1,80	1,11
12	0,2	1,42	0,84	2,82	1,66	5,87	3,46	0,73	0,43	0,51	0,30	2,80	1,65	1,80	1,06
13	0,2	1,42	0,80	2,82	1,59	5,87	3,31	0,73	0,41	0,51	0,29	2,80	1,58	1,80	1,02
14	0,2	1,42	0,77	2,82	1,52	5,87	3,17	0,73	0,40	0,51	0,27	2,80	1,51	1,80	0,97
15	0,2	1,42	0,74	2,82	1,46	5,87	3,03	0,73	0,38	0,51	0,26	2,80	1,45	1,80	0,93
16	0,2	1,42	0,70	2,82	1,39	5,87	2,90	0,73	0,36	0,51	0,25	2,80	1,38	1,80	0,89
17	0,2	1,42	0,67	2,82	1,33	5,87	2,78	0,73	0,35	0,51	0,24	2,80	1,33	1,80	0,85
18	0,2	1,42	0,65	2,82	1,28	5,87	2,66	0,73	0,33	0,51	0,23	2,80	1,27	1,80	0,81
19	0,2	1,42	0,62	2,82	1,22	5,87	2,54	0,73	0,32	0,51	0,22	2,80	1,21	1,80	0,78
20	0,4	2,85	1,18	5,63	2,34	11,74	4,87	1,47	0,61	1,01	0,42	5,60	2,32	3,60	1,49
21	0,4	2,85	1,13	5,63	2,24	11,74	4,66	1,47	0,58	1,01	0,40	5,60	2,22	3,60	1,43
22	0,4	2,85	1,08	5,63	2,14	11,74	4,46	1,47	0,56	1,01	0,38	5,60	2,13	3,60	1,37
23	0,4	2,85	1,04	5,63	2,05	11,74	4,27	1,47	0,53	1,01	0,37	5,60	2,04	3,60	1,31
24	0,4	2,85	0,99	5,63	1,96	11,74	4,08	1,47	0,51	1,01	0,35	5,60	1,95	3,60	1,25
25	0,4	2,85	0,95	5,63	1,87	11,74	3,91	1,47	0,49	1,01	0,34	5,60	1,86	3,60	1,20
26	0,4	2,85	0,91	5,63	1,79	11,74	3,74	1,47	0,47	1,01	0,32	5,60	1,78	3,60	1,15
27	0,4	2,85	0,87	5,63	1,72	11,74	3,58	1,47	0,45	1,01	0,31	5,60	1,71	3,60	1,10
28	0,4	2,85	0,83	5,63	1,64	11,74	3,42	1,47	0,43	1,01	0,30	5,60	1,63	3,60	1,05
29	0,4	2,85	0,79	5,63	1,57	11,74	3,28	1,47	0,41	1,01	0,28	5,60	1,56	3,60	1,00
30	0,6	4,27	1,14	8,45	2,26	17,61	4,70	2,20	0,59	1,52	0,41	8,40	2,24	5,40	1,44
31	0,6	4,27	1,09	8,45	2,16	17,61	4,50	2,20	0,56	1,52	0,39	8,40	2,15	5,40	1,38
32	0,6	4,27	1,04	8,45	2,07	17,61	4,31	2,20	0,54	1,52	0,37	8,40	2,05	5,40	1,32
33	0,6	4,27	1,00	8,45	1,98	17,61	4,12	2,20	0,52	1,52	0,36	8,40	1,97	5,40	1,26
34	0,6	4,27	0,96	8,45	1,89	17,61	3,94	2,20	0,49	1,52	0,34	8,40	1,88	5,40	1,21
35	0,6	4,27	0,92	8,45	1,81	17,61	3,77	2,20	0,47	1,52	0,33	8,40	1,80	5,40	1,16
36	0,6	4,27	0,88	8,45	1,73	17,61	3,61	2,20	0,45	1,52	0,31	8,40	1,72	5,40	1,11
37	0,6	4,27	0,84	8,45	1,66	17,61	3,46	2,20	0,43	1,52	0,30	8,40	1,65	5,40	1,06
38	0,6	4,27	0,80	8,45	1,59	17,61	3,31	2,20	0,41	1,52	0,29	8,40	1,58	5,40	1,01
39	0,6	4,27	0,77	8,45	1,52	17,61	3,16	2,20	0,40	1,52	0,27	8,40	1,51	5,40	0,97
40	0,8	5,70	0,98	11,27	1,94	23,48	4,04	2,94	0,51	2,02	0,35	11,20	1,93	7,20	1,24
41	0,8	5,70	0,94	11,27	1,85	23,48	3,86	2,94	0,48	2,02	0,33	11,20	1,84	7,20	1,18
42	0,8	5,70	0,90	11,27	1,77	23,48	3,70	2,94	0,46	2,02	0,32	11,20	1,76	7,20	1,13
43	0,8	5,70	0,86	11,27	1,70	23,48	3,54	2,94	0,44	2,02	0,31	11,20	1,69	7,20	1,08
44	0,8	5,70	0,82	11,27	1,62	23,48	3,39	2,94	0,42	2,02	0,29	11,20	1,62	7,20	1,04
45	0,8	5,70	0,79	11,27	1,55	23,48	3,24	2,94	0,41	2,02	0,28	11,20	1,55	7,20	0,99
46	0,8	5,70	0,75	11,27	1,49	23,48	3,10	2,94	0,39	2,02	0,27	11,20	1,48	7,20	0,95
47	0,8	5,70	0,72	11,27	1,42	23,48	2,97	2,94	0,37	2,02	0,26	11,20	1,42	7,20	0,91
48	0,8	5,70	0,69	11,27	1,36	23,48	2,84	2,94	0,36	2,02	0,24	11,20	1,35	7,20	0,87
49	0,8	5,70	0,66	11,27	1,30	23,48	2,72	2,94	0,34	2,02	0,23	11,20	1,30	7,20	0,83
50	1	7,12	0,79	14,09	1,56	29,35	3,25	3,67	0,41	2,53	0,28	14,00	1,55	9,00	1,00
.															
.															
75	1	7,12	0,26	14,09	0,52	29,35	1,08	3,67	0,14	2,53	0,09	14,00	0,52	9,00	0,33
<b>Total NNV</b>			<b>53</b>		<b>105</b>		<b>219</b>		<b>27</b>		<b>19</b>		<b>105</b>		<b>67</b>



s	EI	$\Delta T/T$	X	$\Delta$ NNV
Halden	0,033	10,2 %	2116	53
Sarpsborg	0,033	5,8 %	7359	105
Fredrikstad	0,034	12,7 %	6798	219
Råde	0,034	3,2 %	3376	27
Rygge	0,034	3,2 %	2326	19
Moss	0,035	6,2 %	6453	105
Osloreg.	0,041	6,3 %	3483	67
<b>Totalt</b>			<b>31911</b>	<b>596</b>

### 3B) Dovrebanen

s	EI	$\Delta T/T$	X	$\Delta$ NNV
Lillehammer	0,034	28,9 %	2130	157
Moelv	0,032	21,2 %	2219	113
Brumunddal	0,032	19,9 %	3875	185
Hamar	0,035	15,9 %	3855	160
Stange	0,032	6,9 %	3022	50
Tangen	0,032	7,8 %	1490	28
Osloreg.	0,041	6,3 %	4594	89
<b>Totalt</b>			<b>21185</b>	<b>780</b>

### 3C) Vestfoldbanen

s	EI	$\Delta T/T$	X	$\Delta$ NNV
Skien	0,033	3,6 %	7617	68
Porsgrunn	0,035	3,5 %	7013	64
Larvik	0,033	4,4 %	3989	43
Sandefjord	0,035	4,2 %	5465	60
Stokke	0,033	3,9 %	3157	30
Tønsberg	0,034	5,2 %	6414	85
Skoppum	0,033	5,7 %	4214	59
Holmestrand	0,033	4,1 %	2545	26
Sande	0,034	3,2 %	1884	15
Drammen	0,037	2,1 %	12585	73
Osloreg.	0,041	6,3 %	3471	67
<b>Totalt</b>			<b>58354</b>	<b>591</b>

## Scenario 4: Baseline med gjennomsnittsverdi på tetthetselastisiteten

### 4A) Østfoldbanen

t	$\delta$	Halden		Sarpsborg		Fredrikstad		Råde		Rygge		Moss		Osloreg.	
		$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV
0	0,2	1,90	1,90	3,76	3,76	7,60	7,60	0,95	0,95	0,66	0,66	3,52	3,52	1,93	1,93
1	0,2	1,90	1,82	3,76	3,59	7,60	7,27	0,95	0,91	0,66	0,63	3,52	3,37	1,93	1,85
2	0,2	1,90	1,74	3,76	3,44	7,60	6,96	0,95	0,87	0,66	0,60	3,52	3,22	1,93	1,77
3	0,2	1,90	1,66	3,76	3,29	7,60	6,66	0,95	0,83	0,66	0,57	3,52	3,09	1,93	1,69
4	0,2	1,90	1,59	3,76	3,15	7,60	6,37	0,95	0,80	0,66	0,55	3,52	2,95	1,93	1,62
5	0,4	3,80	3,05	7,51	6,03	15,19	12,19	1,90	1,53	1,31	1,05	7,04	5,65	3,86	3,10
6	0,4	3,80	2,92	7,51	5,77	15,19	11,67	1,90	1,46	1,31	1,01	7,04	5,41	3,86	2,97
7	0,4	3,80	2,79	7,51	5,52	15,19	11,17	1,90	1,40	1,31	0,96	7,04	5,17	3,86	2,84
8	0,4	3,80	2,67	7,51	5,28	15,19	10,68	1,90	1,34	1,31	0,92	7,04	4,95	3,86	2,72
9	0,4	3,80	2,56	7,51	5,05	15,19	10,22	1,90	1,28	1,31	0,88	7,04	4,74	3,86	2,60
10	0,6	5,70	3,67	11,27	7,26	22,79	14,68	2,85	1,84	1,97	1,27	10,56	6,80	5,79	3,73
11	0,6	5,70	3,51	11,27	6,94	22,79	14,04	2,85	1,76	1,97	1,21	10,56	6,51	5,79	3,57
12	0,6	5,70	3,36	11,27	6,64	22,79	13,44	2,85	1,68	1,97	1,16	10,56	6,23	5,79	3,42
13	0,6	5,70	3,22	11,27	6,36	22,79	12,86	2,85	1,61	1,97	1,11	10,56	5,96	5,79	3,27
14	0,6	5,70	3,08	11,27	6,08	22,79	12,31	2,85	1,54	1,97	1,06	10,56	5,70	5,79	3,13
15	0,8	7,60	3,93	15,02	7,76	30,39	15,70	3,80	1,96	2,62	1,35	14,08	7,28	7,72	3,99
16	0,8	7,60	3,76	15,02	7,43	30,39	15,03	3,80	1,88	2,62	1,30	14,08	6,96	7,72	3,82
17	0,8	7,60	3,59	15,02	7,11	30,39	14,38	3,80	1,80	2,62	1,24	14,08	6,66	7,72	3,65
18	0,8	7,60	3,44	15,02	6,80	30,39	13,76	3,80	1,72	2,62	1,19	14,08	6,38	7,72	3,50
19	0,8	7,60	3,29	15,02	6,51	30,39	13,17	3,80	1,65	2,62	1,14	14,08	6,10	7,72	3,35
20	1	9,50	3,94	18,78	7,79	37,99	15,75	4,75	1,97	3,28	1,36	17,60	7,30	9,65	4,00
.															
.															
75	1	9,50	0,35	18,78	0,69	37,99	1,40	4,75	0,18	3,28	0,12	17,60	0,65	9,65	0,36
<b>Total NNV</b>			<b>141</b>		<b>279</b>		<b>565</b>		<b>71</b>		<b>49</b>		<b>262</b>		<b>144</b>

s	EI	$\Delta T/T$	X	$\Delta$ NNV
Halden	0,044	10,2 %	2116	141
Sarpsborg	0,044	5,8 %	7359	279
Fredrikstad	0,044	12,7 %	6798	565
Råde	0,044	3,2 %	3376	71
Rygge	0,044	3,2 %	2326	49
Moss	0,044	6,2 %	6453	262
Osloreg.	0,044	6,3 %	3483	144
<b>Totalt</b>			<b>31911</b>	<b>1510</b>

#### 4B) Dovrebanen

s	EI	$\Delta T/T$	X	$\Delta$ NNV
Lillehammer	0,044	28,9 %	2130	403
Moelv	0,044	21,2 %	2219	308
Brumunddal	0,044	19,9 %	3875	505
Hamar	0,044	15,9 %	3855	401
Stange	0,044	6,9 %	3022	136
Tangen	0,044	7,8 %	1490	76
Osloreg.	0,044	6,3 %	4594	189
<b>Totalt</b>			<b>21185</b>	<b>2018</b>

#### 4C) Vestfoldbanen

s	EI	$\Delta T/T$	X	$\Delta$ NNV
Skien	0,044	3,6 %	7617	179
Porsgrunn	0,044	3,5 %	7013	161
Larvik	0,044	4,4 %	3989	115
Sandefjord	0,044	4,2 %	5465	150
Stokke	0,044	3,9 %	3157	81
Tønsberg	0,044	5,2 %	6414	218
Skoppum	0,044	5,7 %	4214	157
Holmestrand	0,044	4,1 %	2545	68
Sande	0,044	3,2 %	1884	39
Drammen	0,044	2,1 %	12585	173
Osloreg-	0,044	6,3 %	3471	143
<b>Totalt</b>			<b>58354</b>	<b>1485</b>

## Scenario 5: Baseline med lav tetthetselastisitet

### 5A) Østfoldbanen

t	$\delta$	Halden		Sarpsborg		Fredrikstad		Råde		Rygge		Moss		Osloreg.	
		$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV
0	0,2	0,86	0,86	1,71	1,71	3,45	3,45	0,43	0,43	0,30	0,30	1,60	1,60	0,88	0,88
1	0,2	0,86	0,83	1,71	1,63	3,45	3,30	0,43	0,41	0,30	0,28	1,60	1,53	0,88	0,84
2	0,2	0,86	0,79	1,71	1,56	3,45	3,16	0,43	0,40	0,30	0,27	1,60	1,47	0,88	0,80
3	0,2	0,86	0,76	1,71	1,50	3,45	3,03	0,43	0,38	0,30	0,26	1,60	1,40	0,88	0,77
4	0,2	0,86	0,72	1,71	1,43	3,45	2,90	0,43	0,36	0,30	0,25	1,60	1,34	0,88	0,74
5	0,4	1,73	1,39	3,41	2,74	6,91	5,54	0,86	0,69	0,60	0,48	3,20	2,57	1,76	1,41
6	0,4	1,73	1,33	3,41	2,62	6,91	5,30	0,86	0,66	0,60	0,46	3,20	2,46	1,76	1,35
7	0,4	1,73	1,27	3,41	2,51	6,91	5,08	0,86	0,64	0,60	0,44	3,20	2,35	1,76	1,29
8	0,4	1,73	1,21	3,41	2,40	6,91	4,86	0,86	0,61	0,60	0,42	3,20	2,25	1,76	1,23
9	0,4	1,73	1,16	3,41	2,30	6,91	4,65	0,86	0,58	0,60	0,40	3,20	2,15	1,76	1,18
10	0,6	2,59	1,67	5,12	3,30	10,36	6,67	1,30	0,83	0,89	0,58	4,80	3,09	2,63	1,70
11	0,6	2,59	1,60	5,12	3,16	10,36	6,38	1,30	0,80	0,89	0,55	4,80	2,96	2,63	1,62
12	0,6	2,59	1,53	5,12	3,02	10,36	6,11	1,30	0,76	0,89	0,53	4,80	2,83	2,63	1,55
13	0,6	2,59	1,46	5,12	2,89	10,36	5,85	1,30	0,73	0,89	0,50	4,80	2,71	2,63	1,49
14	0,6	2,59	1,40	5,12	2,77	10,36	5,59	1,30	0,70	0,89	0,48	4,80	2,59	2,63	1,42
15	0,8	3,45	1,78	6,83	3,53	13,81	7,14	1,73	0,89	1,19	0,62	6,40	3,31	3,51	1,81
16	0,8	3,45	1,71	6,83	3,38	13,81	6,83	1,73	0,85	1,19	0,59	6,40	3,17	3,51	1,74
17	0,8	3,45	1,63	6,83	3,23	13,81	6,54	1,73	0,82	1,19	0,56	6,40	3,03	3,51	1,66
18	0,8	3,45	1,56	6,83	3,09	13,81	6,25	1,73	0,78	1,19	0,54	6,40	2,90	3,51	1,59
19	0,8	3,45	1,50	6,83	2,96	13,81	5,99	1,73	0,75	1,19	0,52	6,40	2,77	3,51	1,52
20	1	4,32	1,79	8,54	3,54	17,27	7,16	2,16	0,90	1,49	0,62	8,00	3,32	4,39	1,82
.															
.															
75	1	4,32	0,16	8,54	0,31	17,27	0,64	2,16	0,08	1,49	0,05	8,00	0,29	4,39	0,16
<b>Total NNV</b>			<b>64</b>		<b>127</b>		<b>257</b>		<b>32</b>		<b>22</b>		<b>119</b>		<b>65</b>

s	EI	$\Delta T/T$	X	$\Delta$ NNV
Halden	0,02	10,2 %	2116	64
Sarpsborg	0,02	5,8 %	7359	127
Fredrikstad	0,02	12,7 %	6798	257
Råde	0,02	3,2 %	3376	32
Rygge	0,02	3,2 %	2326	22
Moss	0,02	6,2 %	6453	119
Osloreg.	0,02	6,3 %	3483	65
<b>Totalt</b>			<b>31911</b>	<b>686</b>

### 5B) Dovrebanen

s	EI	$\Delta T/T$	X	$\Delta$ NNV
Lillehammer	0,02	28,9 %	2130	183
Moelv	0,02	21,2 %	2219	140
Brumunddal	0,02	19,9 %	3875	229
Hamar	0,02	15,9 %	3855	182
Stange	0,02	6,9 %	3022	62
Tangen	0,02	7,8 %	1490	35
Osloreg.	0,02	6,3 %	4594	86
<b>Totalt</b>			<b>21185</b>	<b>917</b>

### 5C) Vestfoldbanen

s	EI	$\Delta T/T$	X	$\Delta$ NNV
Skien	0,02	3,6 %	7617	82
Porsgrunn	0,02	3,5 %	7013	73
Larvik	0,02	4,4 %	3989	52
Sandefjord	0,02	4,2 %	5465	68
Stokke	0,02	3,9 %	3157	37
Tønsberg	0,02	5,2 %	6414	99
Skoppum	0,02	5,7 %	4214	71
Holmestrand	0,02	4,1 %	2545	31
Sande	0,02	3,2 %	1884	18
Drammen	0,02	2,1 %	12585	79
Osloreg.	0,02	6,3 %	3471	65
<b>Totalt</b>			<b>58354</b>	<b>675</b>

## Scenario 6: Baseline med høy tetthetselastisitet

### 6A) Østfoldbanen

t	$\delta$	Halden		Sarpsborg		Fredrikstad		Råde		Rygge		Moss		Osloreg.	
		$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV
0	0,2	4,32	4,32	8,54	8,54	17,27	17,27	2,16	2,16	1,49	1,49	8,00	8,00	4,39	4,39
1	0,2	4,32	4,13	8,54	8,17	17,27	16,52	2,16	2,07	1,49	1,42	8,00	7,66	4,39	4,20
2	0,2	4,32	3,95	8,54	7,82	17,27	15,81	2,16	1,98	1,49	1,36	8,00	7,33	4,39	4,02
3	0,2	4,32	3,78	8,54	7,48	17,27	15,13	2,16	1,89	1,49	1,30	8,00	7,01	4,39	3,85
4	0,2	4,32	3,62	8,54	7,16	17,27	14,48	2,16	1,81	1,49	1,25	8,00	6,71	4,39	3,68
5	0,4	8,63	6,93	17,07	13,70	34,53	27,71	4,32	3,47	2,98	2,39	16,00	12,84	8,78	7,04
6	0,4	8,63	6,63	17,07	13,11	34,53	26,52	4,32	3,32	2,98	2,29	16,00	12,29	8,78	6,74
7	0,4	8,63	6,34	17,07	12,55	34,53	25,38	4,32	3,18	2,98	2,19	16,00	11,76	8,78	6,45
8	0,4	8,63	6,07	17,07	12,01	34,53	24,28	4,32	3,04	2,98	2,09	16,00	11,25	8,78	6,17
9	0,4	8,63	5,81	17,07	11,49	34,53	23,24	4,32	2,91	2,98	2,00	16,00	10,77	8,78	5,91
10	0,6	12,95	8,34	25,61	16,49	51,80	33,36	6,48	4,17	4,47	2,88	24,01	15,46	13,17	8,48
11	0,6	12,95	7,98	25,61	15,78	51,80	31,92	6,48	3,99	4,47	2,75	24,01	14,79	13,17	8,11
12	0,6	12,95	7,64	25,61	15,10	51,80	30,55	6,48	3,82	4,47	2,63	24,01	14,15	13,17	7,76
13	0,6	12,95	7,31	25,61	14,45	51,80	29,23	6,48	3,66	4,47	2,52	24,01	13,55	13,17	7,43
14	0,6	12,95	6,99	25,61	13,83	51,80	27,97	6,48	3,50	4,47	2,41	24,01	12,96	13,17	7,11
15	0,8	17,27	8,92	34,15	17,64	69,07	35,69	8,64	4,47	5,95	3,08	32,01	16,54	17,55	9,07
16	0,8	17,27	8,54	34,15	16,88	69,07	34,15	8,64	4,27	5,95	2,94	32,01	15,83	17,55	8,68
17	0,8	17,27	8,17	34,15	16,16	69,07	32,68	8,64	4,09	5,95	2,82	32,01	15,14	17,55	8,31
18	0,8	17,27	7,82	34,15	15,46	69,07	31,27	8,64	3,91	5,95	2,70	32,01	14,49	17,55	7,95
19	0,8	17,27	7,48	34,15	14,80	69,07	29,93	8,64	3,74	5,95	2,58	32,01	13,87	17,55	7,61
20	1	21,58	8,95	42,68	17,70	86,33	35,80	10,80	4,48	7,44	3,09	40,01	16,59	21,94	9,10
.															
.															
75	1	21,58	0,80	42,68	1,57	86,33	3,18	10,80	0,40	7,44	0,27	40,01	1,47	21,94	0,81
<b>Total NNV</b>			<b>321</b>		<b>635</b>		<b>1284</b>		<b>161</b>		<b>111</b>		<b>595</b>		<b>326</b>

s	EI	$\Delta T/T$	X	$\Delta$ NNV
Halden	0,1	10,2 %	2116	321
Sarpsborg	0,1	5,8 %	7359	635
Fredrikstad	0,1	12,7 %	6798	1284
Råde	0,1	3,2 %	3376	161
Rygge	0,1	3,2 %	2326	111
Moss	0,1	6,2 %	6453	595
Osloreg.	0,1	6,3 %	3483	326
<b>Totalt</b>			<b>31911</b>	<b>3432</b>

## 6B) Dovrebanen

s	EI	$\Delta T/T$	X	$\Delta$ NNV
Lillehammer	0,1	28,9 %	2130	915
Moelv	0,1	21,2 %	2219	699
Brumunddal	0,1	19,9 %	3875	1147
Hamar	0,1	15,9 %	3855	911
Stange	0,1	6,9 %	3022	310
Tangen	0,1	7,8 %	1490	173
Osloreg.	0,1	6,3 %	4594	430
<b>Totalt</b>			<b>21185</b>	<b>4586</b>

## 6C) Vestfoldbanen

s	EI	$\Delta T/T$	X	$\Delta$ NNV
Skien	0,1	3,6 %	7617	408
Porsgrunn	0,1	3,5 %	7013	365
Larvik	0,1	4,4 %	3989	261
Sandefjord	0,1	4,2 %	5465	341
Stokke	0,1	3,9 %	3157	183
Tønsberg	0,1	5,2 %	6414	496
Skoppum	0,1	5,7 %	4214	357
Holmestrand	0,1	4,1 %	2545	155
Sande	0,1	3,2 %	1884	90
Drammen	0,1	2,1 %	12585	393
Osloreg.	0,1	6,3 %	3471	325
<b>Totalt</b>			<b>58354</b>	<b>3374</b>

## Scenario 7: Baseline med avtagende kalkulasjonsrente

### 7A) Østfoldbanen

t	r	$\delta$	Halden		Sarpsborg		Fredrikstad		Råde		Rygge		Moss		Osloreg.	
			$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV
0	4 %	0,2	1,42	1,42	2,82	2,82	5,87	5,87	0,73	0,73	0,51	0,51	2,80	2,80	1,80	1,80
1	4 %	0,2	1,42	1,37	2,82	2,71	5,87	5,64	0,73	0,71	0,51	0,49	2,80	2,69	1,80	1,73
2	4 %	0,2	1,42	1,32	2,82	2,60	5,87	5,43	0,73	0,68	0,51	0,47	2,80	2,59	1,80	1,66
3	4 %	0,2	1,42	1,27	2,82	2,50	5,87	5,22	0,73	0,65	0,51	0,45	2,80	2,49	1,80	1,60
4	4 %	0,2	1,42	1,22	2,82	2,41	5,87	5,02	0,73	0,63	0,51	0,43	2,80	2,39	1,80	1,54
5	4 %	0,4	2,85	2,34	5,63	4,63	11,74	9,65	1,47	1,21	1,01	0,83	5,60	4,60	3,60	2,96
6	4 %	0,4	2,85	2,25	5,63	4,45	11,74	9,28	1,47	1,16	1,01	0,80	5,60	4,43	3,60	2,84
7	4 %	0,4	2,85	2,16	5,63	4,28	11,74	8,92	1,47	1,12	1,01	0,77	5,60	4,26	3,60	2,73
8	4 %	0,4	2,85	2,08	5,63	4,12	11,74	8,58	1,47	1,07	1,01	0,74	5,60	4,09	3,60	2,63
9	4 %	0,4	2,85	2,00	5,63	3,96	11,74	8,25	1,47	1,03	1,01	0,71	5,60	3,94	3,60	2,53
10	4 %	0,6	4,27	2,89	8,45	5,71	17,61	11,90	2,20	1,49	1,52	1,03	8,40	5,68	5,40	3,65
11	4 %	0,6	4,27	2,78	8,45	5,49	17,61	11,44	2,20	1,43	1,52	0,99	8,40	5,46	5,40	3,51
12	4 %	0,6	4,27	2,67	8,45	5,28	17,61	11,00	2,20	1,38	1,52	0,95	8,40	5,25	5,40	3,37
13	4 %	0,6	4,27	2,57	8,45	5,08	17,61	10,58	2,20	1,32	1,52	0,91	8,40	5,05	5,40	3,24
14	4 %	0,6	4,27	2,47	8,45	4,88	17,61	10,17	2,20	1,27	1,52	0,88	8,40	4,85	5,40	3,12
15	4 %	0,8	5,70	3,16	11,27	6,26	23,48	13,04	2,94	1,63	2,02	1,12	11,20	6,22	7,20	4,00
16	4 %	0,8	5,70	3,04	11,27	6,02	23,48	12,54	2,94	1,57	2,02	1,08	11,20	5,98	7,20	3,84
17	4 %	0,8	5,70	2,93	11,27	5,78	23,48	12,06	2,94	1,51	2,02	1,04	11,20	5,75	7,20	3,69
18	4 %	0,8	5,70	2,81	11,27	5,56	23,48	11,59	2,94	1,45	2,02	1,00	11,20	5,53	7,20	3,55
19	4 %	0,8	5,70	2,70	11,27	5,35	23,48	11,15	2,94	1,39	2,02	0,96	11,20	5,32	7,20	3,42
20	4 %	1	7,12	3,25	14,09	6,43	29,35	13,40	3,67	1,68	2,53	1,15	14,00	6,39	9,00	4,11
.																
40	3 %	1	7,12	2,18	14,09	4,32	29,35	9,00	3,67	1,13	2,53	0,78	14,00	4,29	9,00	2,76
.																
75	2 %	1	7,12	1,61	14,09	3,19	29,35	6,65	3,67	0,83	2,53	0,57	14,00	3,17	9,00	2,04
<b>Total NNV</b>			<b>141</b>		<b>279</b>		<b>582</b>		<b>73</b>		<b>50</b>		<b>278</b>		<b>179</b>	



s	EI	$\Delta T/T$	X	$\Delta$ NNV
Halden	0,033	10,2 %	2116	141
Sarpsborg	0,033	5,8 %	7359	279
Fredrikstad	0,034	12,7 %	6798	582
Råde	0,034	3,2 %	3376	73
Rygge	0,034	3,2 %	2326	50
Moss	0,035	6,2 %	6453	278
Osloreg.	0,041	6,3 %	3483	179
<b>Totalt</b>			<b>31911</b>	<b>1583</b>

## 7B) Dovrebanen

s	EI	$\Delta T/T$	X	$\Delta$ NNV
Lillehammer	0,034	28,9 %	2130	415
Moelv	0,032	21,2 %	2219	299
Brumunddal	0,032	19,9 %	3875	490
Hamar	0,035	15,9 %	3855	426
Stange	0,032	6,9 %	3022	132
Tangen	0,032	7,8 %	1490	74
Osloreg.	0,041	6,3 %	4594	235
<b>Totalt</b>			<b>21185</b>	<b>2071</b>

## 7C) Vestfoldbanen

s	EI	$\Delta T/T$	X	$\Delta$ NNV
Skien	0,033	3,6 %	7617	180
Porsgrunn	0,035	3,5 %	7013	170
Larvik	0,033	4,4 %	3989	115
Sandefjord	0,035	4,2 %	5465	159
Stokke	0,033	3,9 %	3157	81
Tønsberg	0,034	5,2 %	6414	225
Skoppum	0,033	5,7 %	4214	157
Holmestrand	0,033	4,1 %	2545	68
Sande	0,034	3,2 %	1884	41
Drammen	0,037	2,1 %	12585	194
Osloreg.	0,041	6,3 %	3471	178
<b>Totalt</b>			<b>58354</b>	<b>1568</b>

## Scenario 8: Kombinasjon av scenario 2, 6 og 7

### 8A) Østfoldbanen

t	r	$\delta$	Halden		Sarpsborg		Fredrikstad		Råde		Rygge		Moss		Osloreg.	
			$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV	$\Delta X$	$\Delta$ NNV
0	4 %	1	21,58	21,58	42,68	42,68	86,33	86,33	10,80	10,80	7,44	7,44	40,01	40,01	21,94	21,94
1	4 %	1	21,58	20,75	42,68	41,04	86,33	83,01	10,80	10,39	7,44	7,16	40,01	38,47	21,94	21,10
2	4 %	1	21,58	19,95	42,68	39,46	86,33	79,82	10,80	9,99	7,44	6,88	40,01	36,99	21,94	20,29
3	4 %	1	21,58	19,19	42,68	37,94	86,33	76,75	10,80	9,60	7,44	6,62	40,01	35,57	21,94	19,51
4	4 %	1	21,58	18,45	42,68	36,48	86,33	73,80	10,80	9,23	7,44	6,36	40,01	34,20	21,94	18,76
5	4 %	1	21,58	17,74	42,68	35,08	86,33	70,96	10,80	8,88	7,44	6,12	40,01	32,88	21,94	18,04
6	4 %	1	21,58	17,06	42,68	33,73	86,33	68,23	10,80	8,54	7,44	5,88	40,01	31,62	21,94	17,34
7	4 %	1	21,58	16,40	42,68	32,43	86,33	65,61	10,80	8,21	7,44	5,66	40,01	30,40	21,94	16,67
8	4 %	1	21,58	15,77	42,68	31,19	86,33	63,08	10,80	7,89	7,44	5,44	40,01	29,23	21,94	16,03
9	4 %	1	21,58	15,16	42,68	29,99	86,33	60,66	10,80	7,59	7,44	5,23	40,01	28,11	21,94	15,42
10	4 %	1	21,58	14,58	42,68	28,83	86,33	58,32	10,80	7,30	7,44	5,03	40,01	27,03	21,94	14,82
11	4 %	1	21,58	14,02	42,68	27,73	86,33	56,08	10,80	7,02	7,44	4,83	40,01	25,99	21,94	14,25
12	4 %	1	21,58	13,48	42,68	26,66	86,33	53,92	10,80	6,75	7,44	4,65	40,01	24,99	21,94	13,71
13	4 %	1	21,58	12,96	42,68	25,63	86,33	51,85	10,80	6,49	7,44	4,47	40,01	24,03	21,94	13,18
14	4 %	1	21,58	12,46	42,68	24,65	86,33	49,86	10,80	6,24	7,44	4,30	40,01	23,10	21,94	12,67
15	4 %	1	21,58	11,98	42,68	23,70	86,33	47,94	10,80	6,00	7,44	4,13	40,01	22,22	21,94	12,18
16	4 %	1	21,58	11,52	42,68	22,79	86,33	46,09	10,80	5,77	7,44	3,97	40,01	21,36	21,94	11,72
17	4 %	1	21,58	11,08	42,68	21,91	86,33	44,32	10,80	5,55	7,44	3,82	40,01	20,54	21,94	11,26
18	4 %	1	21,58	10,65	42,68	21,07	86,33	42,62	10,80	5,33	7,44	3,67	40,01	19,75	21,94	10,83
19	4 %	1	21,58	10,24	42,68	20,26	86,33	40,98	10,80	5,13	7,44	3,53	40,01	18,99	21,94	10,42
20	4 %	1	21,58	9,85	42,68	19,48	86,33	39,40	10,80	4,93	7,44	3,40	40,01	18,26	21,94	10,01
.																
.																
40	3 %	1	21,58	6,62	42,68	13,08	86,33	26,47	10,80	3,31	7,44	2,28	40,01	12,26	21,94	6,73
.																
.																
75	2 %	1	21,58	4,89	42,68	9,67	86,33	19,55	10,80	2,45	7,44	1,69	40,01	9,06	21,94	4,97
<b>Total NNV</b>			<b>596</b>		<b>1178</b>		<b>2382</b>		<b>298</b>		<b>205</b>		<b>1104</b>		<b>606</b>	

s	EI	$\Delta T/T$	X	$\Delta$ NNV
Halden	0,1	10,2 %	2116	596
Sarpsborg	0,1	5,8 %	7359	1178
Fredrikstad	0,1	12,7 %	6798	2382
Råde	0,1	3,2 %	3376	298
Rygge	0,1	3,2 %	2326	205
Moss	0,1	6,2 %	6453	1104
Osloreg.	0,1	6,3 %	3483	606
<b>Totalt</b>			<b>31911</b>	<b>6369</b>

## 8B) Dovrebanen

s	EI	$\Delta T/T$	X	$\Delta$ NNV
Lillehammer	0,1	28,9 %	2130	1699
Moelv	0,1	21,2 %	2219	1298
Brumunddal	0,1	19,9 %	3875	2128
Hamar	0,1	15,9 %	3855	1691
Stange	0,1	6,9 %	3022	575
Tangen	0,1	7,8 %	1490	321
Osloreg.	0,1	6,3 %	4594	799
<b>Totalt</b>			<b>21185</b>	<b>8511</b>

## 8C) Vestfoldbanen

s	EI	$\Delta T/T$	X	$\Delta$ NNV
Skien	0,1	3,6 %	7617	757
Porsgrunn	0,1	3,5 %	7013	677
Larvik	0,1	4,4 %	3989	484
Sandefjord	0,1	4,2 %	5465	633
Stokke	0,1	3,9 %	3157	340
Tønsberg	0,1	5,2 %	6414	920
Skoppum	0,1	5,7 %	4214	663
Holmestrand	0,1	4,1 %	2545	288
Sande	0,1	3,2 %	1884	166
Drammen	0,1	2,1 %	12585	729
Osloreg.	0,1	6,3 %	3471	603
<b>Totalt</b>			<b>58354</b>	<b>6262</b>