

**Arbeidsnotat nr. 34/08**  
**Nyttekostnadsanalyse av nytt dobbeltspor**  
**Oslo S – Ski**

**av**

**Christian Andersen, SNF**  
**Terje Andersen, DNV**

SNF-prosjekt nr. 2981  
Dobbeltspor Oslo S – Ski

Prosjektet er finansiert av Jernbaneverket

SAMFUNNS- OG NÆRINGSLIVSFORSKNING AS  
BERGEN, DESEMBER 2008

ISSN 1503-2140

© Dette eksemplar er fremstilt etter avtale  
med KOPINOR, Stenergate 1, 0050 Oslo.  
Ytterligere eksemplarfremstilling uten avtale  
og i strid med åndsverkloven er straffbart  
og kan medføre erstatningsansvar.



# Innhold

1	Innledning .....	1
1.1	Bakgrunn .....	1
1.2	Oppgaveløsning og rapportstruktur .....	2
2	Hovedspørsmål og utforming av analysen.....	4
3	Referansealternativ og utbyggingsalternativer .....	5
3.1	Referansealternativet .....	5
3.2	Utbyggingsalternativene.....	7
4	Følsomhetsanalyser.....	9
5	Metodikk og forutsetninger .....	11
5.1	Generelt .....	11
5.2	Opplegg for beregning av prissatte effekter .....	12
5.3	Transportmodellen.....	19
5.4	Samfunnsøkonomisk resultat nåverdi.....	19
6	Prissatte konsekvenser i basisalternativene .....	20
7	Prissatte konsekvenser med økning i bompenger .....	22
8	Prissatte konsekvenser i alternativene med matebusser i K3 og I4 .....	23
9	Prissatte konsekvenser i alternativene med fortsatte forsinkelser i K3 og I4 .....	24
10	Følsomhet for endring i ulike parametere .....	25
11	Konklusjon .....	27
12	Referanser .....	28
	VEDLEGG 1: Godstrafikk – Follobanens betydning .....	29
1	Follobanen og godstrafikk .....	29
1.1	Framtidas godstransport med jernbane.....	29
2	Godstrafikk i Sørkorridoren.....	30
2.1	Dagens godstrafikk på Østfoldbanen.....	30
2.2	Togleier og framkommelighet av godstog på Østfoldbanen .....	31
2.3	Begrensninger mht til togvekt, lengde og frekvens .....	32
2.4	Togets markedsandel i import og eksport av varer .....	33
3	Framtidig potensial for godstransport på Østfoldbanen .....	34
3.1	Tidligere utredninger .....	34
3.2	Infrastrukturkrav til framtidas godstransport.....	37
3.3	CargoNets strategi vedrørende framtidig godstogproduksjon.....	37
3.4	Godstrafikk i referansealternativet .....	37
3.5	Nødvendige tiltak sør for Ski .....	38
4	Follobanens nytte for godstrafikken .....	39

4.1	Bedriftsøkonomisk nytte - Follobanen .....	39
4.2	Eksterne samfunnsøkonomiske effekter .....	41
5	Referanser .....	42
	VEDLEGG 2 - Klimagassutslipp ved bygging av Follobanen .....	43
1.	Introduksjon .....	43
2.	Underbygging og tunneler .....	43
2.1	Sprenging og uttransport av utsprengte masser .....	43
2.2	Tunnelsikring .....	44
3.	Overbygging .....	44
3.1	Skinner: .....	44
3.2	Sviller .....	45
3.3	Pukk .....	45
4.	Signal, elektro, kl og annet .....	45
5.	Totale klimagassutslipp og kostnader for Follobanen under utbygging .....	46
5.1	Estimerte totalutslipp for I4 .....	46
5.2	Kostnader ved klimagassutslipp alternativ I4 .....	46
5.3	Kostnader ved klimagassutslipp for alternativ K3 .....	46
6.	Kommentarer til estimatene .....	46
	VEDLEGG 3: Følsomhet knyttet til metodiske forutsetninger .....	48
	VEDLEGG 4: Utbyggingsperiodens lengde  .....	54

## **Forord**

Dette er en revidert versjon av SNF arbeidsnotat 34/08 som ble avgitt til Jernbaneverket 8.12. 2008. Det er i denne versjonen rettet opp feil i beregningene av skattekostnad og restverdi for investert kapital i avsnittene 6-9 og i vedlegg. Usikkerhetsberegninger i avsnitt 10 er også revidert. Endringene er ikke av en slik størrelse at det har påvirket konklusjonene i notatet. Det er lagt inn beregning av budsjettvirkning og netto nåverdi per budsjettkrone i avsnittene 6-9. Enkelte språklige rettelser er også gjennomført.

Christian Andersen, SNF, er ansvarlig for de samfunnsøkonomiske beregningene mens Terje Andersen, Det Norske Veritas (DNV), er ansvarlig for Vedlegg 1 og Vedlegg 2.

27.01.2009



## 1 Innledning

### 1.1 Bakgrunn

Strekningen Oslo – Ski er en av landets mest trafikkerte togstrekninger og er overbelastet på deler av døgnet. Allerede i Norsk Jernbaneplan 1998-2007 påpekes det at for liten sporkapasitet på Østfoldbanen gjør at Jernbaneverket (JBV) ikke kan gi markedet det tilbudet som etterspørres. Det gjelder både reisetid, frekvens og punktlighet. Tiltaket har inngått i Nasjonal Transportplan siden 2001 og planleggingen ble første gang påbegynt for over 15 år siden. Gjennom planarbeidet og tidligere godkjente kommunedelplaner er det forutsatt at nytt dobbeltspor skal bygges med stasjonstilknytning til Kolbotn, Vevelstad og Ski.

Gjeldende utbyggingskonsept og utbyggingsstrategi ble fastlagt gjennom hovedplan for tiltaket i 1995. Siden den gang har det skjedd en del endringer omkring prosjektet som tilsier at deler av konsept og utbyggingsstrategi for Oslo - Ski bør vurderes på nytt. Dette gjelder forhold som:

- Vesentlig høyere kostnader
- Endringer i trafikk og markedsutvikling
- Nye sikkerhetsregler
- Høyhastighetsbane Oslo-Göteborg er under utredning
- Veksten i godstrafikk
- Ulike driftsmodeller Oslopakke 2/3

Jernbaneverket har derfor igangsatt et nytt utredningsarbeid av tiltaket ”nytt dobbeltspor på strekningen Oslo S – Ski”, kalt Follobanen. Foreliggende utredning har i oppgave å utrede følgende overordnede problemstillinger:

- *Hva er den samfunnsmessige nytten ved et nytt dobbeltspor på strekningen Oslo S - Ski?*

Gitt en Follobane;

- *Hva er den samfunnsmessige nytten ved sammenkobling av Østfoldbanen og Follobanen med knutepunktstasjoner på Kolbotn og/eller Vevelstad, sammenlignet med to separate linjer mellom Oslo - Ski?*
- *Hvordan vil sammenhengen mellom de to banene, og eventuelle knutepunktstasjoner, påvirke fremtidig arealbruk og fremtidig utvikling av samlet kollektivtilbud i hovedstadsregionen?*



**Figur 1:** Oversiktskart over strekningen Oslo-Ski, basis fra Hovedplan i 1995.

Med bakgrunn i disse overordnede problemstillingene skal følgende spørsmål besvares:

1. I hvilken grad vil etablering av knutepunktstasjoner på Kolbotn og Vevelstad være forenlig med integrering av Follobanen som en del av en fremtidig høyhastighetsbane mot Sverige?
2. Hvordan vil knutepunktstasjoner på Kolbotn og Vevelstad påvirke
  - utvikling av Follobanen i lokal og regional sammenheng?
  - utvikling av lokaltogtilbudet på Østfoldbanen?
  - utvikling av det samlede kollektivtrafikktilbudet i Osloregionen
3. Hvordan vil en sammenkobling kontra en separasjon av de to linjene påvirke reisemønster og et fremtidig kundegrunnlag lokalt og regionalt?
4. Hvordan vil eventuelt stopp på disse stasjonene påvirke det totale kollektivtilbudet i korridoren?
5. Hvordan samsvarer arealbruksforutsetningene fra tidligere analyser den utvikling som har vært i ulike deler av Sørkorridoren?
6. Hvilken betydning har knutepunktstasjoner på Kolbotn og Vevelstad, ut fra togtilbud og reisetid, for kommunenes utvikling i og rundt disse knutepunktene?

Vurderingene må gjøres både med tanke på persontransport og godstransport.

Opprinnelig var det også stilt spørsmål knyttet til en eventuell forbindelse mot Hovedbanen (Bryndiagonal) og eventuelle sporforbindelser mellom Follobanen og Østfoldbanen. Sporforbindelse nord for Ski stasjon som knytter Østre linje til Follobanen, er besluttet inkludert av JBV som en forutsetning for foreliggende analyse. Vurderinger rundt eventuelle andre sporforbindelser og Bryndiagonal er besluttet av JBV at skal gjennomføres i senere planfase med utgangspunkt i de konsepter som er gjeldende i planfasen.

## **1.2 Oppgaveløsning og rapportstruktur**

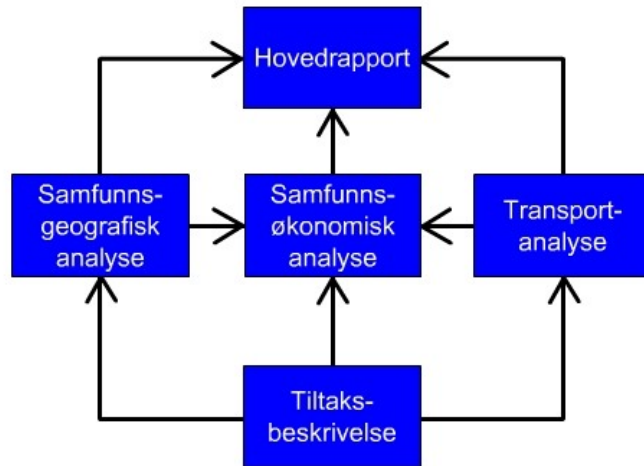
Jernbaneverket har tildelt Det Norske Veritas AS (DNV) med underleverandører Samfunns- og næringslivsforskning AS (SNF) og Møreforskning Molde AS (MFM) oppgaven med å besvare overstående spørsmålene. Arbeidet har vært delt opp i fire hovedområder:

1. Jernbanetekniske vurderinger
2. Samfunnsgeografiske vurderinger
3. Markedsvurderinger ved bruk av simulering i transportmodell
4. Samfunnsøkonomisk nytte/kost - analyse

Hvert hovedområde svarer ut deler av spørsmålsstillingene eller danner underlag for de enkelte av de andre analysene. Analysearbeidet er oppsummert i enkeltstående rapporter og sammenhengen mellom disse er vist i Figur 2. Hver av disse rapportene kan være basert på en rekke underliggende notater som drøfter eller beskriver individuelle forhold i mer detalj. Referanse til slike notater er gitt i aktuelle rapport.



- Tiltaksbeskrivelse: Rapporten inkluderer en beskrivelse av tiltaket – nytt dobbeltspor Oslo S - Ski, og de forutsetninger som ligger til grunn for de øvrige analysene. Rapporten dokumenterer sortering av alternativer, inkludert prosess og begrunnelser for valg av konsepter som utgjør basisen for det øvrige analysearbeidet.



**Figur 2 Rapportstruktur for utredningsarbeidet**

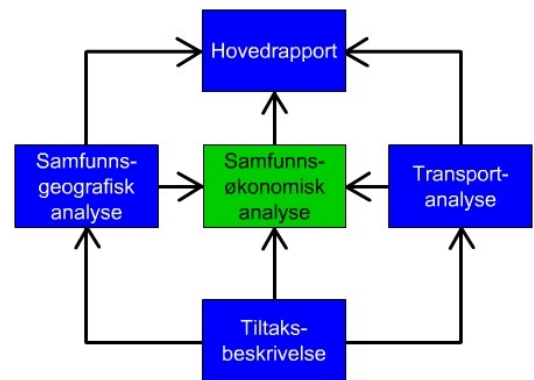
- Samfunnsgeografisk analyse: Rapporten oppsummerer de samfunnsgeografiske perspektiver som er drøftet ved tiltaket, og dekker spesielt spørsmålsstillingene 2, 5 og 6 stilt i innledningen over.
- Transportanalysen: Rapporten oppsummerer trafikksimuleringer gjennomført for tiltaket og de alternative konsepter som er vurdert. Arbeidet dekker spesielt spørsmålsstillingene 3 og 4 stilt i innledningen over.
- Samfunnsøkonomisk analyse: Rapporten oppsummerer de samfunnsøkonomiske vurderingene som er gjennomført for å beregne den samfunnsøkonomiske nytten av tiltaket "nytt dobbeltspor Oslo S- Ski".
- Hovedrapporten: Rapporten oppsummerer resultater fra delrapportene og drøfter sammenhenger mellom de enkelte delresultater sett i lys av de overordnede problemstillinger. På bakgrunn av drøftingene gir rådgivergruppen (DNV, SNF og MFM) sin innstilling til konklusjon på *de overordnede spørsmål*.

## 2 Hovedspørsmål og utformning av analysen

Foreliggende rapport dokumenterer resultatene av en samfunnsøkonomisk nyttekostnadsanalyse av etablering av nytt dobbeltspor mellom Oslo S og Ski.

Analysen tar utgangspunkt i to av hovedspørsmålene:

- Hva er den samfunnsøkonomiske nytten av å etablere et nytt dobbeltspor mellom Oslo S og Ski
- Hvordan påvirkes den samfunnsøkonomiske nytten av å etablere ny felles stasjon på Kolbotn for Follobanen og Østfoldbanen sammenlignet med å la Follobanen gå direkte mellom Oslo S og Ski



Med utgangspunkt i gjeldende hovedplan (ref.01, NSB Bane region øst) startet utredningen med å etablere fire hovedkonsepter for stasjonstilknytning som følger:

- VK1: Stopp både på Vevelstad og Kolbotn
- V2: Stopp bare på Vevelstad
- K3: Stopp bare på Kolbotn.
- I4: Ingen stopp mellom Oslo S og Ski,

I tillegg til stasjonsløsningene varierte de ulike hovedkonseptene med hensyn til sporforbindelse mellom Østfoldbanen og Follobanen. Det ble gjennomført en innledende vurdering av de ulike alternativene, med det formål å redusere antallet konsepter som skulle medtas i den samfunnsøkonomiske analysen. Denne vurderingen er dokumentert i en egen rapport [ref.02-DNV].

Resultatene fra drivemetode (ref.10, JBV) viser at tunneltrasé forbi Vevelstad er lagt betydelig dypere enn den som foreligger i gjeldende hovedplan. Dette innebærer at en stasjon på Vevelstad vil bli en underjordisk stasjon. Kombinasjon av høye stasjonskostnader og relativ lav betydning for regional utvikling og potensiell nytte for reisende medfører at stopp på Vevelstad stasjon er blitt vurdert som en lite hensiktsmessig løsning for Follobanen. Vevelstad stasjon er derfor ikke inkludert i trafikkanalysen (ref.09, MFM) og den samfunnsøkonomiske analysen.

Følgende to konsepter er utredet i foreliggende samfunnsøkonomiske analyse:

- Alternativ K3 med felles stasjon for Østfoldbanen og Follobanen på Kolbotn
- Alternativ I4 med direkte spor mellom Oslo S og Ski

Disse alternative konseptene sammenlignes i analysen med et referansealternativ som innebærer ingen ny Follobane, men med enkelte tiltak for å styrke Østfoldbanen.

Referansealternativet og de to alternative utbyggingskonseptene er beskrevet i etterfølgende kapitler.

### 3 Referansealternativ og utbyggingsalternativer

#### 3.1 Referansealternativet

Referansealternativet er basert på en videreføring av dagens situasjon med hensyn til driftsopplegg og infrastruktur på jernbanen. Det er lagt til grunn i analysen at det vil være vekst i trafikken uavhengig av utbygging eller ikke. Det må derfor tas hensyn til nødvendige investeringer og endringer i driftsopplegg for at videreføring av driften skal være realistisk. Dette gjelder både for tog og buss. Referansealternativet er basert på forutsetninger utarbeidet i et eget notat, [ref 4, Asplan Viak].

##### *Infrastruktur tog*

En økning av kapasiteten for jernbanen med eksisterende spor vil medføre behov for lengre tog og dermed kostnader til oppgradering av eksisterende plattformer. Referansealternativet inkluderer derfor en oppgradering av stasjoner på Østfoldbanen. De oppgraderingene som er lagt inn som investeringer i referansealternativet inkluderer ikke alminnelig vedlikehold og tiltak for å tilfredsstille krav til universell utforming. Ekstraordinære tiltak for referansealternativet er begrenset til følgende stasjoner:

- Nordstrand - estimert 300 millioner. Stasjonen ligger i kurve. I kostnadsoverslaget inngår en begrenset omlegging på 250 m lengde med stasjon i kurve og at forlengelse av dagens midtplattform krever omfattende sporomlegging.
- Ljan - estimert 50 millioner. Stasjonen ligger i kurve. I kostnadsoverslaget inngår forlengelse av inngående plattform. Ny utgående plattform bygges på eksisterende planert grunn. Midtplattformen kan ikke forlenges og derfor blir liggende uendret.
- Kolbotn- estimert 100 millioner. Stasjonen ligger i kurve. I kostnadsoverslaget inngår forlengelse av 70 m for sideplattform for inngående trafikk, 130 m forlengelse av midtplattform. Dette medfører at midtspor/ snuspor må fjernes og erstattes av nytt snuspor på Myrvoll stasjon. Enkel omlegging krever drift på ett spor i en periode på 3 – 5 måneder.

Kostnadsestimatene er hentet fra et notat av Asplan Viak datert 2008-05-30, [ref.03, Asplan Viak]. Kostnadsestimatene gjelder utvidelse til 250m plattform, men ikke full standard.

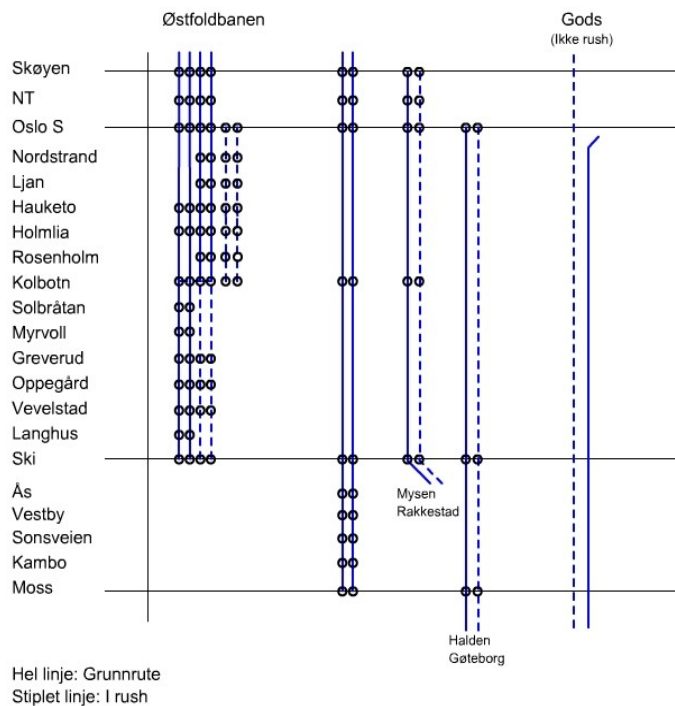
I tillegg inkluderer referansealternativet følgende øvrige utbygninger på Østfoldbanen i henhold til planer:

- Forlenget Berg krysningsspor
- Nytt krysningsspor mellom Sarpsborg og Ingdal – Klavestad krysningsspor
- Forlengelse av Råde krysningsspor

Det foreligger ikke anslag på eventuelle endringer i driftskostnader for videreføring med dagens infrastruktur.

##### *Driftskonsept tog*

Referansealternativet er bygd opp om et modifisert driftskonsept på Østfoldbanen. Dette er basert på NSBs 2012- konsept. [ref.08, NSB] beskriver togtilbudet og stoppmønsteret som ligger til grunn for referansealternativet.



**Figur 3 Togtilbud og stoppmønster for Østfoldbanen i referansealternativet**

### *Infrastruktur vei*

Det er forutsatt videreføring av tilbudet på dagens kollektivtrafikk utenom jernbanen. Utbygging av veinettet er forutsatt å følge vedtatte planer fra Nasjonal transportplan (NTP), dvs. følgende veiutbygginger er inkludert i foreliggende utredning:

- E18- korridoren: Krosby – Knapstad (fullføres sommeren 2010)
- E6: utbygging firefelts veg i østfold og Akershus (planlagt fullført høsten 2009)
- Rv 150: Ulvensplitten – Sinsen
- E18 Bjørvika
- Ny tilknytning til Alnabruterminalen
- Ny atkomst til Sydhavna

### *Driftsopplegg buss*

Det vil være nødvendig med en styrking av busstilbudet også i referansealternativet, for at dette skal være et realistisk alternativ til utbygging. Styrkingen av tilbudet er modellert som en dublering av enkelte ruter eller økning av størrelsen på bussen for ruter hvor trafikkmodellen indikerer større trafikk enn det er kapasitet med dagens tilbud. Dublering av ruter fører til en økning av kjørte kilometer, mens økt størrelse på bussen er modellert som en kostnadsøkning per kjørt km på 20% for disse rutene. Kostnadene ved dette tilbudet kommer blant annet i form av økte operatørkostnader, økt vedlikehold av vei og økte utslipp. Dette regnes inn i kostnadene for referansealternativet, både i form av kostnader for operatøren og kostnadselementer knyttet til støy, utslipp og slitasje.

### 3.2 Utbyggingsalternativene

Som nevnt er det gjennomført analyser for to alternative utbyggingskonsepter:

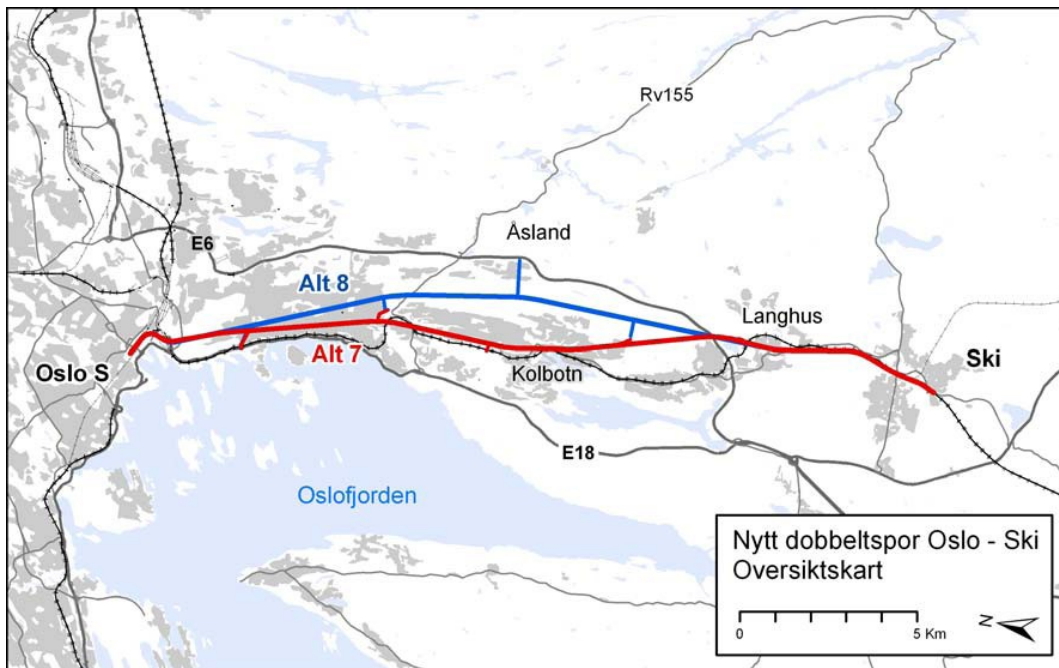
- K3 med felles stasjon for Follobanen og Østfoldbanen på Kolbotn
- I4 uten stopp mellom Ski og Oslo S.

Det er utarbeidet en egen rapport som beskriver tiltaket i mer detalj, [ref.02-DNV].

Nedenfor følger en kort beskrivelse av traséen for de to alternative konseptene K3 og I4, som også er vist i Figur 4.

- En eventuell ny Follobane vil ta utgangspunkt en ny stasjon i Ski tettsted. For begge konseptene går traséen i dagen frem mot Langhus/Levelstad, hvorfra traséen videreføres i tunnel.
- For alternativ K3 går traseen inn om Kolbotn, hvor det etableres ny felles stasjon for Østfoldbanen og Follobanen. Traseen for dagens Østfoldbane legges om slik at den går utenom Kolbotn Sentrum. Den nye stasjonen etableres sør for dagens stasjonsområde, og kombineres med tiltak for bussterminal og parkering. Omleggingen av Østfoldbanen vil redusere barriereeffekten i Kolbotn sentrum. Konseptet innebærer en underjordisk Kolbotn stasjon, der Follobanen og Østfoldbanen ligger på forskjellig nivå i forhold til hverandre.
- Traseen for alternativ I4 går utenom Kolbotn.
- I begge alternativene går traseen i tunnel frem til innkjøring til Oslo S. Løsningen for innkjøring mot Oslo er basert på optimalisert delt løsning ved Loenga.

Etablering av Follobanen påvirker ikke bare trafikken mellom Ski og Oslo, men har betydning for reisetiden for både østre og vestre spor på Østfoldbanen, som møtes i Ski. Det er forutsatt at Follobanen er koblet til vestre linje, men med overkjøringsmulighet nord for Ski, slik at også tog fra østre linje kan kjøre på Follobanen.



**Figur 4 Kartillustrasjoner som viser de to foreslåtte traséalternativene for Follobanen (alt 7 tilsvarer K3 og alt. 8 tilsvarer I4)**

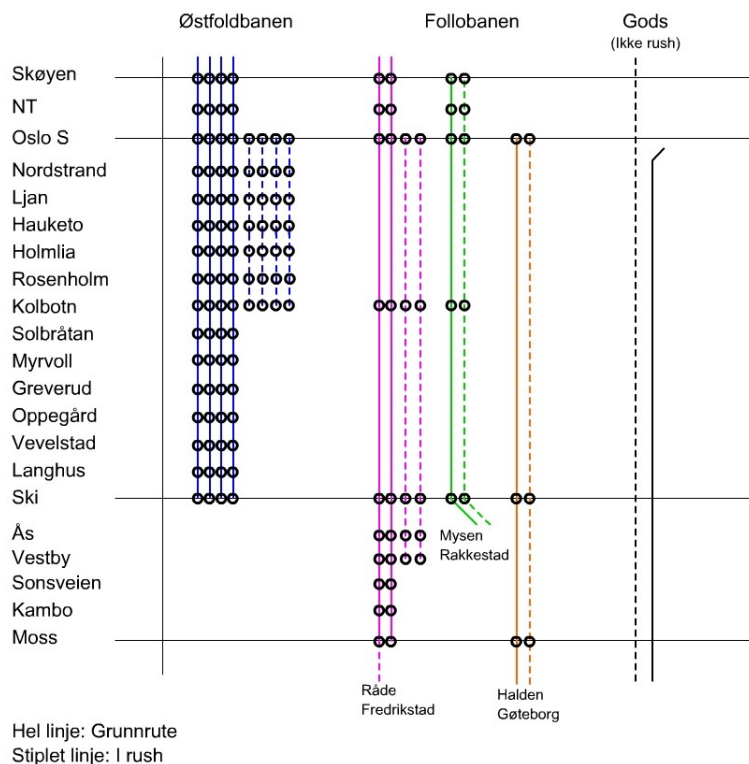
For begge konseptene er det gjennomført kostnadsberegninger for ulike utforminger og drivemetoder på tunnelstrekningen. Alternativene er beskrevet i en egen rapport [ref.05, Aas-Jakobsen]. Det er i beskrivelsen av disse alternative utformninger av tunneler ikke lagt til grunn forskjeller i vedlikeholdskostnader eller forhold som påvirker driften av banen. Det er derfor tatt utgangspunkt i det rimeligste alternativet for hver av de to konseptene K3 og I4. Dette er en løsning med konvensjonell sprengning av ett løp for dobbelsporet og med rømningsmuligheter til det fri hver km.

Det er gjennomført usikkerhetsanalyse for investeringskostnadene, [ref.06, JBV utbygging]. I den samfunnsøkonomiske analysen er det tatt utgangspunkt i disse beregnede verdiene, men investeringene er spredt ut over en utbyggingsperiode på 5 år.

### Driftkonsept Follobanen

Det er utarbeidet et driftskonsept for Follobanen og Østfoldbanen, som er lagt til grunn i analysene. Driftskonseptet for persontrafikken er nærmere beskrevet i tiltaksrapporten, [ref.02, DNV] og fremgår av Figur under. Figuren viser hovedkonsept K3, men vil være tilsvarende for I4 uten stans på Kolbotn for Follobanen.

Det presiseres at driftskonseptene er et forslag og beskriver ikke det endelige konsept som eventuelt vil bli tilbudt om Follobanen gjennomføres. Imidlertid er konseptene vurdert til å være gjennomførbare og relevante i forhold til mulig trafikkbehov.



**Figur 5 Togtilbud og stoppmønster for hovedkonsept K3 – Stasjon Kolbotn på Follobanen**

## 4 Følsomhetsanalyser

Det er gjennomført flere følsomhetsanalyser i transportmodellen som innspill til foreliggende samfunnsøkonomiske analyse. Følgende analyser er inkludert:

- 1) Følsomhetsanalyse der det er lagt inn 100% økning av bompengesatsene i rushtiden i det samme bompengesnittet som allerede eksisterer. Analysen er gjennomført for både K3 og I4, og alternativene er kalt K3TDBF og I4TDBF
- 2) Følsomhetsanalyse som inkluderer økt tilførsel med buss til stasjoner langs strekningen Oslo S – Ski. Dette inkluderer:

- Tre (3) nye materuter rundt Kolbotn stasjon
- Alle ruter i sørkorridoren definert som supplerende i forhold til jernbanen har fått dobbel avgangsfrekvens i rush og lavtrafikk.

Analysen er gjennomført for både K3 og I4, og alternativene er kalt K3M og I4 M.

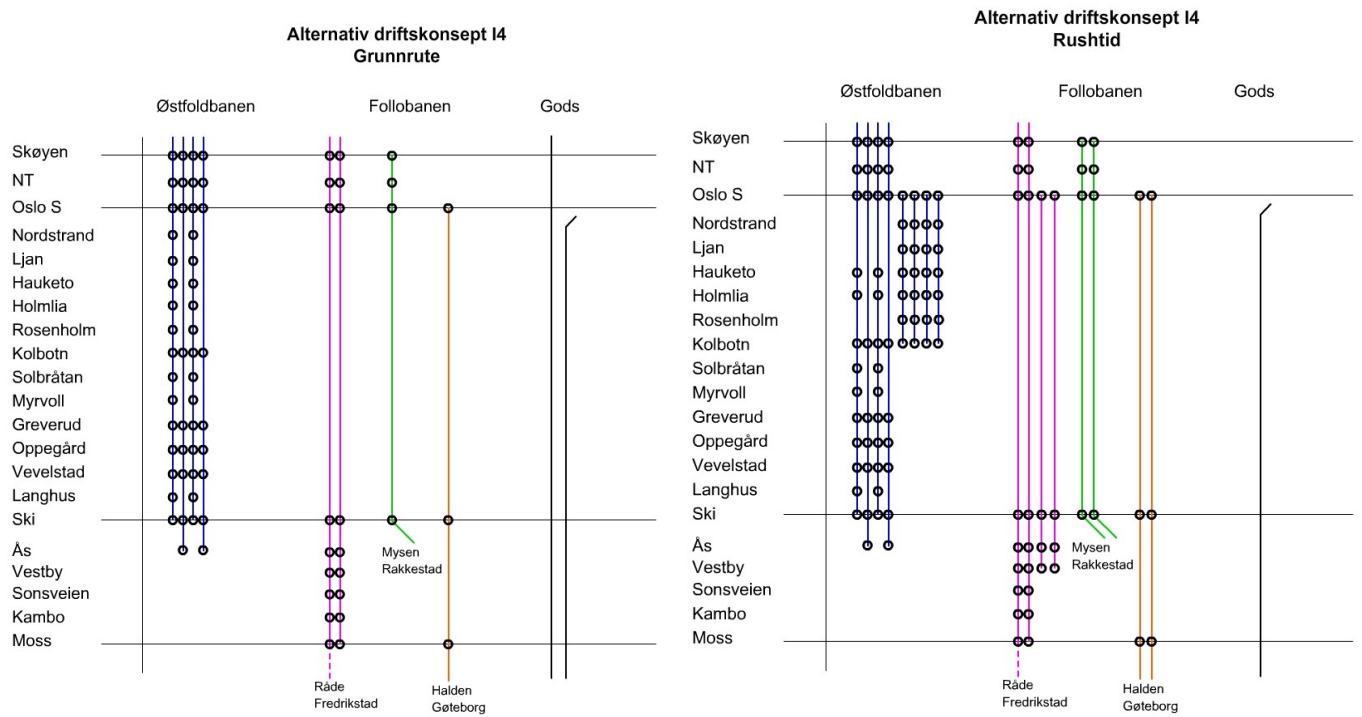
- 3) Trafikantene verdsetter reduksjoner i forsinkelser svært høyt. Det hersker imidlertid noe usikkerhet om hvor mye byggingen av dobbeltsporet, og dermed en separasjon av de raske og de fullstoppende togene, vil kunne avhjelpe punktlighetsproblemer for jernbanen i sørkorridoren. I basiskonseptene K3/I4 er det forutsatt 67% (2/3) reduksjon i forsinkelser. Det er derfor gjennomført to følsomhetsanalyser for å se på effekt av forsinkelsesproblemene.

- I det ene følsomheten det forutsatt uendret punktlighet på Østfoldbanen (lokaltog fra Ski og Kolbotn), dvs. samme forsinkelser som dagens nivå. På Follobanen (tog fra Mysen, Vestby, Moss, Rygge og Halden) forbedres punktligheten tilsvarende som i basiskonseptet, dvs. 67% forbedring. Dette er kun gjennomført for I4. Alternativet er kalt I4F.
- I den andre følsomheten er det forutsatt kun 33% forbedring i punktligheten på både Follobanen og Østfoldbane. Dette er gjennomført for både K3 og I4. Alternativene er kalt K3F3/ I4F3.

- 4) Analysen bygger på et tilnærmet identisk driftskonsept for begge konseptene K3 og I4. Forskjellen er at tog på Follobanen ikke lenger stopper på Kolbotn i I4. I I4 finnes det ingen direkte ruter for den lokale befolkningen langs strekningen. Det er derfor laget et alternativt driftskonsept for å se hvordan Kolbotn stasjon påvirkes av eventuelle direkte ruter. Alternativt driftskonsept og endringene i stoppmønster er vist i Figur 6.

Det presiseres at dette alternative driftskonseptet er utarbeidet for en modellmessig følsomhetsvurdering i foreliggende utredning. Den skal derfor ikke betraktes som et reelt konsept.

Det er valgt å gjennomføre følsomhetsvurderingen for det alternativet som også inkluderer mating til stasjonene, dvs. I4M. Alternativet med endret driftskonsept er kalt I4ME, der E står for ekspress (til/fra Kolbotn).



**Figur 6 Togtilbud og stoppmønster for alternativt driftskonsept I4ME.**

For godstrafikken er det lagt til grunn en økning i kapasiteten og etterspørselen. Når det gjelder flaskehalsen i forhold til godstrafikken er det ikke strekningen mellom Oslo S og Ski som trekkes frem blant de mest kritiske områder. Det er likevel lagt til grunn at utbygging vil gi økt kapasitet i rush som vil bli etterspurt.



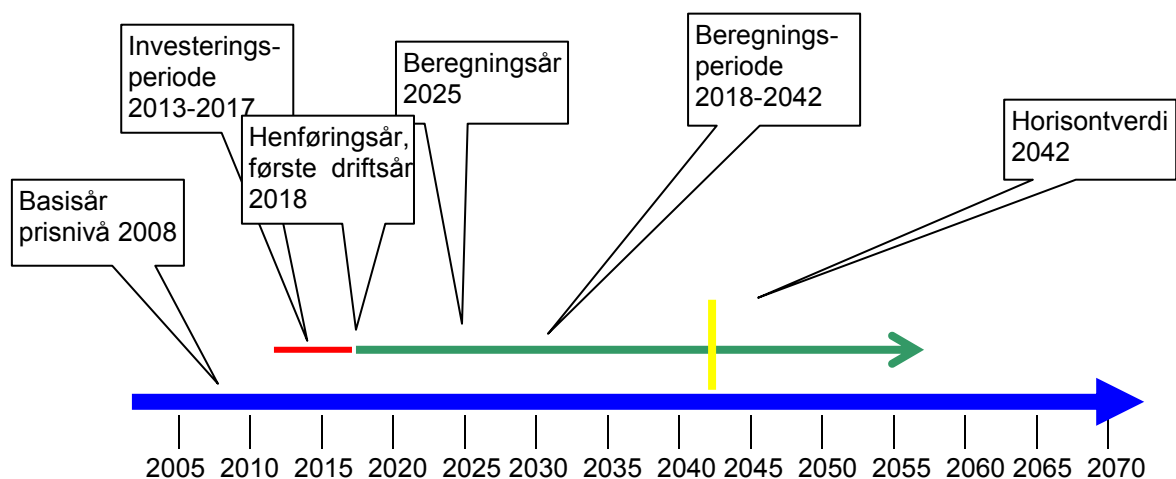
## 5 Metodikk og forutsetninger

### 5.1 Generelt

Analysen vil ta utgangspunktet i opplegget i Jernbaneverkets metodehåndbok JD205. Det vil imidlertid være forskjeller med hensyn til ulike parameterverdier. Dette gjelder for eksempel håndteringen av tidsverdier. Følsomheten av resultatene for ulike parameterverdier vil bli diskutert.

Tidsstrukturen i analysen fremgår av figuren under.

- Basisår for prisnivået er 2008. Investeringskostnadene er gitt i 2008 priser. Jernbaneverkets regneark NKA08 inneholder parameterverdier oppdatert til 2008, og andre tall som er brukt er oppjustert til dette året. Det forutsettes at de relative realpriser for 2008 er konstant i hele analyseperioden.
- Det legges til grunn en investeringsperiode fra 2013-2017, og de samlede investeringene er fordelt på de enkelte årene.
- Første driftsår er 2018, og det legges til grunn en beregningsperiode på 25 år. Ved slutningen av beregningsperioden inntektsføres en eventuell restverdi av den investerte kapitalen.



**Figur 7: Illustrasjon av tidsstrukturen i analysen og sammenhengen mellom de viktigste begrepene**

- Nyttvirkninger og kostnader i driftsperioden anslås ut fra et representativt beregningsår, som er 2025. I trafikkmodellen er dette året brukt som utgangspunkt når det gjelder befolkning og trafikk. Det er bare ett beregningsår i analysen, og da er det hensiktsmessig at dette året ligger litt ute i beregningsperioden.
- Henføringsåret er det året alle nytte- og kostnader i beregningsperioden diskonteres til. Tradisjonelt settes dette til første driftsår, altså her 2018. Nåverdien av investeringene vil bli mindre jo tettere på henføringsåret de blir gjennomført. Det vil bli gjennomført en egen analyse av lange utbyggingsperioder, hvor henføringsåret settes til første investeringsår.
- Ved avslutning av beregningsperioden i 2042 inntektsføres et anslag på restverdien av realkapitalen i prosjektet.

- I trafikkmodellen er det lagt til grunn at det er vekst i befolkning og trafikk frem mot beregningsåret 2025. Det legges videre til grunn at det er en årlig vekst i trafikken fra 2025 p 1% i resten av beregningsperioden. Dette gjennomføres i praksis ved at det beregnes en trafikkindeks som multipliseres på alle trafikkavhengige størrelser i nyttekostnadsanalysen. For 2025 er indeksen 1, og for årene fra 2018 til 2024 vil indeksen være mindre enn en. Indeksen for trafikkvekst brukes for alle komponentene i Tabell 5.1 unntatt investeringskostnader, restverdi og utslipp under bygging.

## 5.2 Opplegg for beregning av prissatte effekter

De verdsatte effektene er oppsummert i tabell 5.1. Det skjelves mellom flere interessentgrupper:

1. Trafikanter
2. Operatører ansvarlige for driften av kollektivtrafikk. Det skjelves ikke mellom operatører av buss og tog i presentasjonen, men beregningen av inntekter og kostnadsdrivere er gjennomført korrekt i transportmodellen.
3. Godstrafikk regnes som egen sektor, og verdiene her oppsummerer både kostnader og overskudd for godsoperatøren og kostnader ved bruk av infrastruktur
4. Offentlig sektor som eier av infrastruktur og ansvarlig for investeringer
5. Samfunnet for øvrig.

Resten av dette avsnittet inneholder en kort presentasjon av innholdet i de enkelte postene i det samfunnsøkonomiske regnskapet. Det vil bli henvist både til Jernbaneverkets metodehåndbok (JD205) og det tilhørende regnearket (NKA08). Regnearket inneholder parameterverdier som er oppdatert til 2008.

Gjennomgangen tar utgangspunkt i størrelsene for beregningsåret 2025. Det er disse verdiene som danner grunnlag for de neddiskonterte verdiene for hele beregningsperioden 2018-2042.

**Tabell 5-1 Effekter verdsatt for ulike interessentgrupper for beregningsåret 2025**

2025 verdier		K3 - REF
Trafikantnytte persontrafikk		261
Operatører persontrafikk	Inntekt	188
	Driftskostn. buss	9
	Personal kostn	-9
	Vedlikeh. Energi	-17
	Klargjøring	-4
	Felleskostnad	-21
	Kapital	-20
	Off. kjøp	-127
Gods		7
Offentlige sektor	Investering	
	Restverdi	
	Drift bane	-6
	Drift vei	12
	Bompenger	-5
	Avgifter bilkjøring	-15
	Skattekostnad	
	Offentlig kjøp	127
Samfunnet for øvrig	Ulykkeskostnad	6
	Globale utslipp	2
	Lokale utslipp	1
	Støy	2
	Utslipp bygging	

### Trafikantnytt

Denne komponenten beregnes med utgangspunkt i data fra trafikkmodellen. Endringen i nytten fremkommer ut fra endring i generaliserte kostnader, som kombinerer monetære kostnader som billettpris (for kollektivkunder) eller driftsavhengige kostnader for billister med tidskostnader. Tidskostnader på sin side blir beregnet ut fra en vektning av tiden brukt på ulike aktiviteter. Trafikantnytt er nettoverdien etter for eksempel betaling av billetter, bompenger og andre trafikantutgifter.

I beregningene av nytten for kollektivtrafikken tas det utgangspunkt i en timepris for ombordtid på 60 kr. Vektene for ulike aktiviteter er

- Ombordtid = 1,00
- Ventetid = 1,80
- Gangtid = 1,80
- Overgang = 8,34

Det skjelves ikke mellom korte og lange reiser, i motsetning til opplegget i JD205 hvor tidsverdiene øker for reiser over 50 km. Trafikantnytt fordeles ikke på grupper etter reiseformål (som for eksempel arbeids- eller fritidsreiser).

I trafikkmodellen beregnes det timeverdier for henholdsvis lavtrafikk og rushtrafikk. Alle beregninger gjelder virkedøgn. Det er derfor nødvendig å kunne fordele antall timer i døgnet på lavtrafikk og rushtrafikk. På samme måte må antall virkedøgn justeres opp til et uttrykk for årtrafikken. Følgende parameterverdier er lagt til grunn

- Antall dager i året: 365
- Omregningsfaktor for virkedøgn til årstrafikk: 0,9
- Antall timer rush i døgnet: 5
- Antall timer lavtrafikk i døgnet: 13

Tabell 5.2 viser sammensetningen av endringen i trafikantnytt på ulike segmenter i trafikken. Det skjelles mellom ulike geografiske områder og reisetidspunkt, men ikke mellom reisehensikt.

Det fremgår av tallene at den største økningen i trafikantnytte knytter seg til RTM23 området, som dekker Akershus og nordlige del av Østfold. Av de øvrige delene er det området Rest RTM øst som står for den største andelen. Dette gjelder reiser fra områder sør for Moss. Reiser som har utgangspunkt sør for Ski vil få fullt utbytte av redusert reisetid, og får derfor stor vekt. Som hovedregel er tallene for I4 noe større enn for K3, men ikke for RTM23. Dette har sammenheng med betydningen av trafikken på Kolbotn stasjon i K3.

**Tabell 5-2** Dekomponering av endring i trafikantnytt i forhold til referansen i basialternativene for beregningsåret 2025.

Verdier for beregningsåret 2025		mill kr/år						
Trafikantgruppe		Alternativ	Normale virkedager			Restdager	Totalt	
			M_Rush	E_Rush	Resttimer			
Bil		K3					26	
		I4					23	
Kollektiv	RTM23	K3	37	38	34	32	141	
		I4	35	36	33	30	134	
	Flyplass	K3					25	
		I4					25	
	Lange reiser tog	K3					17	
		I4					18	
	Rest RTM øst	K3					46	
		I4					47	
	Utland	K3					5	
		I4					5	
	Skole	K3					1	
		I4					1	
	Alle trafikantgrupper		K3					261
			I4					253

Det er en liten økning i trafikantnytte også for bil. Dette har sammenheng med at økningen i kollektivtrafikk fører til mindre trengsel på veiene, og dermed en reduksjon i reisetiden for bilene også.

### Inntekt operatører i persontrafikk

Billettinntekter for busselskaper og operatører for persontrafikk på jernbanen beregnes i trafikkmodellen ut fra konkrete opplysninger om billettpriser for ulike strekninger. Datagrunnlaget er for 2001, og er oppjustert til 2008 priser.

Det presenteres ikke separate tall for busselskaper og operatører av tog, men det skjelles mellom bidrag for ulike geografiske områder. Tabell 5.3 viser sammensetningen.

**Tabell 5-3** Dekomponering av operatørinntekt 2025

Komponent	K3-REF
RTM23	116,48
Flyplasstrafikk	23,54
Lange togreiser	18,13
Rest RTMØst	25,35
Utlandstrafikk	4,88
SUM	188,40

### Driftskostnader for operatører av kollektivtrafikk

For busselskaper legges det til grunn en driftskostnad på kr 20,15 per kjøretøykilometer. Denne parameteren skal inkludere både de direkte kilometeravhengige kostnadene, personalkostnader og felleskostnader. Denne parameteren er relevant i analyser med endring i busstrafikken, det vil si både i referanse (jvf. Avsnitt 3.1) og i scenarioet med økt mating med buss mot Kolbotn sentrum. Tallene som presenteres under gjelder reduksjonen i busstrafikk i hovedalternativet.

**Tabell 5-4** Parameterverdier for kostnader bussoperatører

Inntektskomponent	Sats kr/kjøretøykm	Endring kjøretøykm buss
Driftskostnader buss	20,15	-458 257

Driftskostnader knyttet til det rullende materiell for tog behandles grundigere enn busstrafikken. Det skjelles mellom

- personalkostnader
- vedlikeholds- og energikostnader
- klargjøringskostnader
- kapitalkostnader
- felleskostnader knyttet til administrasjon

Felleskostnader operasjonaliseres som 10% av summen av øvrige driftskostnader og billettinntekter. Dette opplegg er basert på JD205.

For de øvrige kostnadskomponentene er det tatt utgangspunkt i satser fra JD205, men verdiene er omregnet til andre enheter og det skjelles for eksempel mellom grunnrutetog og innsatstog. Innsatstog er tog som settes inn i rushtrafikken, mens grunnrutetog går stabilt gjennom dagen. Omregningene er gjennomført av DNV. Tabellen under viser satsene for kapitalkostnader, vedlikeholds- og energikostnader og klargjøringskostnader. Enheten er kr per setekm. Det skjelles mellom lokal, mellomdistanse og fjerntog, og innen disse kategoriene også mellom grunnrute og innsatstog.

**Tabell 5-5 Parameterverdier for kostnadselementer rullende materiell**

		Kapital- kostnader	Vedlikehold og energi	Klargjørings- kostnader	Sum kostnad per setekm
Togtype	Enhet	kr/setekm	kr/setekm	kr/setekm	kr/setekm
Fjerntog	Grunnrute	0,08	0,09	0,013	0,183
	Innsatstog	0,204	0,09	0,03	0,324
Mellomdistanse	Grunnrute	0,059	0,079	0,012	0,15
	Innsatstog	0,15	0,079	0,026	0,255
Lokaltog	Grunnrute	0,0623	0,074	0,012	0,1483
	Innsatstog	0,12	0,074	0,03	0,224

Det fremgår av tabellen over at både kapitalkostnader og klargjøringskostnader er høyere per setekm for innsatstog enn det er tilfelle for grunnrutetog. For vedlikehold og energi er det ingen forskjell.

Personalkostnadene avhenger både av størrelsen på togsettet og antall kilometer som kjøres. Tabellen under viser kr per togkm for ulike rutetyper og størrelse på togsettet.

**Tabell 5-6 Personalkostnader**

		Personal Kostnader
Togtype	Enhet	kr/togkm
Fjerntog	2-4 vogner	9
	5-8 vogner	12,6
Mellomdistanse	2-4 vogner	10
	5-8 vogner	14,5
Lokaltog	2-4 vogner	15,7
	5-8 vogner	22,5

I ruteopplegget for Østfoldbanen og Follobanen inngår det ikke fjerntog. Det er IC ruter som regnes som mellomdistanse. Størstedelen av trafikken på disse strekningene gjennomføres imidlertid av lokaltog. Forholdet mellom innsatstog og grunnrutetog beregnes ved å beregne antall setekm som kjøres i lavtrafikk, og antall setekm som kjøres i rush. Differansen mellom disse to verdiene defineres som gjennomført av innsatstog.

#### Offentlig kjøp

Det tas utgangspunkt i at operatørene skal gå i balanse. Offentlig kjøp blir derfor satt til differansen mellom de samlede inntekter og kostnader for kollektivoperatørene. Det fremgår at endringen i offentlig kjøp er negativ, det vil si operatørselskapene på persontrafikken øker sitt overskudd. Dette må ses i sammenheng med at driftskostnadene for tog er relativt lave, mens kapitalkostnadene utgjør en stor del av de samlede kostnadene.

Gods

Det er gjennomført en egen analyse av betydningen av Follobanen for godstrafikken på bane. Analsen er gengitt i Vedlegg 1. Det konkluderes med at etablering av Follobanen vil gi økt kapasitet for godstrafikk i rush. I notatet argumenteres for at flaskehalsene som setter grenser for kapasiteten for godstrafikken ikke berøres direkte av Follobanen. Det beregnes en verdi av å øke kapasiteten i rush, basert både på verdiøkningen i godstransportsektoren og de eksterne virkninger knyttet til overføring av godstrafikk fra vei til bane. Denne verdien er ikke antatt å bli påvirket av konseptvalget, og er derfor konstant for alle beregningsalternativer.

Investering og restverdi

Investering og restverdi er ikke representert i tabellen for 2025, da dette er elementer som ikke henføres til et gitt driftsår. I Jernbaneverkets metodehåndbok skjelves det mellom ulike kapitaltyper med tilhørende levetider. I tabellen under viser de to første kolonnene de ulike kapitaltyper med tilhørende levetider. De to neste kolonnene viser de samlede investeringskostnader fordelt på de ulike kategoriene. Begrepet underbygging inkluderer tunneler, og det fremgår at dette utgjør en vesentlig del av investeringene på Follobanen.

**Tabell 5-7 Forutsetninger om levetider kapital og fordeling av samlede investeringer på kapitaltyper**

Investerings-Kategori	Levetid	K3	I4
Plan og grunn	40	2 589,3	1 879,3
Underbygning	75	7 282,6	5 786,6
Overbygning	40	550,0	512,0
Elektroanlegg	40	591,5	566,6
Stasjonsanlegg	40	53,0	53,0
Signalanlegg	30	423,8	369,1
Kontaktledningsanlegg	40	1 073,5	1 054,0
Sum		12 563,7	10 220,7

Det er ikke en egen kategori for plan og grunn i JD205. Vi har valgt å sette denne verdien til 40 år, ut fra at disse kostnadene kunne være fordelt på de øvrige kategoriene.

I beregningene brukes en beregningsperiode på 25 år. Levetiden for de ulike kapitaltypene regnes fra året hvor investeringene tas i bruk. Det legges til grunn at verdien av investeringene reduseres lineært over levetiden. Når beregningsperioden er kortere enn levetiden vil det være en restverdi som tas til inntekt for prosjektet.

Kapitalkostnadene øker, alt annet like, hvis investeringsperioden strekkes ut i tid. I beregningene legges det til grunn at investeringene gjennomføres over fem år fra 2013-2017, slik at 2018 blir første driftsår på Follobanen. Det kan argumenteres for at utbyggingen av K3 er et større og vanskeligere prosjekt enn I4, og at det derfor er realistisk med en lengre utbyggingsperiode. Dette er imidlertid ikke implementert i analysen.

Driftskostnader infrastruktur

Driftskostnader for vei og jernbane kan oppfattes som slitasje som avhenger av antall kjøretøykilometer. Det kan også være andre faktorer som har betydning, som for eksempel hastighet, vekt, antall akslinger med mer. I JD 205 angis imidlertid en enkelt sats for kjøretøykilometer for tog, dog med differensiering mellom persontog og godstog. For persontog er satsen på 10,791 kroner, mens den er 21,839 for godstog.

Slitasje på vei avhenger også av kjøretøytype. For personbiler er satsen 0,369 kr per kjøretøykilometer og for buss er den 3,459.

**Tabell 5-8 Parameterverdier for kostnader infrastruktur jernbane og vei**

Kostnadskomponent	Sats kr/kjøretøykm	Endring kjøretøykm
Jernbane persontog	10,791	571 261
Vei personbil	0,369	-27 467 441
Vei buss	3,459	-458 257

Effekter knyttet til endring i godstrafikk på vei og bane er tatt hensyn til i inntektskomponenten for gods.

#### Bompenger

Bompengene avhenger av antall biler som passerer bompengeringen, og størrelsen på beløpet beregnes i transportmodellen basert på et anslag på bompengesatsen.

#### Avgifter til statskassen

Denne posten dekker avgifter på drivstoff for biler i persontrafikk. Satsene er kr 0,537 per kjøretøykilomet.

**Tabell 5-9 Parameterverdier for avgifter for personbiler**

Kostnadskomponent	Sats kr/kjøretøykm	Endring kjøretøykm
Vei personbil	0,537	-27 467 441

#### Skattekostnad

Det legges til grunn i samfunnsøkonomiske analyser at offentlige skatteinntekter i seg selv fører til et effektivitetstap. Marginalkostnaden ved å trekke inn en krone i skatt er satt til 20 øre. Staten har utgifter til offentlig kjøp av transporttjenester og til investerings- og vedlikeholds- budsjettet for Statens vegvesen og Jernbaneverket. Endringen i skattekostnaden vil avhenge av den samlede endringen i de postene som fører til utgifter eller inntekter for staten. En reduksjon i bilkjøring vil isolert sett redusere avgiftene, men vil samtidig redusere nivået på vedlikeholdsutgifter. Tilsvarende vil en økning i inntekter til operatørene i kollektivtrafikken isolert sett redusere behovet for offentlig kjøp.

#### Ulykkeskostnader

Både transport på vei og transport på jernbane gir mulighet for ulykker. For jernbanen er det lagt til grunn en sats per togkilometer på 4,25. Denne satsen svarer til verdien i referanse fra JD205, men bidraget fra planoverganger er satt til 0, fordi det ikke er planoverganger på Østfoldbanen eller Follobanen. For veitrafikk er de tilsvarende satser per kjøretøykilometer 0,291 for personbiler, 0,649 for buss.



**Tabell 5-10 Parameterverdier ulykkeskostnader**

Kostnadskomponent	Sats kr/kjøretøykm	Endring kjøretøykm
Jernbane persontog	4,25	571 261
Vei personbil	0,291	-27 467 441
Vei buss	0,649	-458 257

Globale og lokale utslipp, støy

Globale utslipp gjelder CO<sub>2</sub>. Lokale utslipp er NO<sub>x</sub> og partikler. Verdien som er lagt til grunn for tog er redusert i forhold til standardverdier fordi størstedelen av Follobanen går i tunnel.

**Tabell 5-11 Parameterverdier for utslipp og støy**

Kostnadskomponent	Sats kr/kjøretøykm	Endring kjøretøykm
Jernbane persontog, støy	0,7	571 261
Vei personbil, støy	0,0728	-27 467 441
Vei buss, støy	0,565	-458 257
Personbil, lokale utslipp	0,0205	-27 467 441
Buss, lokale utslipp	0,685	-458 257
Personbil, globale utslipp	0,0559	-27 467 441
Buss, globale utslipp	0,190	-458 257

Utslipp under bygging av banen

Det er gjennomført en egen analyse av utslipp av klimagasser i anleggsperioden. Analysen er dokumentert i Vedlegg 2. Utslippene antas å være uavhengig av konseptvalg.

**5.3 Transportmodellen**

Endringer i transportarbeidet og nytteeffektene for trafikantene beregnes med transportmodellen RTM23 og VIPS. Hovedtrekkene ved modellen og endringer i trafikkmonsteret for ulike beregningsforutsetninger er dokumentert i et eget notat [ref 9, MFM].

**5.4 Samfunnsøkonomisk resultat nåverdi**

I presentasjonen av de prissatte konsekvenser vil alle investerings-, driftskostnads- og nyttekomponenter være diskontert til henføringsåret 2018. Summeringen av positive og negative verdier gir det samlede samfunnsøkonomiske resultat målt i 2008 kr i 2018. Dette er netto nåverdi av prosjektet (NNV). I tillegg til samlet samfunnsøkonomisk resultat presenteres tall for netto nåverdi delt med investeringen. Dette vises i tabellene som NNV/I. I Jernbaneverkets metodehåndbok anbefales bruk av netto nåverdi per budsjettkrone (NNB). Nevneren i dette uttrykket (i tabellene omtalt som budsjettvirkning) fremkommer som summen av investeringskostnad, endring i drift og vedlikehold av infrastruktur, endring i offentlig kjøp og endring i skatter og avgifter. Når netto nåverdi er negativ er NNB ikke velegnet for å rangere alternativer. Det bør da legges vekt på NNV.

## 6 Prissatte konsekvenser i basisalternativene

Beregningene av samfunnsøkonomisk resultatet vises som endring i forhold til referansealternativet. Dette betyr, som tidligere beskrevet, at det er tatt hensyn til nødvendige investeringer og driftskostnader for at referansealternativet skal være reelt gitt trafikkøkningene som er forutsatt. I oppstillingen vil inntekter og nytteverdier være positive tall, mens driftsutgifter og investeringer vil være negative. En økning i kostnader i forhold til referanse vil gi en negativ verdi, mens en reduksjon i kostnader vil være positiv.

Tabell 6.1 viser beregningen av samfunnsøkonomisk resultat av gjennomføring av hver av de to alternative investeringskonseptene I3 og K4.

For begge investeringskonseptene er det en økning i trafikantnytte i forhold til referansesituasjonen. Økningen er noe større for K3 enn for I4. Endringen i trafikantnytte har i for størstedelen sammenheng med reduksjon i reisetiden for reisende med toget. Størstedelen vil være for de som allerede er passasjerer i referanse, men det er også en økning i passasjertallet. Denne endringen vil bli diskutert nærmere i gjennomgangen av Tabell 6.2. Det fremgår at endringen i trafikantnytte er den største komponenten i regnskapet utover investeringene. Det er en økning i operatørinntektene i begge investeringskonsepter, noe større for K3 enn for I4. Endringen i operatørinntekt er resultatet av en økning i passasjertallet eller i reiselengder. Den positive verdien for driftskostnader buss svarer til besparelser som følge av at økning i busstilbudet i referansesituasjonen blir unødvendig med utbygging av togtilbudet. Når det gjelder utgifter for operatører er de fleste tallene identiske for K3 og I4. Dette har sammenheng med at ruteopplegg er identisk for K3 og I4, og at stopp på Kolbotn i K3 ikke påvirker driftskostnadene for operatørene. Felleskostnader øker noe mer i K3 fordi beregningen avhenger av passasjertallet. For operatørene er de økte inntekter større enn økningen i driftskostnadene. Dette øker overskuddet, og reduserer dermed størrelsen på offentlige kjøp av transporttjenester. Gevinsten ved overføring av gods fra vei til bane er identisk for de to alternativene.

**Tabell 6-1** Beregning av samfunnsøkonomisk resultat i basisalternativene.

Mill 2008 kr i 2018		K3 - REF	I4 – REF
Trafikantnytte persontrafikk		4 167	4 039
Operatører persontrafikk	Inntekt	3 008	2 996
	Driftskostn. Buss	147	147
	Personal kostn	-143	-143
	Vedlikeh. Energi	-274	-274
	Klargjøring	-58	-58
	Felleskostnad	-342	-341
	Kapital	-313	-313
	Off. kjøp	-2 025	-2 014
	Gods	108	108
Offentlige sektor	Investering	-13 915	-11 236
	Restverdi	2 346	1 893
	Drift bane	-98	-98
	Drift vei	187	184
	Bompenger	-83	-60
	Avgifter bilkjøring	-235	-230
	Skattekostnad	-2 424	-1 885
	Offentlig kjøp	2 025	2 014
	Samfunnet for øvrig	Ulykkeskostnad	94
Globale utslipp		26	25
Lokale utslipp		14	14
Støy		30	29
Utslipp bygging		-16	-16
Samlet samfunnsøkonomisk resultat (NNV)		-7 774	-5 129
NNV/I		-0,56	-0,46
Budsjettvirkning		-12 036	-9 366
NNB		-0,65	-0,55

Det er investeringskostnadene som er de største komponentene i regnskapet, og det punktet hvor det er vesentlige forskjeller mellom K3 og I4. Det er stasjonsutbyggingen på Kolbotn som gjør at investeringskostnadene er større for K3. Størrelsen på investeringene bestemmer også restverdien og forskjellen i skattekostnad mellom de to alternativene. Det er en noe større reduksjon i avgifter fra bilkjøring i K3, fordi reduksjonen i biltrafikk er størst i dette alternativet. Denne effekten slår også gjennom i ulykkeskostnadene og de globale utslippene.

Nåverdien er negativ for både K3 og I4, men vesentlig mer for K3. Det fremgår også at samfunnsøkonomisk resultat per investert krone og per budsjettkrone er større for I4 enn for K3. Trafikantnytte og flere andre nyttekomponenter er større i K3 enn i I4, men denne økningen er ikke tilstrekkelig til å oppveie de nødvendige ekstra investeringene.

## 7 Prissatte konsekvenser med økning i bompenger

I dette avsnitt analyseres samme investeringsopplegg på jernbanesiden som i basisalternativet. Det forutsettes imidlertid at det er gjennomført en dobling i bompengene omkring Oslo i rush, men uten endring i plassering av bompengesnittene.

Det er viktig å være oppmerksom på to momenter:

- Ordningen med differensierte bompenger gjelder både for utbyggingsalternativene K3 og I4 og for referansealternativet de sammenlignes med.
- Resultatene viser derfor ikke de totale virkningene ved å innføre differensierte bompenger, men den samfunnsøkonomiske virkningen av å investere i Follobanen i en situasjon hvor differensierte bompenger allerede er innført.

**Tabell 7-1** Beregning av samfunnsøkonomisk resultat for K3 og I4 i En situasjon med doblede bompenger i rush.

Mill 2008 kr i 2018	K3TDBP - REF	I4TDBP - REF
Trafikantnytte persontrafikk	4 097	4 014
Operatører persontrafikk		
Inntekt	3 020	3 008
Kostnader buss	147	147
Personal kostn	-143	-143
Vedlikeh. Energi	-274	-274
Klargjøring	-58	-58
Felleskostnad	-344	-342
Kapital	-313	-313
Off. kjøp	-2 036	-2 025
Gods	108	108
Offentlige sektor		
Investering	-13 915	-11 236
Restverdi	2 346	1 893
Drift bane	-98	-98
Drift vei	177	173
Bompenger	-95	-87
Avgifter bilkjøring	-221	-215
Skattekostnad	-2 423	-1 887
Offentlig kjøp	2 036	2 025
Samfunnet for øvrig		
Ulykkeskostnad	86	83
Globale utslipp	24	24
Lokale utslipp	13	13
Støy	28	27
Utslipp bygging	-16	-16
Samlet samfunnsøkonomisk resultat (NNV)	-7 853	-5 180
NNV/I	-0,56	-0,46
Budsjettvirkning	-12 021	-9 351
NNB	-0,65	-0,55

Mønsteret i tallene i tabellen over svarer til det som er sett tidligere. Tall fra trafikkanalysen viser en økning i kollektivtrafikken og en reduksjon i biltrafikken. Det er en økning i inntektene for kollektivoperatørene som resultat av økt passasjertall i kollektivtrafikken. Det er en besparelse i utgiftene til drift av vei på grunn av redusert trafikk. Også bompengene blir redusert som følge av redusert biltrafikk. Etableringen av bedre tilbud på toget fører til besparelser for samfunnet med hensyn til ulykker, utslipp og støy.

Sammenligner man Tabell 7.1 med Tabell 6.1 er det forskjell i nivå på enkelte tall knyttet til bil og kollektivtrafikk. Dette har sammenheng med at innføringen av bompenger i seg selv har ført til en reduksjon i biltrafikk og økning i kollektivtrafikk i referansesituasjonen. Samlet sett fører utbyggingen av K3 og I4 til omtrent samme samfunnsmessige netto nytte per krone investert, som det som kom frem i analysen i avsnitt 6.

## **8 Prissatte konsekvenser i alternativene med matebusser i K3 og I4**

Dette avsnittet presenterer resultatene for ulike alternativer for K3 og I4.

- Beregningen for K3M og I4M viser resultatet av en økning i matebusstilbudet til stasjonene på jernbanen og nye ruter omkring Kolbotn stasjon.
- Beregningen for I4ME er basert på I4M, men forutsetter et endret driftsopplegg med direkteruter fra Kolbotn langs Østfoldbanen. Alternativet er nærmere beskrevet i hovedrapporten eller trafikkanalysen.

Det fremgår av Tabell 8.1 at økt tilbud av matebusser ikke øker det samfunnsmessige resultatet for K3M sammenlignet med basisalternativet. For I4M er det derimot en bedring i forhold til basisalternativet. I K3M er det en økning i trafikantnyttene, men denne motsvares av økning i operatørkostnadene. Det er større økning i operatørinntekten i I4M enn i K3M. Dette har sammenheng med økt inntekt fra trafikken til Oslo Lufthavn.

Alternativet med matebusser og alternativt driftsopplegg i I4ME fører ikke til en bedring i trafikantnyttene i forhold til basisalternativet, og da det samtidig er en økning i operatørkostnadene for busselskapene, blir det samlet en reduksjon i samfunnsøkonomisk resultat.

**Tabell 8-1** Beregning av samfunnsøkonomisk resultat for K3M og I4M med matebusser og I4ME med direkteruter

Mill 2008 kr i 2018	K3M – REF	I4M - REF	I4ME – REF
Trafikantnytte persontrafikk	5 106	4 986	3 900
Operatører persontrafikk			
Inntekt	3 428	3 867	3 385
Driftskostn. Buss	-736	-736	-736
Personal kostn	-143	-143	-143
Vedlikeh. Energi	-274	-274	-274
Klargjøring	-58	-58	-58
Felleskostnad	-384	-428	-380
Kapital	-313	-313	-313
Off. kjøp	-1 520	-1 915	-1 481
Gods	108	108	108
Offentlige sektor			
Investering	-13 915	-11 236	-11 236
Restverdi	2 346	1 893	1 893
Drift bane	-98	-98	-98
Drift vei	69	69	21
Bompenger	-101	-74	-56
Avgifter bilkjøring	-283	-283	-214
Skattekostnad	-2 562	-1 941	-2 020
Offentlig kjøp	1 520	1 915	1 481
Samfunnet for øvrig			
Ulykkeskostnad	91	91	54
Globale utslipp	23	23	15
Lokale utslipp	-14	-14	-17
Støy	11	11	2
Utslipp bygging	-16	-16	-16
Samlet samfunnsøkonomisk resultat (NNV)	-7 716	-4 566	-6 183
NNV/I	-0,55	-0,41	-0,55
Budsjettvirkning	-12 707	-9 633	-10 046
NNB	-0,61	-0,47	-0,62

## 9 Prissatte konsekvenser i alternativene med fortsatte forsinkelser i K3 og I4

Dette avsnitt beskriver resultatene for simuleringer med mindre reduksjon i forsinkelsene, enn det som er lagt til grunn i basisalternativene. Det presenteres resultater for to ulike forutsetninger.

- I K3F3 og I4F3 forutsettes det at det bare blir 33% økning i punktligheten for de to konseptene.
- I I4F forutsettes det at det ikke blir økt punktlighet på Østfoldbanen, mens punktligheten på Follobanen blir som i basisalternativet.

Resultatene av beregningene vises i Tabell 9.1. Det fremgår av tallene at det samfunnsøkonomiske resultatet reduseres noe for både K3F3 og I4F3, men uten at forholdet mellom disse endres. Det er en reduksjon i endringen i trafikantnytte i forhold til basisalternativet.

Alternativet I4F har noe mindre trafikanntytte og noe større inntekt for operatørene, enn det er tilfelle for I4F3. Avvikene er imidlertid små, og det samlede resultatet er tilnærmet identisk for disse to alternativene.

**Tabell 9-1** Beregning av samfunnsøkonomisk resultat for K3 og I4 med forsinkelser F3 og I4F

Mill 2008 kr i 2018		K3F3 – REF	I4F3 - REF	I4F – REF
Trafikantnytte persontrafikk		3 958	3 844	3 774
Operatører persontrafikk	Inntekt	2 865	2 846	2 902
	Driftskostn. buss	147	147	147
	Personal kostn	-143	-143	-143
	Vedlikeh. Energi	-274	-274	-274
	Klargjøring	-58	-58	-58
	Felleskostnad	-328	-326	-332
	Kapital	-313	-313	-313
	Off. kjøp	-1 897	-1 880	-1 930
	Gods	108	108	108
Offentlige sektor	Investering	-13 915	-11 236	-11 236
	Restverdi	2 346	1 893	1 893
	Drift bane	-98	-98	-98
	Drift vei	174	174	171
	Bompenger	-78	-56	-55
	Avgifter bilkjøring	-216	-216	-211
	Skattekostnad	-2 447	-1 911	-1 900
	Offentlig kjøp	1 897	1 880	1 930
	Samfunnet for øvrig	Ulykkeskostnad	84	83
Globale utslipp		24	24	23
Lokale utslipp		13	13	13
Støy		27	27	26
Utslipp bygging		-16	-16	-16
Samlet samfunnsøkonomisk resultat (NNV)		-8 139	-5 486	-5 497
NNV/I		-0,58	-0,49	-0,49
Budsjettvirkning		-12 158	-9 497	-9 445
NNB		-0,67	-0,58	-0,58

## 10 Følsomhet for endring i ulike parametere

Det samfunnsøkonomiske regnskapet som er brukt i analysen inneholder en rekke elementer og tar hensyn til ulike institusjonelle grupper. Det er enkelte komponenter som er store og dominerende i forhold til resultatet. Dette gjelder først og fremst trafikanntytten, inntektene for operatører og investeringskostnader. Størrelsen på restverdi, offentlige kjøp og skattekostnad bestemmes av disse størrelser. Det er i tillegg en rekke mindre elementer. Usikkerhet om parameterverdier for hver enkelt av disse vil ikke slå sterkt gjennom i det samlede resultatet. Det er imidlertid nødvendig å ta hensyn til at flere usikkerhetslementer kan variere samtidig. Dette avsnitt inneholder resultatet av en Monte Carlo simulering av usikkerheten i det samlede samfunnsøkonomiske resultatet. Denne metodikken tar utgangspunkt i en usikkerhet for hvert av elementene i regnskapet. Denne usikkerheten er beskrevet i form av et spenn og en fordeling for

utfallene for hvert element. Ved å gjennomføre et stort antall trekk av utfall for hvert element i det samfunnsøkonomiske regnskapet, vil man få frem en forventningsverdi for denne og et bilde av spredningen omkring denne forventningsverdien. Simuleringen er gjennomført med utgangspunkt i basisalternativene for K3 og I4.

Tabellen under viser hvilken usikkerhet som er lagt til grunn for de enkelte elementene i det samfunnsøkonomiske regnskapet.

**Tabell 10-1** Usikkerhet for enkeltparametere i det samfunnsøkonomiske regnskapet

Parameter	Enhet	Spenn MC		Fordeling
Trafikantnytte RTM23 Mr		0,7	1,1	normal
Trafikantnytte RTM23 Er		0,7	1,1	normal
Trafikantnytte RTM23 Rt		0,9	1,15	normal
Trafikantnytte RTM23 Rdg		0,9	1,15	normal
Trafikantnytte flyplass OSL		0,8	1,2	normal
NTM5		0,8	1,2	normal
RTM øst		0,7	1,1	normal
Utland		0,7	1,1	normal
Skole (U&H)		0,8	1,2	normal
Gjenværende bilister		0,8	1,2	normal

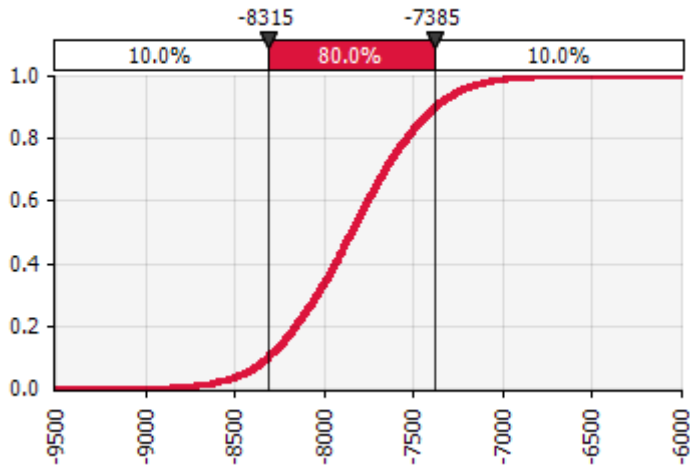
Inntekt operatører	kr	0,9	1,1	normal
Driftskostnader buss	kr/busskm	0,9	1,3	normal
Personalkostnader tog	kr/togkm	0,9	1,3	normal
Vedlikehold og energi	kr/setekm	0,85	1,2	normal
Klargjøring	kr/setekm	0,9	1,2	normal
Felleskostnad	kr/setekm	0,5	1,1	normal
Kapitalkostnader	kr/setekm	0,9	1,1	normal
Gods		0,5	2	normal
Investeringskostnader	kr	0,85	1,15	normal
Levetid underbygging	år	0,9	1,1	normal
Drift bane	kr/togkm	0,9	1,1	normal
Drift vei	kr/km	0,8	1,2	normal
Globale utslipp	kr/km	0,8	1,2	lognormal
Støy	kr/km	0,6	1,4	normal
Ulykkkes	kr/km	0,85	1,15	normal

Usikkerheten for de enkelte elementene i Tabell 10.1 er beskrevet med to faktorer som beskriver henholdsvis bredden av intervallet og den fordeling som anvendes i simuleringen.

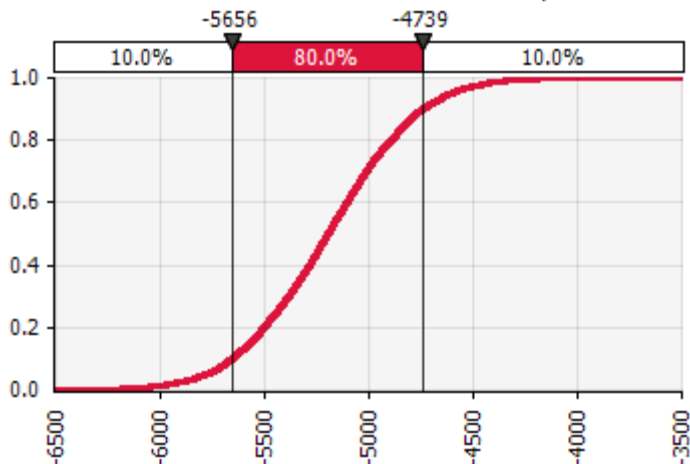
Resultatet av simuleringene kan presenteres grafisk ved hjelp av S-kurvene, som angir hvor stor sannsynlighet det er for å observere et utfall som ligger under en gitt verdi. I figurene er samlet samfunnsøkonomisk resultat vist på den horisontaleaksen, mens sannsynligheten avleses på den vertikale. De to loddrette strekene angir intervallet innen hvilket det samfunnsøkonomiske resultatet vil være med 80% sannsynlighet.



Samlet samfunnsøkonomisk resultat / K3 - REF

**Figur 10.1** Fordeling av utfallet for samfunnsøkonomisk resultat for K3 basisalternativet.

Samlet samfunnsøkonomisk resultat / I4 - REF

**Figur 10.2** Fordeling av utfallet for samfunnsøkonomisk resultat for I4 basisalternativet

Middelverdien som er beregnet er -7 848 for K3 og -5 197 for I4. Dette er ikke vesentlig forskjellig fra verdiene som er resultatet av de deterministiske beregningene som er gjengitt tidligere i dette notatet. Dette avspeiler at spennet for de fleste faktorer er symmetrisk.

## 11 Konklusjon

Utgangspunktet for denne analysen var å belyse den samfunnsøkonomiske nytten av en utbygging av Follobanen og betydningen av de to konseptene K3 og I4. Analysen gir grunnlag for følgende konklusjoner:

- Innen rammen av den metodikk som er anvendt har utbygging av Follobanen en negativ nåverdi. Dette gjelder både for K3 og I4.

- Netto nytteverdi per krone investert er i hovedalternativene i avsnitt 6 beregnet til -0,56 for K3 og -0,46 for I4. Denne forskjellen er stabil for de sammenligninger av K3 og I4 som er gjennomført.
- Forskjellen i resultat skyldes hovedsakelig forskjellen i investeringskostnadene knyttet til stasjonskonseptet for Kolbotn. Det er ikke så store forskjeller i andre elementer i nytte-kostnadsberegningen.
- Av de to alternativene fremstår I4 som det mest lønnsomme.
- Analysene som er gjort av økt satsning på matebusser tyder på at dette kan bidra til å øke avkastningen av jernbaneinvesteringen for I4.
- Resultatene for K3 og I4 påvirkes ikke vesentlig av at utbyggingen kommer i tillegg til veiprisering i form av en dobling av bompengesatsen i rushtimene.

## 12 Referanser

Nr.	Publisert	Dokumentnavn	Dokumenteier	Dok.nr
01	1995.03	Nytt dobbeltspor Oslo – Ski – Hovedplan: transportanalyse	NSB Bane Region Øst	
02	Nov.2008	Utredning nytt dobbeltspor Oslo S – Ski – Tiltaksbeskrivelse	Det Norske Veritas (DNV)	2008-1325
03	2008-05-30	Referansealternativet – kostnader ved eksisterende linje	Asplan Viak	Notat oppdrag nr. 516186
04	2008-03-25	Nytt dobbeltspor Oslo – Ski: Innspill til definering av referansealternativet – revidert	Asplan Viak	Notat oppdrag nr. 516186
05	28.05.08	Konseptvurderinger tunnelalternativer	Dr. ing A. Aas-Jakobsen AS (AAJ)	UOS-00-A-10021, rev.00A
06	2000-07-04	Kostnadsoverslag med usikkerhetsanalyse	Jernbaneverket Utbygging	UOS-00-A-90006, rev.00
07	2008-08-25	Bygetidens utslag på samfunnsøkonomisk nytte ved Follobanen. Email fra A.K: Kalager, JBV.	JBV	
08	11.03.2008	Beskrivelse av nytt rutekonsept for Østlandet i 2012- innspill til Jernbaneverket og utredningen av nytt dobbeltspor Oslo – Ski	NSB	
09	Nov. 2008	Trafikkanalyse for nytt dobbeltspor Oslo – Ski	Møreforskning Molde (MFM)	Rapport nr. 0808
10	01.09.08	Vurdering av drivemetode for tunnelene på Follobanen	JBV	UOS-00-A-90005, rev. 01A

---

## VEDLEGG 1: Godstrafikk – Follobanens betydning

Dette vedlegget er utarbeidet av DNV.

### 1 Follobanen og godstrafikk

Når det planlegges for et nytt dobbeltspor Oslo S – Ski (Follobanen) er det viktig å avklare fremtidig markedsbasis for jernbaneforbindelsen. Dette inkluderer godstrafikkens behov og tekniske krav i fremtiden. I tillegg vil vi forsøke å identifisere hvilke nytte-effekter banen har for godstrafikken i Sørkorridoren.

Når det gjelder godstrafikken er følgende spørsmål forsøkt besvart i denne anledning:

- Hva er dimensjonerende nivå på mulige framtidig godstrafikk i Sørkorridoren?
- Hvilke krav setter framtidens godstrafikk mht. togstørrelse (vekt, lengde og lasteprofil), stigningsforhold, akseltrykk og hastighet?
- Hva har Follobanen å si for framtidig godstransportutvikling i Sørkorridoren og på hvilken måte vil Follobanen være med å tilfredsstille framtidens behov for godstrafikken på jernbane.
- Hvilke nytte-effekter har Follobanen for godstrafikken og hvordan kan disse kvantifiseres.

#### 1.1 Framtidens godstransport med jernbane

Gods på bane innebærer relativt høye terminalkostnader, enten kostnader til omlasting for kombi-transporter, eller skifte- og terminaloperasjoner for vognlastgods. Kostnadene knyttet til framføring av gods målt per tonnkm på hovedstrekninger er derimot meget lave. For lastebil er det omvendt, dvs små terminalkostnader og tilsvarende større framføringskostnader. Godstog har derfor et kostnadsfortrinn på lange strekninger og for store volumer. Med mindre det er snakk om transport av store volumer av råvarer (mineraler og tømmer) og massegods (drivstoff og kjemikalier) i heltogsløsninger er tog ikke kostnadseffektivt for transport under 250 – 300 km /3/.

Godstransport med jernbane har hatt en sterk vekst i Norge de senere år, spesielt når det gjelder kombilast og intermodale transport, dvs. konteinere, semihengere og lastebilhengere mellom sentrale kombiterminaler i de ulike landsdelene i Norge. Her forventes det videre vekst. Dette har gitt jernbaneinfrastrukturen nye utfordringer både når det gjelder terminalkapasitet og sportil-gjengeligheit på hovedstrekningene. Framtidens utfordringer for godstrafikken og aktuelle tiltak på ulike baner er identifisert og analysert i ulike rapporter fra Jernbaneverket /3/ og CargoNet /4/.

Kombitransportene mellom de største byene i Norge hatt en god vekst og CargoNet har problemer med å tilfredsstille etterspørselen etter slike transport. Manglende terminalkapasitet og framkom-melighetsproblemer på jernbanenettet på de mest attraktive tidspunktene er framført som problemer for vekst i trafikken. På nasjonal basis utgjør utgjør i dag kombitransportene ca 85% av gods-transportmengden på jernbane i Norge målt i antall tonn transportert og 90% av transportarbeidet i antall tonnkm. Dette er eksklusiv malmtransportene på Ofotbanen. CargoNet er klart dominerende aktør i kombitransportmarkedet.

Andre segmenter innenfor godstransportmarkedet hvor toget har betydelig andel er massegods i form av malmer, mineraler, kjemikalier, tømmer og papir, og da først og fremst som heltog (systemtog). I tillegg er det en betydelig innenlands distribusjon av nye biler per jernbane basert på heltogsløsninger.

I internasjonal trafikk er det også en betydelig tradisjonell vognlasttransport til/fra Norge som utføres av GreenCargo. Tradisjonell vognlasttrafikk med tog har vært en tjeneste med reduserte volumer i Norge gjennom mange år og CargoNet tilbyr ikke denne tjenesten innenlands. I internasjonal trafikk i regi av GreenCargo har det vært vekst i vognlasttransportene de siste årene og man nå kanskje øyner starten på en mer positiv utvikling. Internasjonale vognlastsendinger til/fra Østfold er blant satsingsområdene.

## **2. Godstrafikk i Sørkorridoren**

### **2.1 Dagens godstrafikk på Østfoldbanen**

I 2006 fikk Jernbaneverket utredet en strategi for godsterminaler i Norge. Situasjonen i Østfold ble behandlet i en rapport om Oslofjord og Mjøsregionen /10/.

Godstogene på Østfoldbanen utfører i dag følgende transporter:

- Massevirke og flis til treforedlingsindustrien i Østfold fra tømmerterminaler og sagbruk i det indre Østland eller Sverige
- Intermodale tog med containere, vekselflak, semihengere og andre typer lastbærere i første rekke fra Alnabru til Sverige og kontinentet
- Papirprodukter fra Norske Skogs fabrikker ved Follum og Saugbrugsforeningen til utskipingshavn og/eller eksportkunder på kontinentet
- Kjemikalietog fra Sarpsborg til Kristiansand
- Generell vognlast og kombitransporter fra/til Sverige (utlandet) til andre terminaler i Østlands-området (Berg, Rolvsøy, Sarpsborg, Moss og Drammen)

For innenlands samlast og kombitransporter fra Østfold til andre landsdeler i Norge er Alnabru den nærmeste terminalen med et frekvent tilbud til andre deler av landet samt internasjonalt. For nasjonale kombitransporter til/fra Østfold med jernbane vil Alnabru dominere også i framtida.

For samlast og kombitransporter med jernbane mot utlandet kan terminaler i Østfold kanskje også konkurrere om trafikk til/fra Oslo/Drammenområdet og her er det potensiale for betydelig vekst.

Basert på en gjennomgang av JBV's grafiske ruter gjeldende fra 15.juni 2008 /1/ framkommer en oversikt over dagens godstrafikk på Østfoldbanen som spesifisert i Tabell 2-1. Tabellen inkluderer CargoNet sine utvidelser på pendelen til Taulov per 13.oktober 2008.

**Tabell 2-1 Dagens godstrafikk på Østfoldbanen ifølge grafiske ruter per 15. juni 2008**  
[/www.jbv.no/](http://www.jbv.no/)

Type tog:	Antall per uke/retning	Max per dag/retning
Tog over Kornsjø grense til/fra Østfold (Sarpsborg/Halden)	15	3
Tog over Kornsjø grense til/fra Alnabru	14	3
Tog over Kornsjø grense mot vestbanenettet	11	2
Nasjonale tog til Østfold fra Alnabru/ HB	19	3/4
Nasjonale tog til Østfold fra vestbanenettet	2	1
Totalt antall godstog Oslo - Ski	42/45	8/9
Totalt antall godstog Oslo – Ski mot Alnabru/HB	33 <sup>1)</sup>	6
Max antall togleier i ruteplan for godstog Oslo S - Ski		13 (ulike togleier)

- 1) Mange av dagens godstog fra Østfold til Alnabru/Hovedbanen (nordgående tog) er tomme tømmertog og derfor ikke hindret av den sterke stigningen i Brynsbakken pga lav togvekt.

Det er mange ulike operatører i godstrafikken på Østfoldbanen og stor spredning i hvilke godstog som går fra dag til dag. På strekningen Oslo S – Ski er det i dag 8-9 tog i hver retning på de dager som har størst trafikk, og totalt på strekningen Oslo S – Ski er det i den grafiske rutetabell indikert 13 ulike ruteleier for godstog i en retning. Mange av ruteleiene benyttes kun 1 eller 2 dager i uken, eller etter behov. I tillegg til ovennevnte rutemessige tog kan det være ytterligere tog som kjøres ekstra når operatøren ikke har søkt ruteleie i henhold til normale prosesser.

Maksimum aksellast på Østfoldbanens Vestre linje er generelt 22,5 tonn med største hastighet 80 km/h, men det tillates aksellast på 25 tonn i tømmertrafikk fra Hedemark til Østfold.

All godstrafikk i dag går på Vestre linje sør for Ski. Stasjonene på Østre linje er ikke fjernstyrt<sup>1</sup> og banen har større begrensninger i tillatt aksellast. I tillegg har den dårligere kryssingskapasitet for godstog enn Vestre linje.

## 2.2 Togleier og framkommelighet av godstog på Østfoldbanen

Godstogene på Østfoldbanen er fordelt over hele døgnet men med en sterk overvekt av nordgående godstog i døgnetts første 12 timer, mens sørgående godstog dominerer i de 12 siste timer av døgnet. En fordeling av godstogene i begge retninger i henhold til 6 timers perioder er vis

**Tabell 2-2 Fordeling av nordgående og sørgående godstog over driftsdøgnet etter tid for passering Loenga**

Retning	Nordgående godstog Ski - Loenga		Sørgående godstog Loenga - Ski	
	Antall per uke	Antall per dag (max)	Antall per uke	Antall per dag (max)
0 – 6	19	4	6	2 (ma)
6 – 12	14	3	5	1
12 – 18	1	1 (lø)	26	5
18 - 24	7	2 (sø)	7	2 (on+fre)
Totalt	42	8	45	9

<sup>1</sup> Strekning er planlagt utstyrt med ERTMS og fjernstyrt fra 2014

I de mest belastede rushtidene for persontrafikken går det ingen godstog på strekningen Oslo S – Ski og omvendt:

- I morgenrushet inn mot Oslo går det på vanlige hverdager ingen godstog i retning fra Ski – til Loenga/Oslo S mellom kl 06.13 og 08.49 fra Ski.
- I ettermiddagsrushet ut fra Oslo går det vanlige hverdager ingen godstog i retning fra Oslo/ Loenga til Ski mellom kl 14.31 og 17.22. fra Loenga.

Disse rushtidspausene i godstrafikken har ikke lengre varighet enn gjennomsnittlig tidsavstand mellom godstog. Det er derfor uklart om disse rutetidene er i henhold til godstogoperatørens primærønsker eller om det finnes ønsker om ruteleier som ikke er oppfylt pga kapasitetsmangel på strekningen Oslo S - Ski. I dagens grafiske ruteplan kan det etableres ruteleier mellom Oslo S og Ski for person- eller godstog i de ovennevnte godstogfrie intervaller i begge retninger ved mindre forskyvninger av eksisterende tog uten at det går ut over helheten i planen, men dog med ytterligere presset kapasitetsutnytting. I topptrafikkturen i begge retninger er det ikke kapasitet for ytterligere tog.

I samtale med representanter for CargoNet /9/ har de bekreftet at CargoNet i dagens situasjon ikke har ønske om ytterligere togleier for godstog i rushtiden på Østfoldbanen. Dette sier ingenting om hva som kan bli ønskelig i framtida, men godstrafikkens rushtider er tidligere på morgenen enn persontrafikken for inngående godstog til Alnabru, og noe senere enn ettermiddagsrushet for utgående godstog.

Fra Jernbaneverkets side er det et mål at framføringstida for godstog skal ligge innenfor en kjøretid som tilsvarer teoretisk kjøretid + 20% påslag /2/. Dette oppnår man ikke på Østfoldbanen i dag hvor godstogene Oslo – Kornsjø i gjennomsnitt har mer enn 32 % lengre kjøretid enn teoretisk beregnet /8/. Dette er svært høyt i forhold til de fleste andre baner i Norge og skyldes godstogenes ventetid ved togmøter eller forbikjøringer på de enkeltsporede deler av Østfoldbanen. Spesielt sørgående godstog er utsatt for lange rutetekniske opphold pga dårlig kapasitet. Dette gjelder da i hovedsak på strekningen fra Sandbukta (Moss) og sørover til Halden. Som eksempel kan nevnes at dagens sørgående godstog har ca 700 min opphold per uke i Sarpsborg av rutetekniske behov, dvs for togmøter og forbikjøringer. Dette tilsvarer nesten 12 timer per uke.

Med økende antall gods- og persontog vil kjøretida bli ytterligere forlenget med mindre det gjøres tiltak i infrastrukturen.

### 2.3 Begrensninger mht til togvekt, lengde og frekvens

På strekningen Oslo S/Loenga – Ski er det ingen absolutte begrensninger mht togvekt og lengde som hemmer godstrafikken på banen. Det er kun den tette trafikken som legger begrensninger. På strekningen Loenga – Halden kan det opereres med togstørrelser på 1200 – 1500 tonn i begge retninger.

Ved innkjøring av nordgående godstog til Loenga fra Østfoldbanen må Østfoldbanens sørgående hovedspor krysses. Dette hindrer samtidig bruk av sporet for sørgående tog.

Fra Loenga og opp til Alnabru er det sterk stigning (25 promille) som begrenser tonnasjen i nordgående tog, eller krever assistanselokomotiv i form av ekstra forspann eller hjelpelokomotiv. Dette øker kostnaden i godsframføringen. Posisjonskjøring av assistanselok mellom Alnabru og Loenga er med på å spise kapasitet av den enkeltsporede godsbanen mellom Alnabru og Loenga. Tomme tømmer tog trenger ikke assistanse opp Brynsbakken.

På de enkeltsporede banestrekningene sør for Ski, dvs Ski - Sarpsborg på Østre linje og Sandbukta – Kornsjø på Vestre linje, er kryssingssporenes lengde en begrensende faktor for

antall og lengde av godstogene. Mellom Moss og Halden har kun 7 av 13 kryssingsspor den ønskede lengde på 600m /8/. Et investeringsprosjekt for kryssingssporforlengelse på Berg stasjon er vedtatt og påbegynt.

Det er store variasjoner i avstand mellom kryssingssporene og deres lengde på Østfoldbanen. På visse strekningsavsnitt er det stor avstand mellom kryssingsspor med kapasitet til å håndtere godstog med full lengde, e.g Aspedammen – Kornsjø 19 km, Sarpsborg – Ingedal 16,63 km og Haug – Onsøy 12,5 km. Kapasiteten varierer derfor en god del på de ulike strekningsavsnitt. Spesielt er dette problematisk på strekningene Moss – Fredrikstad og Sarpsborg - Halden hvor godstogene må dele den tilgjengelig kapasitet med persontog i regiontrafikk. Situasjonen er noe bedre mellom Fredrikstad og Sarpsborg hvor man har lange kryssingsspor ved Rolvsøy, Sandesund og Sarpsborg for effektive møter mellom godstog og andre tog. Persontogene Oslo S – Halden og omvendt har stive ruter og sterke bindinger mht ruteleiene pga materiellømløpet. Det er også ønskelig å øke rushtidsperiodene med halvtimedefrekvens for disse togene. Dette øker problemene med å finne attraktive ruteleier for godstog på dagtid.

Tistedalsbakken fra Halden og sørover med 25 promille stigning over ca 3 km representerer også en flaskehals mht til togstørrelse. Stigningen i Tistedalsbakken motvirkes ved at sørgående godstog om nødvendig har hjelpelok fra Halden og opp det bratteste partiet. Så lenge hjelpeloket går utilkoblet bak og returnerer til Halden samtidig med at toget ellers framføres til Aspedammen representerer hjelpeloket små ekstra kapasitetsbegrensninger for banen, men hjelpelokkjøringen er en tilleggskostnad i togframføringen.

#### 2.4 Togets markedsandel i import og eksport av varer

For generell godstransport over grensen i import og eksport av varer har toget en relativt lav markedsandel i dag selv om man holder sjøtransport unntatt ferje utenfor. I Tabell 2-3 er vist transportmode for eksport/import til Norge i årene 2005-2008. (Kun 1. halvår for 2008.)

Tallene i Tabell 2-3 er eksklusiv sjøtransport (unntatt ferje) og rørtransport, som klart er de volummessig største transportmodene i norsk utenrikshandel. Flytransport og post er heller ikke inkludert, men dette er små volumer.

**Tabell 2-3: Tall vedrørende "landbaserte" transportmode for import og eksport til Norge for 2005-08 /SSB/**

	Import/eksport med utvalgte transportmoder (1000 tonn)											
	Import				Eksport				Import + Eksport			
	2005	2006	2007	2008 <sup>1)</sup>	2005	2006	2007	2008 <sup>1)</sup>	2005	2006	2007	2008 <sup>1)</sup>
Med bil	6270,6	6745,2	7330,0	3826,4	3691,6	4020,1	4371,8	2290,6	9962,2	10765,4	11701,9	6117
Med ferje	1443,6	1573,5	1563,3	725,4	956,7	1013	976	521,6	2400,3	2586,4	2539,2	1247,1
Med tog	989,9	951,3	1086,1	606,7	897,3	787,6	564,9	262,8	1887,1	1738,8	1651,1	869,5
Totalt eks skips- og rørtransport	8704,1	9270	9979,5	5158,5	5545,6	5820,7	5912,7	3075,1	14249,6	15090,6	15892,2	8233,6
% Markedsandel tog	11,4	10,3	10,9	11,8	16,2	13,5	9,6	8,5	13,2	11,5	10,4	10,6

1) Tall for 2008 gjelder kun 1. halvår.

Som man kan se av tallene i Tabell 2-3 har toget øket markedsandelen på importgods de senere år, mens andelen på eksportgods har vært synkende. Det har derfor vært en sterkt økende skjevhet i mengden av import- og eksportgods med tog hvor eksportvolumene i dag kun synes å være halvparten av importvolumene.

Hvis man også inkluderer import/eksport på skip er togets markedsandel i godstransport til/fra Norge kun 2-3%. Togets markedsandel i utenrikshandelen fra Norge er mye lavere enn i andre land det kan være naturlig å sammenligne med, for eksempel Sverige hvor toget har vesentlig høyere markedsandel i import og eksport..

Ovennevnte tall gjelder totalt for transport til/fra Norge, og ikke kun over Svinesund/Kornsjø, men forbindelsen over Kornsjø er den viktigste jernbaneforbindelsen for vanlig import- og eksportgods. Også for bil og ferje er Østlandsområdet det viktigste målområdet i Norge for transportene.

På de nasjonale hovedstrekningene Oslo - Bergen, Oslo – Stavanger og Oslo – Trondheim/Bodø er togets markedsandel opptil 40 - 50% som vist i Tabell 2-4 basert på JBV's stamnetttrappert /2/.

**Tabell 2-4 Markedsandeler i godstrafikken på innenlandsstrekninger**

Strekning	Markedsandeler	
	År 2003	År 2005
Oslo – Bergen	29%	40%
Oslo – Trondheim	27%	40%
Oslo – Stavanger	25%	40%
Oslo - Nord-Norge	50%	55%

Tallene er estimater, basert på volumer by-by og er beregnet for et begrenset influensområde rundt den enkelte by/terminal.

Sammenlignet med den interne godstransporten i Norge over sammenlignbare distanser er derfor markedsandelene for toget i utenlandstransport over Kornsjø/ Svinesund svært lave. Det burde derfor være et stort potensial for vekst i godstransportene til utlandet på Østfoldbanen.

Veksten må i hovedsak tas ved øket antall tog, men med nye lokomotiver, tilsvarende de som CargoNet har inngått leiekontrakt på, kan kanskje togvekta økes med 10 – 15%. Øket bruk av 2 lokomotiver i forspann kan også øke togvektene, men man møter da lengdebegrensninger for typiske konteintog som generelt har lavere metervekt enn f.eks lastede tømmerog.

### 3 Framtidig potensial for godstransport på Østfoldbanen

#### 3.1 Tidligere utredninger

*JBV's stamnettutredning /2/*

Jernbaneverkets stamnettutredning /2/ diskuterer muligheter og betingelser for å oppnå en vesentlig større jernbanetraffikk i 2040. Utredningen vurderer situasjonen generelt når det gjelder utvikling i togtilbudet og tilhørende utfordringer og rammebetingelser for infrastrukturen. Til slutt gjøres en vurdering av utviklingen av de enkelte banestrekninger fram mot 2040.

Når det gjelder kapasitet og framføringstid for gods for Østfoldbanen spesifiseres følgende:

- Banen skal kunne avvikle en tredobling av dagens godsvolum mellom Oslo og utlandet
- Godstogenes framføringstid skal være under teoretisk kjøretid + 20%

I stamnettutredningen spesifiseres også en målsetting om halvtimesfrekvens i regiontogtrafikken til Fredrikstad (Halden) samt frekvensøkning i lokaltrafikken rundt Oslo.



*Framtidig godstransport på bane i Norge*

Jernbaneverket og CargoNet har utarbeidet spesialrapporter på potensialet for framtidig gods-transport på jernbane i Norge, ref. /3/ og /4/. Det synes som det har vært en viss grad av samarbeid i utarbeidelsen av rapportene og de opererer med det samme framtidige trafikk-potensialet. I begge rapporter konkluderes med et potensial på 12 godstog per dag per retning på Østfoldbanen i 2019 og 18 godstog per dag i 2040. Siden trafikken ikke fordeler seg jevnt over uka må det forventes at antall tog enkelte dager kan bli enda høyere e.g. 20 godstog per retning i 2040 på de mest trafikkerte dager.

Ut fra dagens lave markedsandel for tog i de internasjonale transporter til Norge synes det spesifiserte vekstpotensialet for Østfoldbanen som realistisk. Det er heller ikke utenkelig at ovennevnte nivå kan oppnås tidligere enn 2040. I forhold til dagens situasjon er dette mer enn en dobling i antall godstog på strekningen Oslo S - Ski.

Ikke alle godstog som kommer inn til landet over Kornsjø skal inn til Oslo og vil belaste strekningen Oslo S – Ski. Et betydelig antall av godstog på Østfoldbanen til/fra utlandet har destinasjon eller opprinnelsessted i Østfold som beskrevet i kapittel 0. Ved sterk økning i godstrafikken med jernbane over Kornsjø kan også terminaler i Østfold være attraktive for håndtering av kombi-transporter til Østfold, Vestfold, Follo og kanskje Drammensområdet.

Ingen av de refererte studiene fra CargoNet og JBV nevner Follobanen som en sentral investering for å nå målene om øket godstrafikk på Østfoldbanen. Her er det i større grad øket kryssings-kapasitet sør for Moss (Sandbukta) som framstår som den store flaskehalsen. De spesifiserer behov av 2-3 kryssingsspor til en kostnad av NOK 120 – 300 millioner.

ECON Pöyry har på vegne av CargoNet regnet på samfunnsmessig nytte av øket godstrafikk på de ulike banene med ulike investeringer /4/. Beregningsresultatene for Østfoldbanen er vist i Tabell 3-1.

**Tabell 3-1 Nåverdi (mill kr) og reduksjon i antall lastebilturer av ulike satsinger på gods på Østfoldbanen /4/**

Scenario:	Nåverdi (mill nok)	Reduksjon i antall lastebilturer per år		
		2009	2014	2019
Basis	- 7	1780	12 771	28 274
Høyt	- 1	2300	17 391	40 825
Lavt	- 1	1265	8 617	18 028

Som man ser vurderer ECON Pöyry og CargoNet det ikke til å være store økonomiske effekter av godssatsingen på Østfoldbanen. Det er mulig at CargoNet kun ser på kombinerte transporter som er deres hovedsatsing. Her er grunnlagsmaterialet uklart.

ECON Pöyry lister i sin rapport /4/ også opp flaskehalsen i dagens infrastruktur. Her er følgende nevnt for Østfoldbanen:

”Situasjonen Alnabru – Kornsjø er preget av 3 store flaskehalsen. To store stigninger (Tistedalen og Brynsbakken) gir begrensninger og krever ekstra trekkraft. I tillegg er det flaskehalsen i området Moss – Fredrikstad og Sarpsborg – Halden.”

Nytt dobbeltspor Oslo S – Ski (Follobanen) og eventuelle kapasitetsbegrensninger på denne strekningen er ikke nevnt eller drøftet. Det samme gjelder økt relevans av Østre linje etter eventuell fjernstyring og ERTMS tilpasning fra 2014.

*TØI utredning om globaliseringens effekt på transportmiddel- og korridorvalg*

TØI-rapport 970/2008 /6/ behandler globaliseringens effekter på transportmiddel- og korridorvalg til og fra Norge. I rapporten presenteres mye data om dagens godstransporter til og fra Norge i forbindelse med import og eksport og hvordan transportstrømmene forventes å utvikle seg i framtida.

Rapporten er omfangsrik, og for spesielt interesserte henvises til rapporten som kan lastes ned over internett fra TØIs hjemmeside [www.toi.no](http://www.toi.no). Her gjengis noen av rapportens resultater vedrørende framtidig utvikling fram mot 2030 som kan være av interesse for å vurdere trafikkutvikling mht godstrafikk på Østfoldbanen.

- Importvolumene forventes fram til 2030 å vokse med ca 45%. Importandelen fra Norden og EU15 ellers vil i 2030 være ca 50% av totale importvolumer.
- Eksportvolumene forventes fram til 2030 å vokse med ca 65%, men fortsatt forventes 85 % av eksportvolumene å gå mot Norden og EU15.
- Følgende områder forventes å få størst prosentvis økning som opprinnelsesland eller destinasjonsland for utenrikstransportene fra Norge:
  - Import: Midt-Østen, Asia og EUs nye medlemsland
  - Eksport: EUs nye medlemsland, Norden og Asia
- Skjevhetene mht transportmoder for import og eksport over landegrensen til Norge forventes å øke:
  - Importvarene (konsumvarer) kommer i større grad på lastebil, jernbane og ferje
  - Eksportvarene (råvarer, mineraler og masse gods) går i hovedsak på skip
- Spesielt for importvarene forventes en økende grad av konteinerisering i sammenheng med økende importandel fra oversjøiske land

TØI har i rapporten også gjort beregninger på hvor mange ekstra togavganger som er nødvendig hvis alt grensekryssende gods på veg fra kontinentet skal overføres til jernbane basert på dagens og framtidig anslåtte godsvolumer. De beregnede overføringstallene inkluderer ikke import-/eksportgods mellom Norge og Sverige, men inkluderer videretransport av oversjøisk import over Gøteborg havn.

Med full overføring til jernbane av gods som i dag går på veg mellom Norge og kontinentet samt transfer av gods fra havner for oversjøiske konteinere vil følgende antall **nye** tog per uke mellom Norge og Sverige være nødvendig:

- 2006: 62 tog per uke per retning
- 2010: 89 tog per uke per retning
- 2020 123 tog per uke per retning
- 2030 151 tog per uke per retning

Dette gjelder alle grensekryssende passeringer, men langt det meste vil komme over Svinesund/Kornsjø. Videre er det ikke realistisk at all vegtransport skal kunne overføres til tog. Når man tar hensyn til disse modererende forhold stemmer ovennevnte tall ganske godt med de prognoser som er publisert i CargoNet og JBV's strategivurderinger som opererer med totalt 18 godstog per retning per dag på Østfoldbanen i 2040.

### 3.2 Infrastrukturkrav til framtidens godstransport

Østfoldbanen mellom Oslo og Kornsjø er en del av det trans-europeiske godstransportnett på jernbane og bør tilfredsstillende internasjonale krav for effektiv godstransport. Siden Sverige er vårt nærmeste samtrafikkland og avsender- eller destinasjonsland for mesteparten av internasjonal godstrafikk på jernbane til og fra Norge kan det også synes naturlig å samordne infrastrukturkrav med de som gjelder i Sverige. /7/.

Dette gir da følgende spesifikasjoner:

- Toglengde: 750 m
- Togvekt: 1500 tonn
- Lasteprofil: Profil C (Green Cargo?)
- Max aksellast: Min 25 tonn
- Maximum tillatt hastighet ved aksellast 22,5 tonn: 100 km/h for tog lengder inntil 500 m

Profil C er et typisk svensk profil som gir vesentlig større lastevolum per m toglengde enn generelle internasjonale profiler. Det er bredere og høyere profil enn det generelle internasjonale lasteprofilet.

Profil C er ikke av betydning for containertrafikk som er den transportmode som CargoNet har satset på, men kan være av betydning for vognlastgods (GreenCargo).

Det er ingen motsetning i overstående infrastrukturkrav med de krav som er gitt som forutsetning for foreliggende analyse. En fremtidig Follobane vil derfor kunne tilfredsstillende disse kravene.

### 3.3 CargoNets strategi vedrørende framtidig godstogproduksjon

CargoNet er en av de største industrielle aktører på godstransport med jernbanen i Norge. CargoNet har spesialisert seg på kombitransporter. Ifølge Kjell Myhre i CargoNet /9/ ønsker de primært en jevn produksjon med faste togstammer som pendler mellom containerterminaler i så like intervaller som mulig. For eksempel ett godstog hver andre eller hver fjerde time i viktige relasjoner.

På tunge nasjonale strekninger er man kommet et stykke på veg mot å gjennomføre et slikt opplegg, men etterspørselen etter godstransport er ikke jevn over døgnet. Det er en vesentlig større etterspørsel etter godsframføring på natten enn om dagen. Transportører ønsker å hente ut sitt gods tidlig på morgenen og levere inn på ettermiddagen. For godsterminalen på Alnabru betyr dette en topp i inngående tog tidlig morgen, i hovedsak før morgenrushet i persontrafikken. Tilsvarende vil det være en topp i antall utgående tog på sen ettermiddag og kveld.

Til tross for disse toppene, som man neppe blir kvitt, ønsker CargoNet å videreutvikle konseptet med jevne avgangintervaller på dagtid da det gir de laveste produksjonskostnadene.

### 3.4 Godstrafikk i referansealternativet

Østfoldbanens kapasitet på strekningen Oslo S – Ski er i dag fullt unyttet med persontog i maksimaltiden i morgen og ettermiddagsrushet. I referansealternativet uten Follobane er dagens rutemodell for rushtidstrafikken videreført og det er antatt at persontog også i framtida vil ha fortrinnsrett til kapasitet i rushretning i morgen og ettermiddagsrushet.

Som referansealternativ for trafikksituasjonen i 2025 uten Follobanen benyttes som grunnlag en planlagt utvidet persontrafikkerteplan for 2012 utarbeidet av NSB og Jernbaneverket. Vi har tilpasset denne noe for å gi et noe bedre trafikktilbud for reisende på noen relasjoner samt noe bedret sportilgjengelighet for godstogproduksjon, men persontogtilbudet i rushtiden er det samme som ruteplan 2012. som er utarbeidet av NSB og JBV.

I ruteplanen for 2012 legges det for Østfoldbanen opp til en utvidet togproduksjon i persontrafikkens basisruter på strekningen Oslo S – Ski – Moss. Rushtrafikktilbudet i referansealternativet blir som dagens maksimaltilbud pga kapasitetsbegrensninger, men rushtidsperiodens varighet utvides for enkelte strekninger.. Rushtidstrafikkens varighet har derfor stor innflytelse på bane-tilgjengeligheten for godstog.

Antall innsatstog og varighet av rushperioden varierer i dag mye på de ulike strekningene.

For Østfoldbanen viser Tabell 3-2 dagens situasjon mht til antall innsatstog og varighet av rushtid samt tilsvarende antagelse om framtida:

**Tabell 3-2: Varighet av rushperiode i referansealternativet i 2008 og 2025**

Togtype	Varighet av rushperiode i 2008	Antatt varighet rushperiode i 2025	Kommentarer
Lokaltog Oslo S – Ski/retur:	~2 timer	Utvidet grunnrutetilbud + rushtilbud i 2 timer	
Lokaltog Oslo S – Moss/retur	2 – 4 timer, dvs 4 timer mot Oslo, 2 fra Oslo	Halvtimesintervall på full dagtid	Ingen ytterligere innsatstog utover halvtimes grunnrute
Lokaltog Oslo S – Mysen/retur	1 time dvs 1 innsats-tog Oslo S – Rakkestad	2 innsatstog, dvs 2 timer varighet	Har tidligere vært inntil 2 innsatstog på ØL. Fjernstyring vil minske infrastrukturkostnaden ved utvidelse av rushtilbudet.
Regiontog Oslo S - Halden	2 timer, dvs 2 innsatstog i rushretning	3-4 timer	Innsatsmateriell hensettes for natten i Halden

I dag (2008) /1/ varer maksimaltrafikkperioden mht antall tog i rushperioden 1 time i hver retning. Hvis rushperioden i framtida blir utvidet som vist i tabellen over vil det representere en utvidelse av driftspausen for godstog som kan medføre redusert godstogproduksjonen. Alternativt må person-tog tas ut av ruteplanen for å gi godstog framkommelighet.

En utvidelse av grunnrutetilbudet vil redusere antall mulige togleier for godstog på strekningen Oslo S – Ski og omvendt, men utenfor rushretning i rushtidene vil det fortsatt eksistere minst 2 ruteleier per time for godstog på strekningen Oslo S – Ski. I rushtidene vil det være ca 2 ½ time periode hvor det ikke er tilgjengelighet for godstog.

For å kunne beregne økonomiske effekter av manglende sporkapasitet for godstog i rushtrafikken er det antatt at uten Follobanen kan godstogproduksjonen måtte reduseres med 1 godstog i hver retning per hverdag i referansealternativet, sammenliknet med tiltaksalternativene.

### 3.5 Nødvendige tiltak sør for Ski

Både for Follobanealternativene og for referansealternativet er det antatt at det gjøres tiltak sør for Ski, primært for å bedre framkommelighet for en øket godstrafikk. Disse ansees nødvendige for å kunne øke godstilbudet og samtidig forlenge varigheten av rushtidsperioden med halvtimestilbud i regiontogene:

Følgende tiltak er antatt både for Follobaneutbygging og referansealternativet og er en forutsetning uansett alternativ Oslo S – Ski:

1. Nytt langt kryssingsspor ved Bjørnstad mellom Sarpsborg og Skjeberg, eller likeverdige tiltak som f.eks kryssingssporforlengelse og samtidig innkjør ved Skjeberg
2. Øket togmøtekapasitet for godstog mellom Haug og Onsøy enten ved sporforlengelser på Råde eller andre tiltak som f.eks dobbelsporparsell Høyom – Kjølberg forbi Onsøy stasjon.

Ovennevnte tiltak synes nødvendige for å få robust trafikkavvikling på banen ved vekst i antall godstog og regiontog Oslo S – Halden.

I tillegg vil følgende tiltak lette godsframføringen:

- Forbikjøringsspor på strekningen Ski – Moss og omvendt, som eventuelt kan samordnes med vendetilbud for lokaltog ved Vestby i utbyggingsalternativene.
- Hvis antall persontog til Gøteborg økes i forhold til dagens situasjon synes det å være behov for øket kryssingskapasitet mellom Aspedammen og Kornsjø, f.eks ved Prestebakke.

I referansealternativet vil plankryssingen for godstogveier fra sør ved innkjøring Loenga fortsatt medføre bindinger i ruteleiene, spesielt for nordgående godstrafikki ettermiddagsrush. Plankryssingen vil også bidra til kapasitets-restriksjoner for sørgående persontrafikk ved eventuell konflikt i rutene. Dette vil i praksis legge begrensninger på ruteplanleggingen for godstog. Konkrete effekter for kapasitet er ikke beregnet. Denne usikkerheten er hensyntatt i samfunnsøkonomiske usikkerhetsvurderinger.

## 4 Follobanens nytte for godstrafikken

### 4.1 Bedriftsøkonomisk nytte - Follobanen

De overordnede effekter kan deles i følgende:

*Effekt av redusert kjøretid:*

Følgende er lagt til grunn for beregningene:

- 10 min redusert kjøretid per tog og 36 tog (18 i hver retning) på hverdager.
- Antar halv produksjon i helga, dvs 6. effektive dager à 36 tog per uke og 52 uker per år.

Overstående tilsvarer ca 1870 arbeidstimer for togmateriell og –personell.

Reduksjon i arbeidstid for personell gir umiddelbar inntjening. Når det gjelder frigitt materiell er en innsparing avhengig av at materiellet kan gis øket materielløp. For noen tog lar det seg kanskje gjøre, men neppe fullt ut med den etterspørselsprofil og godsproduksjonsfordeling som eksisterer i dag. Vi antar at halvparten av full tidsgevinst kan realiseres.

Kapitalkostnad av et togsett på 30 vogner à Nok 1,2 mill og 1 lokomotiv á NOK 40 mill er NOK 5,1 mill hvis vi antar 4,5% kalkulasjonsrente og nedskrivning av 10 år gammelt togsett med 25 års levetid.

Tidsinnsparingen tilsvarer i underkant av ¼ kalenderår. Hvis vi antar at halvparten av frigitt materiellbeleggtid kan anvendes i øket produksjon blir materiellinnsparingen hos CargoNet på ca NOK 750 000. Redusert kostnad for togpersonell tilsvarer ca 1 årsverk som anslås å ha en kostnad på NOK 600 000,-. Til sammen innebærer redusert kjøretid en nytte for godstransport på ca. NOK 1,35 mill/år.

I tillegg kommer eventuell nytteverdi for godstranportkjøper gjennom redusert kjøretid. Denne har vi imidlertid ikke grunnlag for å fastslå. Det er heller ikke sikkert alle tog vil benytte Follobanen. Disse usikkerhetene drar i hver sin retning og er ikke tatt med i videre nytteberegninger.

#### *Effekt av økt godstogproduksjon i 2025 med Follobanen*

Kalkulasjonsmessig har vi antatt at Follobanen kan medføre 1 ekstra godstog per hverdag i rushretning i rushtid sammenliknet med referansealternativet. Å kjøre ytterligere tog utenfor rushtid for å kompensere dette kan være problematisk mht til markedsgrunnlag eller terminalkapasitet. Det kan være begrenset kapasitet for å lagre lastede godstog ved terminal på Alnabru eller annet sted.

Den samlede kapasiteten på Østfoldbanen/Follobanen er avhengig av tiltak i framføringskapasitet for godstog også sør for Sandbukta. Uten økt kapasitet her vil tilsvarende kapasitetsbegrensninger også oppstå selv om Follobanen bygges. Mht godskapasitet må linjen vurderes som helhet, og det kan være vanskelig å vurdere nytten av tiltakene hver for seg.

Et grovt anslag på inntekter og overskudd fra et godstog kan finnes ved å se på CargoNets togproduksjon, driftsinntekter og driftsresultat.

ECON Pöyry-rapporten /4/ har informasjon om CargoNet sin totale togproduksjon, dvs. ca 35 tog per retning pr dag. I oppstillingen i denne inngår ikke Kongsvingerbanen med ca. 5 CargoNet godstog per dag per retning. Totalt altså ca. 40 tog per dag per retning eller 80 tog/dag totalt.

I CargoNet sin årsberetning for 2006 /5/ under resultatregnskap på side 11 finnes følgende nøkkeltall for 2006.

- - driftsinntekter: NOK 1 096,47 mill
- - driftsresultat: NOK 45,568 mill

Per døgnprodusert tog blir dette:

- Årlige driftsinntekter/døgnprodusert tog: NOK 13,7 mill
- Årlig driftsresultat/døgnprodusert tog: NOK 0,57 mill

Gevinsten av å produsere 1 godstog i hver retning i Sørkorridoren på hverdager blir for godsoperatøren en inntekt på NOK 27,4 mill per år, fratrukket driftskostnader. Driftsresultat blir for ett tog i hver retning NOK 1,14 mill/år. Dette tallet inkluderer ikke eventuell nytte for vareeierne ved å bruke tog.

Det kan diskuteres i hvor stor grad bedriftsøkonomiske gevinster hos enkelte operatører kan tas inn i et samfunnsøkonomisk regnskap. I så fall burde det kompenseres for tap hos andre aktører som mister inntekt og fortjeneste som følge av overføring til jernbanetransport. Et spesielt forhold vedrørende samfunnsøkonomisk nytte av ulike godstransportløsninger til utlandet er at i lastebiltransporten over grensen er det kun ca 25% norsk kjøretøyandel /6/. Norske aktører har mye større andel i godstransportene på jernbane. De samfunnsøkonomiske effektene av en slik overføring er vanskelige å tallfeste. Det vil uansett være en andel av NOK 1,14 mill/år. Dette er et så pass lite tall at det er ivarettatt gjennom usikkerhetsvurderinger av verdien av overføring av gods fra vei til bane. Bedriftsøkonomiske effekter er derfor ikke tatt inn som eget element i det samfunnsøkonomiske regnskapet.

## 4.2 Eksterne samfunnsøkonomiske effekter

Det er større eksterne kostnader knyttet til godstransport på veg sett i forhold til jernbane. Hvis manglende infrastrukturkapasitet medfører redusert godstransport på jernbane, så medfører det større eksterne samfunnsmessige kostnader.

Forskjellen i eksterne kostnader mellom godstransport på tog og lastebil er i ECONs rapport for CargoNet anslått til NOK 0,12/tonnkm, ref./4/. Denne beregningen gir relativt lite effekt for køeffekter for tunge lastebiler/vogntog, sammenliknet med andre kjøretøy. Dette kan skyldes en vurdering av at disse primært kjører på hovedveier i landlege områder. Om det kan finnes basis for høyere forskjeller i eksterne kostnader mellom lastebiltransport og jernbanetransport i sørkorridoren til Oslo er nærmere diskutert under.

Vi har ikke funnet tidligere studier som har vurdert effekter på kø-situasjonen i sentrale byområder pga overføring av fjerntrafikk fra lastebil til kombitransporter med bane, men Statens vegvesen ved utbyggingsavdelingen gjorde i 2006-07 en studie av godstransport i Oslo-området rushtid og kostnader ved rushtidsforsinkelser i godstransporten. Her er det kostnadene ved forsinkelser for godstrafikken som er analysert.

Bedriftene som ble undersøkt er:

- Coop med varedistribusjon fra lager på Grorud til butikker i Østlandsområdet
- Jørgensen som i hovedsak transporterer tørrbulk over kortere og lengre avstander. Studien analyserte effektene for 2 biler som i hovedsak distribuerte sement fra Sjursøya og Slemmestad.
- Schenker (tidligere Linjegods) opererer ut fra Alnabru-terminalen og store deler av deres transport er distribusjon av konteinere og annet gods innen en radius på ca 100 km fra Alnabru. dette er gods som i hovedsak kommer med tog til Alnabru.

Ovennevnte studier har ingen kvantitative resultater som direkte kan overføres til situasjonen i sørkorridoren, men resultatene kan gi en pekepinn på viktige forhold for effekter på rushtidstrafikken.

Jørgensen kan i større grad enn de andre unngå rushtidene da de i stor grad har fleksible leveringstider. Coop er påvirket av rushtrafikken da de i mindre grad kan unngå den pga butikkens åpningstider samt krav når det gjelder levering av ferskvare, men de planlegger transportene slik at de blir minst mulig påvirket.

For Schenker er godstogenes ankomst- og avgangstider og kundenes leveringskrav styrende. Det er viktig at godstogene kommer til Alnabru så tidlig som mulig, dvs før kl 06.00. Hvis omlasting går raskt kan de da unngå den verste rushperioden i Oslo, men ofte havner første tur i morgenrushet. Det samme gjelder for inntransport til Alnabru på ettermiddagen hvor man henter gods på slutten av arbeidsdagen for transport til Alnabru.

Schenker har også langtransportbiler og her er effekten av rushtrafikken av mindre betydning da de i større grad kan planlegge seg ut av rushtrafikken.

Det er vanskelig å anslå i hvor stor grad øket transport på lastebil øker eller minsker rushtidskøene i Oslo. Hvis godstransportene på Østfoldbanen må reduseres pga kapasitetsproblemer på strekningen Oslo S – Ski er det grunn til å tro at det i første rekke er transporter til/fra de søndre deler av Alnabrus omland som faller bort, dvs fra Follo og Østfold hvor lastebiler i større grad kan kjøre direkte til/fra kunden uten å belaste Oslotrafikken. Lastebiler direkte til kunde er også noe mer fleksibel mht til tidsplanlegging enn ved distribusjon fra jernbaneterminal. Med økende godstransport på jernbane til Oslo er det også grunn til å tro at en større andel av denne trafikken vil benytte godsterminaler for jernbanetransport i Østfold.

Ut fra ovennevnte antar vi at Econ Pöyrys eksterne kostnader for godstransport på jernbane og konkurrerende lastebiltransport er representative også for sørkorridoren for Oslo til Kornsjø. Hvis Follobanen bygges har vi antatt at man kan få produsert 1 godstog mer i hver retning i Sørkorridoren i forhold til referansealternativet. Dette vil redusere de samfunnsmessige eksterne kostnadene på vei og dette er lagt inn i samfunnsøkonomisk regnskap.

Effekt mht. til antall kjøretøyer er effekten av ett godstog i hver retning anslått til ca 30 tunge lastebiler/vogntog per dag 5 dager i uken i hver retning på E-6 mellom Oslo (Alnabru) og Svinesund (120 km). Det blir totalt ca 2,4 mill lastebil-km/år i økt veitrafikk i referansealternativet. Med i gjennomsnitt 25 tonn last per lastebil tilsvarer dette 45 mill tonnkm som går på vei i stedet for jernbane. Ved NOK 0,12/tonnkm og ovennevnte forutsetninger blir totalt ekstern samfunnsmessig gevinst for godstrafikken i tiltaksalternativet NOK 5,4 millioner/år.

I tillegg kommer NOK 1,35 millioner/år fra effekten av kjøretidsbesparelse i tiltaksalternativet, jfr *effekt av økt godstogproduksjon i 2025 med Follobanen*.

Samlet nytte av tiltaket fra godstrafikk er NOK 6,75 millioner/år. Tallet har en betydelig usikkerhet i begge retninger, noe som er hensyntatt i samfunnsøkonomiske usikkerhetsanalyser.

## 5 Referanser

- /1/. Jernbaneverket; Grafiske ruter – Ruteordning nr. 157.1 Blad nr 3 Skøyen – Oslo S – Kornsjø (VL). Gyldig 06 januar 2008 – 14.juni 2008
- /2/. Jernbaneverket; Mer på skinner fram mot 2040 – Jernbaneverkets stamnettutredning. 2006.
- /3/. Jernbaneverket; Godstransport på bane; Jernbaneverkets strategi. November 2007.
- /4/. ECON Rapport 2007-110: Gods fra veg til bane. Utarbeidet av Econ Pøyry as på oppdrag av CargoNet as
- /5/. CargoNet; Årsberetning 2006.
- /6/. TØI- rapport 970/2008; Globaliseringens effekt på transportmiddel- og korridorvalg til og fra Norge. Oslo, juni 2008.
- /7/. Banverket; Framtidsplan för järnvägen, Infrastruktursatsningar nationellt 2004 – 2015.
- /8/. Jernbaneverket
- /9/. Telefonsamtale med Kjell Myhre i CargoNet 12.09.08.
- /10/.Strategi for godsterminaler; Sluttrapport – Fase 1 Oslofjordområdet og Mjøsregionen. Utarbeidet av Civitas på oppdrag for Jernbaneverket.
- /11/ Statens vegvesen Utbyggingsavdelingen rapport nr 2007/06; Godstransport i rushtid – Casestudie av 3 bedrifter. 2007.05.20.



## VEDLEGG 2 - Klimagassutslipp ved bygging av Follobanen

Dette vedlegget er utarbeidet av DNV

### 1. Introduksjon

I den samfunnsøkonomiske nytte er det tatt høyde for reduserte klimagassutslipp ved trafikkoverføring fra veg til tog ved ferdig bane. Klimagassutslipp ved bygging av Follobanen er vurdert til å være betydelige, og bør derfor inkluderes i det totale samfunnsøkonomiske klimaregnskapet.

Dette vedlegget inkluderer et grovestimat på de største klimagassutslippene ved bygging av banen i henhold til alternativ I4 med 18 km lang tunnel. Estimaten er basert på det billigste tunnelalternativet, dvs. ettløps konvensjonell tunnel med rømning ut til fri hver kilometer.

I tillegg er det gjennomført et grovt estimat for tillegget med en stasjon på Kolbotn for K3.

### 2. Underbygging og tunneler

#### 2.1 Sprenging og uttransport av utsprengte masser

##### Uttransport av sprengstein

Klimagassen CO<sub>2</sub> produseres ved forbrenning av drivstoff ved uttransport av utsprengte masser.

Inngangsdata:

- Tunnellengde 18 km
- Tunneltverrsnitt: 118 m<sup>2</sup>/løpeme<sup>2</sup>ter + rømningsveger og tverrslag
- Gjennomsnittlig transportdistanse antas ca. 10 km, overveiende stigning

Utsprengt fast volum og masse fra 18 km tunnel à 118 m<sup>2</sup>/løpeme<sup>2</sup>ter + rømningsveger og drivetverrslag innebærer ca. 2,5 mill m<sup>3</sup> fast fjell, som med egenvekt på ca 2,5 tonn/ m<sup>3</sup> gir ca. 6,25 mill tonn.

Transportarbeid på utsprengt masse blir da ca. 62,5 mill tonnkm. Brenselsforbruk ved transport er estimert til 0,11 diesel per tonnkm, inklusive opplasting og returkjøring. 1 l diesel tilsvarer 0,8 kg.

CO<sub>2</sub> produksjon er 3 kg CO<sub>2</sub> per kg dieselolje forbrent. Totale CO<sub>2</sub> transportutslipp ved utkjøring av tunnelmasser er beregnet til 18 750 tonn CO<sub>2</sub>.

Også ved etablering av baneunderbygging utenfor tunnel må det gjøres mye masseforflytning som involverer drivstofforbruk. Disse effekter er ikke forsøkt kvantifisert.

##### Sprengstoff-forbruk

Det er antatt at sprengstoffet som forbrukes i stor grad er basert på slurry med hydrokarboner som dieselolje som hovedbestanddel.

Videre er det antatt at det brukes 1,5 kg sprengstoff/m<sup>3</sup> utsprengt masse, dvs. totalt 3,7 mill kg sprengstoff. Hvis man antar 2,5 - 3 kg CO<sub>2</sub> per kg sprengstoff gir det ca. 10 mill kg CO<sub>2</sub> produsert pga. sprengstofforbruk, dvs. 10 000 tonn CO<sub>2</sub>.

## 2.2. Tunnelsikring

Det antas at det utføres gjennomgående sprøytebetongsikring av tunnelheng langs hele tunnelen samt at det installeres og vann og frostsikring med platehvelv langs utvalgte deler av tunnelen

### Sprøytebetongsikring av tunnelheng:

I samtale med Per Bollingmo i Multiconsult er angitt 10 cm tykt sprøytebetonglag kontinuerlig i tunneloverflaten. Arealet blir ca 28 m<sup>2</sup> tunneloverflate per løpemeter tunnel.

Totalvolum sprøytebetong/løpemeter tunnel er da 2,8 m<sup>3</sup>. Totalvolum for hele tunnallengden på 18km er beregnet til 50 400 m<sup>3</sup> sprøytebetong. Sementinnblanding per m<sup>3</sup> betong er anslått i størrelsesorden 300 kg/ m<sup>3</sup>. Det gir da ca. 15 000 tonn sement.

I samtale med personer i sementproduksjonen er oppgitt utslipp på ca 0,9 tonn CO<sub>2</sub> per tonn sement produsert.

Totalutslipp for sprøytebetong er da beregnet til 13 500 tonn CO<sub>2</sub>.

### Boltesikring av tunnelheng:

Bolteforbruk er anslått i samtale med Per Bollingmo i Multiconsult.

Antar 6-7 lange fjellbolter à 20 kg per bolt per løpemeter tunnel, dvs. 120 – 130 kg fjellbolter per løpemeter tunnel. Totalt gir dette 2340 tonn stål til fjellsikring for hele tunnelen. Som for skinnestål antas 2,5 tonn CO<sub>2</sub> utslipp per tonn stål, dvs totalt utslipp på 5850 tonn CO<sub>2</sub>.

### Platehvelv for vann og frostsikring:

Behov for platehvelv er anslått i samtale med Per Bollingmo i Multiconsult.

Det er antatt 60% av tunnallengden er utrustet med platehvelv i betong for vann og frostsikring. Videre er det antatt 27 m<sup>2</sup> hvelv à 8 cm tykkelse per løpemeter tunnel over 10800 m tunnel, som da gir 23 328 m<sup>3</sup> betong. Med antatt tilsats på 300 kg sement per m<sup>3</sup> ferdig betong, dvs. 7000 tonn sement-forbruk à 0,9 tonn CO<sub>2</sub> utslipp per tonn sement, gir dette et beregnet totalutslipp på 6300 tonn CO<sub>2</sub>.

## 3. Overbygging

### 3.1 Skinner

Det er estimert 2x23 km jernbanespor dvs. 92 km skinnestreng med skinnevekt 60 kg/ m<sup>3</sup> som gir 5 520 tonn skinnestål for Follobanen. I tillegg kommer skinnebefestigelse m.m. som ikke er kvantifisert

Tata steel, eier av Corus som er skinnelieferandør til JBV, oppgir 2,5 tonn CO<sub>2</sub> utslipp per tonn stål på sine hjemmesider. Det oppgis ikke om utslipp ved utvinning av jernmalm er inkludert i dette, men antar at det kun dekker prosesser som Tata har ansvar for, dvs. stålframstilling fra jernmalm eller skrapjern. Innkjøp av 5520 tonn skinnestål gir da 13 800 tonn CO<sub>2</sub> utslipp.

I tillegg kommer utslipp ved jernalmbryting og prosessering samt transport av ferdige produkter. Det er antatt at dette er relativt små verdier i forhold til utslippene ved stålproduksjon.

### 3.2 Sviller

Det er antatt 1 betongsville à 240 kg per 0,6 m spor over totalt 46 km spor, dvs 76 667 sviller à 240 kg, som da gir 18 400 tonn betong.

I følge Spenncon som er produsent av betongsviller til JBV, er sementtilsatsen i betongproduksjonen ca. 370 kg sement per m<sup>3</sup> ferdig betong med vekt 2,4 tonn/ m<sup>3</sup>. I tillegg er det et spennarmeringsforbruk på ca 5% av svillevekta, dvs. 12 kg per sville.

Dette gir da et sementforbruk til svilleproduksjon på 2837 tonn. I sementproduksjonen utslippes ca. 0,9 tonn CO<sub>2</sub> per tonn sement produsert iflg Norcem, dvs. 2553,3 tonn CO<sub>2</sub>.

Total mengde spennarmeringsstål for 76 667 sviller blir ca. 920 tonn stål. Med 2,5 tonn CO<sub>2</sub> utslipp per tonn stål blir klimautslippene 2300 tonn CO<sub>2</sub>.

Totalutslipp i svilleproduksjonen for I4 blir da ca. 4853 tonn CO<sub>2</sub>. I tillegg kommer transportutslipp fra transport av svillene som antas å være små i forhold til utslippene ved produksjon av innsatsfaktorene.

### 3.3. Pukk

I baneoverbygningen vil det inngå en betydelig mengde pukk. Energiforbruk ved produksjon antas i hovedsak å være elektrisitet. Det vil være betydelig transportarbeid ved inntransport av pukk. I sprengt tunnel vil dette sikkert dreie seg om ca. 4-5 m<sup>3</sup> per løpemeter tunnel. For tunnelen som helhet vil dette dreie seg om ca. 90 000 m<sup>3</sup>. Dette er et betydelig volum, men godt i underkant av 5% av massene med sprengstein som skal ut.

Transportlengdene vil være av sammenlignbare lengde. Siden det er benyttet høye verdier for energiforbruk ved uttransport av sprengstein er det ikke beregnet utslipp for inntransport av pukk.

## 4. Signal, elektro, kl og annet

Dette inkluderer et stort spekter av utstyr og utrustning til banen som kontaktledningsmaster, kontakttråd, kabler, kabelkanaler, ventilasjonsvifter, rømningsdører og porter med tilhørende karmen og beslag, samt signal og sikringsanlegg. Hver for seg er nok disse små i forhold til de utslipp som er kvantifisert over, men samlet er dette anslått det til minst 10 % av de kvantifiserte utslipp ovenfor. Det er derfor økt beregnede utslipp med 10% for å ta høyde for ikke beregnede faktorer.

## 5. Totale klimagassutslipp og kostnader for Follobanen under utbygging

### 5.1 Estimerte totalutslipp for I4

Estimerte totale CO<sub>2</sub> -utslipp under bygging av Follobanen i henhold til alternativ I4 med 18 km ettløps konvensjonell tunnel blir da:

- CO <sub>2</sub> fra transportarbeid utsprenget masse:	18 750 tonn
- CO <sub>2</sub> fra anvendt sprengstoff:	10 000 tonn (usikkert)
- CO <sub>2</sub> fra sementproduksjon for sprøytebetongsikring:	13 500 tonn
- CO <sub>2</sub> fra stål i fjellsikringsbolter:	5850 tonn
- CO <sub>2</sub> fra produksjon av vann og frostsikringshvelv:	6300 tonn
- CO <sub>2</sub> fra skinneproduksjon:	13 800 tonn
- CO <sub>2</sub> fra sementforbruk og armeringstilsats til betongsviller:	4853 tonn

<b>Totale estimerte klimagassutslipp beregnet over for I4:</b>	<b>73 000 tonn CO<sub>2</sub></b>
<b>+ 10 % tillegg for ikke beregnede CO<sub>2</sub>-utslipp:</b>	<b>7000 tonn CO<sub>2</sub></b>
<b>Estimert totale klimagassutslipp for Oslo S - Ski:</b>	<b>80 000 tonn CO<sub>2</sub></b>

### 5.2. Kostnader ved klimagassutslipp alternativ I4

Pris for CO<sub>2</sub>-utslipp 25 Euro per tonn = NOK 200/tonn (Pris per 2009 iflg daglige prisanslag på børs)

Totalpris for estimerte CO<sub>2</sub>-utslipp i byggefasen for I4: NOK 16 mill

### 5.3 Kostnader ved klimagassutslipp for alternativ K3

Det blir en del ekstra utslipp for etablering av Kolbotn stasjon, både når det gjelder utsprenget og uttransport av berg samt sviller og skinner for ekstra spor forbi Kolbotn, samt omlegging av Østfoldbanen. Dette er grovt anslått til ca. 10 -15% mer enn for konseptet med I4 og dobbeltsporet ettløps tunnel.

For K3 er det spesielt stasjonshall på Kolbotn samt 4 spor forbi Kolbotn stasjon og omlegging av Østfoldbanen som gir større utslipp.

Et rimelig anslag for K3 burde derfor være: NOK 18 – 18,5 mill.

## 6. Kommentarer til estimatene

Kostnadene ved klimagassutslippene i anleggsfasen er kun på 1,5 – 2 promille av anleggskostnadene og derfor ikke signifikante i et økonomisk regnestykke, men de kan være av betydning for klimaregnskapet i driftsfasen.

Inngangsdata for CO<sub>2</sub>-beregninger for tunneldriving og sikring er sjekket med Per Bollingmo, tunneleksper i Multiconsult. For andre innsatsfaktorer har produsenter som Dyno, Norcem, Spenncon, Tata steel (eier av Corus) blitt konsultert, enten gjennom samtaler med nøkkelpersoner i produksjonen eller ved oppslag på hjemmesider.

Sannsynligvis er utslippene i byggefasen undervurdert noe, siden det ikke er tatt høyde for CO<sub>2</sub>-utslipp for inntransport av innsatsvarer enten det er sprøytebetong, pukk, sviller og skinner eller andre ting som skal installeres i tunnelen. Volummessig er dette små volumer i forhold til uttransport av berg, men avstanden kan være vesentlig lengre.

For uttransport av berg har vi kun regnet i gjennomsnitt 10 km transportdistanse, men har kanskje noe høyt brenselforbruk per tonnkm. Til gjengjeld er det ikke beregnet noe utslipp ved returtransport av tom bil og heller ikke for opplasting i tunnelen.

### VEDLEGG 3: Følsomhet knyttet til metodiske forutsetninger

#### Følsomhet for variasjon i ulike forutsetninger i NK-analysen

Dette avsnitt tar opp en rekke problemstillinger som har vært reist i forbindelse med den samfunnsøkonomiske analysen. Det er gjelder temaer som har betydning for analysen av prosjekter med lang levetid som man finner det innen samferdselssektoren. Flere av temaene har vært diskutert i den internasjonale litteraturen og, det foreligger nyere resultater som kan være relevante for samfunnsøkonomiske analyser.

#### Diskonteringsrenten

Det er i analysen brukt en diskonteringsrente på 4,5%. Dette svarer til standardsatsen i trafikkanalyser jvf. Jernbaneverkets metodehåndbok. Det anbefales samme sted å gjennomføre beregninger med henholdsvis ett prosentpoeng høyere og et prosentpoeng lavere rente. Tabellen under viser først nåverdiene for K3 og I4 for standardforutsetningen, og deretter for 3,5% og 5,5% diskonteringsrente. Som det fremgår er resultatene sterkt følsomme for diskonteringen. Dette er typisk for jernbaneprosjekter, som er preget av relativt lang byggeperiode, betydelige startinvesteringer og lang levetid.

Samlet samfunnsøkonomisk resultat	K3	I4
Diskonteringsrente (som i basis) 4,5%	-7 774	-5 129
Diskonteringsrente 3,5%	-5 963	-3 541
Diskonteringsrente 5,5%	-9 369	-6 524

Selv om resultatet er følsomt for endring i renten må det meget store endringer til for at fortegnet skal skifte for samlet samfunnsøkonomisk resultat.

Diskonteringsrenten på 4,5% er fastsatt av Samferdselsdepartementet for samferdselsprosjekter. Størrelsen er basert på at samferdselsprosjekter er noe over middels følsomme for konjunkturutviklingen (systematisk usikkerhet). Denne vurderingen er velbegrunnet ut fra foreliggende analyser, som for eksempel ECON (2003) og Minken (2005). Det er i forbindelse med KS1 kvalitetssikring av store statlige investeringsprosjekter utviklet et eget grunnlag for håndtering av systematisk usikkerhet. I dette opplegget skal det brukes en risikofri diskonteringsrente på 2%, men dette er betinget av at korrigeringen for risiko gjennomføres direkte ved justering av nytte- og kostnadsverdiene. Det skal ikke være motsetning mellom disse to metodene.

Økt fokus på klima, miljø og andre problemstillinger som har konsekvenser på meget lang sikt, har reist spørsmålet om diskonterings betydning. Det er i den sammenheng blitt økt fokus på bruk av diskonteringsrenter som reduseres over tid, slik at langsiktige konsekvenser for større vekt i den samlede vurderingen. Groom et al. (2005) og Gollier et al. (2008) inneholder gode oversikter over problemstillingen og bakgrunnen. Det teoretiske og empiriske grunnlaget for disse analysene er relativt komplisert, og det vil kreve en betydelig innsats å sette seg tilstrekkelig inn i problemstillingene, og vurdere relevansen av konklusjonene for praktiske problemstillinger innen samferdselssektoren. Det har derfor ikke vært aktuelt innen rammen av det foreliggende prosjektet.

Levetid og restverdi for investeringer

De samlede investeringer i prosjektet Oslo-Ski fordeler seg på ulike kapitaltyper som i Jernbaneverkets metodehåndbok er tilordnet forskjellig levetid. Det er i analysen lagt vekt på å fordele investeringene så grundig som mulig på disse kategoriene ut fra de detaljerte tallene fra kostnadsberegningene for investeringene. Dobbeltsporet Oslo – Ski er karakterisert ved en høy andel kilometer i tunell i forhold til den samlede banelengde.

Tabellen under viser fordelingen på ulike kapitaltyper av de samlede investeringer for konseptene K3 og I4. For begge alternativer utgjør underbygning mer enn 50% av investeringen. Denne kategorien har en stipulert levetid på 75 år. Begrepet underbygning dekker i jernbanesammenheng fundamenteringen for skinnegangen, men også selve løpet i tunneller.

Investerings-kategori	Levetid år	K3 Andel i %	I4 Andel i %
Plan og grunn	40	20,6	18,4
Underbygning	75	58,0	56,6
Overbygning	40	4,4	5,0
Elektroanlegg	40	4,7	5,5
Stasjonsanlegg	40	0,4	0,5
Signalanlegg	30	3,4	3,6
Kontaktledningsanlegg	40	8,5	10,3
Sum		100	100

Selv om underbygning er tilordnet en relativt lang levetid, blir det ofte argumentert for at tunneller er ekstremt holdbare og at 75 år kan være lavt satt. Det er korrekt at selve fjellkonstruksjonen kan anses for å ha lang levetid. Imidlertid kan det være situasjoner hvor tunneller passerer soner med risiko for ras eller lekkasjer. Her vil det være nødvendig med sikringsarbeid i fjellet som krever vedlikehold og reinvestering over tid. Det er videre slik at de investeringer som føres som underbygning i seg selv er sammensatt av kapitaltyper med ulik levetid. Det er således blitt opplyst at opp mot 30% av tunellkostnadene ved Oslo - Ski utgjøres av forskjellige typer tekniske og elektriske installasjoner, som har kortere levetid enn 75 år. Regner man for eksempel med at en tredjedel av tunellinvesteringene utgjøres av utstyr med 40 års levetid og resten av underbygning med 100 års levetid vil den vektete levetiden for tunnelen bli 80 år. Dette utgjør en moderat økning i forhold til den stipulerte levetiden på 75 år. Et behov for reinvestering kan også bli nødvendig fordi bruksmåter endrer seg eller krav til sikkerhet, rømningsveier og lignende endrer seg over tid. I slike tilfelle reduseres den økonomiske verdien selv om den fysiske strukturen ikke i seg selv endres. Dette karakteriserer mange eldre tunneller som er i bruk i dag.

Tabellen under viser hvor følsom samlet samfunnsøkonomisk resultat er for levetiden av underbygningen. Det er vist verdier for 75 år (som er basis), 100 og 150 år. Alle andre verdier holdes konstant i forhold til basisberegningen.

Samlet samfunnsøkonomisk resultat	K3	I4
Levetid underbygning 75 år (som i basis)	-7 774	-5 129
Levetid underbygning 100 år	-7 563	-4 961
Levetid underbygning 150 år	-7 352	-4 793

Det fremgår av tabellen at en dobling av levetiden for underbygningen påvirker resultatet, men ikke får avgjørende betydning. Dette har sammenheng med at underbygningen ikke er den

eneste kapitaltypen som er representert i investeringene, at 75 års levetid betyr at 2/3 av levetiden står igjen etter 25 år, og at diskonteringen reduserer vekten av restverdien etter 25 år.

### Økende tidsverdier og reallønnsatser

Det eksisterer en betydelig litteratur om utvikling av tidsverdien over tid. Hvis tidsverdien er knyttet til inntekts- eller lønnsnivå, kan det argumenteres for at det er naturlig å la satsene øke over tid for å avspeile økning i inntektsnivået over tid. Det eksisterer en betydelig litteratur på dette området. Korrigeringer av denne typen har også vært i bruk i Storbritannia. Hvis det er økning i inntekt eller lønnsnivå som driver utviklingen i tidsverdiene, kan det imidlertid være konsistent å ta hensyn til denne økningen også på kostnadssiden.

Det er ikke vanskelig å implementere analyser av stigende tidsverdier og økning i drifts- og investeringskostnader i regnemodeller for samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Det må imidlertid foreligge et empirisk grunnlag for vurderingen av de størrelser som eventuelt skal legges til grunn. Det eksisterer en omfattende internasjonal litteratur på dette området, og det vil være interessant å vurdere relevansen av denne for norsk metodikk. Anvendelser av slike resultater må være betinget av et grundig forarbeid både teoretisk og med hensyn til empirisk grunnlag.

### Investeringer i transportinfrastruktur og økonomisk utvikling

Transportmodellen beregner kjøremønstre og tidsbesparelser for nullalternativet og de ulike utbyggingsalternativer. Den vesentligste nyttekomponenten i analysen knytter seg til tidsbesparelser for ulike trafikantgrupper. Dette gjelder primært for de trafikanter som allerede benytter det transporttilbud hvor reisehastighet og/eller komfort øker, men også for nyskapt trafikk og nytten for gjenværende trafikk som følge av lavere belastning på veinettet.

Her er det i litteraturen reist spørsmål både med hensyn til om det er andre nyttevirksomheter i tillegg til tidsbesparelser, og om det bilde av trafikkmønsteret som legges til grunn vil være konstant over tid, eller om det vil skje endringer som på sikt vil øke nytten av tiltakene som evalueres. Det første kan man samle under spørsmålet om det forekommer ringvirkninger eller eksternaliteter som gir økt vekst, det andre om det er endringer i arealbruk over tid som vil påvirke nytten av tiltaket.

Muligheten for økonomisk vekst har vært et tradisjonelt argument for transportinvesteringer. Det er en lang tradisjon for empiriske analyser av effekten av transportinvesteringer, men oversikter som sammenfatter resultatene viser at det er blandede resultater. Se for eksempel Banister og Berechman (2000), Quinet og Vickerman (2004), Vickerman (2007).

Det knytter seg en del metodiske problemer til å identifisere en samfunnsøkonomisk gevinst i form av økt vekst. For det første kan økt aktivitet i et gitt område representere en omallokering av økonomisk aktivitet innen et større område, slik at det ikke samlet sett ikke er tale om økonomisk vekst fra et bredere samfunnsmessig perspektiv. For det andre kan økt økonomisk aktivitet eller verdistigning være resultatet av pekuniære eksternaliteter, som ikke representerer en selvstendig gevinst. Et eksempel er økte tomtepriser som følge av redusert reisetid til en gitt destinasjon. Hvis det er den reduserte reisetiden som fører til økt etterspørsel og dermed prisøkning for tomtene vil det i en situasjon med velfungerende markeder ikke være grunnlag for å se tomteprisen som en selvstendig gevinst. Hvis nyttevirksomheten av redusert reisetid er tatt hensyn til, vil inkludering av verdistigning på tomtene representere en dobbeltregning av den samme gevinsten.

Argumentet med tomter er et tilfelle av en generell regel, som sier at man i velfungerende markeder ikke skal ta hensyn til hva som skjer i sekundære markeder (her tomtemarkedet), hvis man har anslått nytteeffekten i det primære marked (her transportmarkedet).



En empirisk analyse av effekten av en gitt investering i infrastruktur vil aldri foregå i en statisk verden. Effektene av investeringen vil manifestere seg over lengre tid, og det er impulser til vekst og endring i økonomisk aktivitet som er uavhengig av den investeringen man interesserer seg for. Det er derfor nødvendig å identifisere om det over tid forekommer vekst utover det som ville ha fremkommet uten den nye investering. Det å identifisere vekst og økonomisk aktivitet i nullalternativet er i seg selv et vesentlig problem jvf. Oosterhaven og Knaap (2003). Jo mindre det økonomiske området man fokuserer på, jo lettere kan det være å identifisere effekter som kan tilskrives en gitt investering. Samtidig vil det bli vanskeligere å avgjøre om den endring i aktivitet som observeres virkelig representerer en samfunnsøkonomisk gevinst eller helt eller delvis er resultatet av en omlokalisering av aktivitet.

I forhold til transportinfrastruktur henvises det ofte til fire typer eksternaliteter, som kan føre til at investeringer har effekter som ikke fanges opp av de tradisjonelle nyttekostnadsanalyser. Dette gjelder agglomerasjonseffekter, imperfeksjoner i arbeidsmarkedet, nettverkseffekter og endelig miljømessige eksternaliteter (se for eksempel Banister & Berechman, 2000). Når det gjelder miljømessige eksternaliteter er de i stort omfang tatt inn i nyere samfunnsøkonomiske analyser, selv om den konkrete verdsettelse av effektene er vanskelig og omdiskutert. Nettverkseffekter henviser til at nytten av investering i en gitt veistump kan vise seg et helt annet sted i transportsystemet. Denne effekten vil typisk bli fanget opp ved bruk av transportmodeller som nettopp er konstruert for å følge effekter i et bredere transportsystem. Størst oppmerksomhet har knyttet seg til agglomerasjonseffekter, som representerer økning i produktivitet som oppstår som følge av nærhet til andre bedrifter. En reduksjon i reisetid innen et geografisk område vil øke muligheten for interaksjon og dermed nærheten mellom bedriftene. Det vil ikke bli redegjort nærmere for årsaken til agglomerasjonseffekter her, noen faktorer er nevnt i den geografiske analysen.

Agglomerasjon eller klyngeeffekter er i dag veldig brukte begreper i næringsøkonomisk og geografisk analyse. Også i tilfelle hvor det ikke foreligger noen empirisk dokumentasjon av konkrete agglomerasjonseffekter. Begrepene er for eksempel brukt i grunnlaget for Osloregionens næringsstrategi.

Det er i de seneste år blitt økt oppmerksomhet omkring agglomerasjonseffekter i transportøkonomisk analyse. Dette skyldes ikke at begrepet som sådan er nytt, men snarere at det har vært en utvikling i datatilgang og statistiske metoder som har gitt større mulighet for å teste og kvantifisere eksistensen av slike effekter. Vickerman (2007) fremhever at det bare er i de senere år at data og metodikk har åpnet for tester av agglomerasjonseffekter ut fra investeringer i transportsektoren.

Effektene har vært diskutert også i grunnlaget for nytte kostnadsanalyse i Norge. Den holdning som er lagt til grunn er, at det må legges vekt på empirisk argumentasjon for at en gitt eksternalitet eksisterer, hvis man skal regne slike effekter inn i nytte-kostnadsregnskapet, jvf. NOU 1997:27 og Finansdepartementets veileder (2005). Denne holdning finner man også i Banister og Berechman (2000), hvor et kapittel om NK-analyse avsluttes med følgende konklusjon: "...the most important conclusion from this chapter is that transportation capital investment do not necessarily generate economic growth benefits. In fact, under regular conditions they generate almost exclusively accessibility improvement benefits with, perhaps, some environmental effects. .... It is only when the analyst can demonstrate the existence of certain allocative externalities that additional economic growth benefits can rightly be ascribed to the investment." Samme konklusjon trekkes i Banister og Berechman (2003). Disse forfatterne har de siste årene arbeidet med muligheten for slik empirisk dokumentasjon.

Som nevnt legges klyngebegrepet ofte til grunn for nyere analyser av næringsutvikling i Norge. Et eksempel er en rapport fra 2005 *Osloregionens muligheter for næringsutvikling i et internasjonalt perspektiv*, Asplan Viak (2005). Her argumenteres det for at det eksisterer ulike

klynger i Osloområdet, og den geografiske spredning ut over området dokumenteres. I Midelfart (2004), stilles spørsmålet *Does agglomeration explain regional income inequalities*, i en analyse basert på norske data. Det konkluderes med at dette er tilfelle, og at betydningen av dette er økende over tid. Bråthen et al (2003) gjennomførte en kunnskapsoversikt for Effektutvalget om regionale virkninger av tiltak innen transportsektoren. Det gis ikke noen entydig konklusjon med hensyn til virkningene. TØI (2008) inneholder en omfattende gjennomgang av teori og empiriske analyser, og konkluderer med blant annet med at det er behov for oppbygging av en database som kan gi grunnlag for generalisering av forutsetninger for at infrastrukturinvesteringer gir vekst.

En rekke nyere analyser er gjennomført, som kan gi innspill med hensyn til problemstillinger og metodikk, for eksempel Berechman & Paaswell (2005), Berechman et al (2006), Banister (2007). Det fremgår at det er nødvendig med grundige og avanserte metoder for å avdekke aktuelle effekter. På nåværende tidspunkt er det nødvendige erfaringsgrunnlag i Norge ikke til stede, og det har derfor ikke vært aktuelt å inkludere effekter av denne typen i den samfunnsøkonomiske analysen.

### Langsiktig utvikling i arealbruk

Transportmodeller som er i bruk i dag tar som hovedregel mønsteret i arealbruken for gitt, og modellerer ikke en dynamisk tilpasning over tid. Denne dynamiske tilpasningen kan ha betydning for den langsiktige avkastningen av transportinvesteringer. Det virker imidlertid som det er et stykke frem til at gode modeller kan implementeres på dette område, jvf gjennomgangen i Simmonds og Banister (2007), som bl.a. diskuterer anvendelsen av LUTI modeller (Land Use and Transportation Interaction). Det er i den samfunnsgeografiske analysen henvist til sammenhengen mellom jernbanen og den generelle strategi for arealbruk og byplanlegging i Osloregionen. Det har imidlertid ikke vært grunnlag for å inkludere effekter av denne typen i den kvantifiserte samfunnsøkonomiske analysen.

### Beregningsperiodens lengde

I transportanalyser brukes som hovedregel en beregningsperiode på 25 år. Dette er kort i forhold til levetiden av deler av kapitalgrunnlaget i jernbaneinvesteringer. På den andre siden er det et langt tidsperspektiv når det gjelder å forutse utviklingen i transport og samspillet med den generelle samfunnsutvikling. Dette spørsmål må ses i sammenheng med flere av de andre temaer som er trukket frem i dette avsnitt, for eksempel diskontering og levetid for kapitalutstyr.

Det har vært overveid å gjennomføre illustrative beregninger av et prosjekt med for eksempel 75 års beregningsperiode. For kapitalutstyr med kortere levetid ville de da være nødvendig å ta hensyn til reinvestering i perioden. En slik beregning reiser imidlertid spørsmål om relevansen av det beregningsår som anvendes, og om usikkerheten som knytter seg til en så lang tidshorisont. Det ble konkludert at det ikke var mulighet for å gå tilstrekkelig i dybden med problemstillingen, og temaet ble derfor ikke utviklet videre.

### Konklusjon

Dette avsnitt har tatt opp en rekke problemstillinger som er relevante for vurdering av investeringsprosjekter med lang levetid. Det er argumentert for at det krever en del arbeid å vurdere relevansen av resultatene som er fremkommet i litteraturen. Det bør legges spesiell vekt på det empiriske grunnlagsarbeid. Problemstillingene er generelle i den forstand at de ikke kan knyttes til et enkelt type prosjekt eller en enkelt sektor. Problemstillingene må ses i sammenheng med det generelle metodeapparat som ligger til grunn for samfunnsøkonomiske analyser i Norge.

---

**Referanser**

Asplan analyse (2005): Osloregionens muligheter for næringsutvikling i et internasjonalt perspektiv. Mai 2005.

Banister, D. (2007): Quantification of the non transport benefits resulting from rail investment. Transport Studies Unit, Oxford University Centre for the Environment. Working paper no 1029.

Banister, D. og Y. Berechman (2003): The economic development effects of transport investments. Kapittel 6 i Pearman et al. (2003).

Berechman, J. og R. Paaswell (2005): Evaluation, prioritization and selection of transportation investment projects in New York City. *Transportation*, vol. 32 pp. 223-249.

Berechman, J.; D. Ozmen og K. Ozbay (2006): Empirical analysis of transportation investment and economic development at state, county and municipality levels. *Transportation*, vol. 33 pp. 537-551.

Dimitriou, H.T. og R. Thompson (eds) (2007): Strategic planning for regional development in the UK. Routledge 2007.

ECON (2001): Diskonteringsrenten i nytte-kostnadsanalyser i transportsektoren. ECON rapport 93/01.

Finansdepartementet (2005). Veileder i samfunnsøkonomiske analyser.

Gollier, C.; P. Koundouri and T. Pantelidis (2008): Declining discount rates: Economic justification and implications for long run policy. Working paper, IDEI, Université Toulouse.

Groom, B.; C. Hepburn; P. Koundouri og D. Pearce (2005): Declining discount rates: The long and the short of it. *Environmental and Resource Economics*, vol. 23, pp. 445-493.

Minken, H. (2005): Nyttekostnadsanalyse i samferdselssektoren: Risikotillegget i kalkulasjonsrenta. TØI rapport 796/2005.

NOU 1997:27. Nytte-kostnadsanalyser.

Oosterhaven, J. og T. Knaap (2003): Spatial economic impacts of transport infrastructure investment. Kapittel 5 i Pearman et al. (2003).

Pearman, A. P. Mackie and J. Nellthorp (eds) Transport projects, programmes and policies. Ashgate 2003.

Quinet, E. og R. Vickerman (2004): Principles of transportation economics. Edward Elgar 2004.

Simmonds, D. og D. Banister (2007): Regional transport and integrated land-use/transport planning tools. Kapittel 10 i Dimitriou et al. (2007).

TØI (2008): Regionale virkninger av infrastrukturinvesteringer – en litteraturstudie. Anne Gjerdåker og Jon Inge Lian, TØI rapport 989/2008.

Vickerman, R. (2007): Regional planning, regional development and transport markets. Kapittel 8 i Dimitriou et al. (2007).

---

## VEDLEGG 4: Utbyggingsperiodens lengde

Dette vedlegg inneholder noen analyser av betydningen av lengden på utbyggingsperioden. Tallene som gjengis kan ikke sammenlignes med resultatene som er gjengitt i hovedteksten i dette notatet. Dette skyldes for det første at beregningene er gjennomført i en tidligere fase, og at det samfunnsøkonomiske regnskapet er oppdatert siden. Dette avsnittet endrer også på forutsetninger i forhold til de tidligere beregninger, og nåverdiene som er beregnet kan derfor ikke sammenlignes med resultatene fra de tidligere avsnittene. Formålet med dette avsnitt er utelukkende å vise noen momenter med hensyn til lengden på utbyggingsperioden.

Analysen baserer seg på følgende forutsetninger

- For alle analyser er første byggeår 2013. Dette er også henføringsåret, slik at investeringer og nyttevirksomheter diskonteres ned til 2013.
- Det gjennomføres beregninger for tre utbyggingsperioder på hhv. 5, 10 og 15 år. Dette svarer til at første driftsår blir hhv. 2018, 2023 og 2028.
- Beregningsperioden er 25 år fra første driftsår.
- Diskonteringsrenten er 4,5%.

Når man endrer lengden på utbyggingsperioden vil man med utgangspunkt i henføringsåret 2013 ha flere virkninger, som trekker i ulike retninger.

- En spredning av investeringskostnadene i tid vil bidra til å redusere nåverdien av investeringskostnaden
- En utsettelse av første driftsår vil alt annet like redusere nåverdien av de samlede nyttevirkningene fra beregningsperioden.
- JBV har gjennomført analyser av sammenhengen mellom utbyggingsperiode og samlede kostnader [ref 07, JBV]. En byggetid på 5-6 år vurderes som optimal i forhold til samlede kostnader. En utbyggingsperiode på 10 år er vurdert å gi en kostnadsøkning i intervallet 10-15%. En byggeperiode på 15 år er vurdert å gi en ytterligere kostnadsøkning på 5%. Dette er ikke en nåverdieffekt men en realeffekt som er begrunnet med mindre effektiv organisering av langvarige prosjekter.

Det er også viktig å være oppmerksom på følgende forhold

- Når første driftsår endres og beregningsperiodens lengde er konstant, endres årene som inngår i beregningsperioden. Dette kan ha betydning når det forutsettes at det er vekst i trafikken over tid.
- Når første driftsår flyttes fra 2018 til 2023 eller 2028 endres også forholdet mellom beregningsperioden og beregningsåret (2025). Under forutsetning om 15 års utbygging ligger beregningsåret utenfor beregningsperioden. Dette vil ha betydning for hvor godt beregningsperioden beskriver den fremtidige situasjonen.

Implikasjonen av det som står over er at forutsetningene om investeringsaktiviteten over tid ikke kan ses uavhengig av byggeperiodens lengde. Det finnes derfor ikke noe entydig svar på betydningen av byggeperiodens lengde.

I beregningene som oppsummeres i Tabell 0.1 er følgende forutsetninger lagt til grunn

- Investeringsaktiviteten er jevnt fordelt over investeringsperioden. For 5 års utbygging gir dette en årlig investeringsandel på 0,2; for 10 års utbygging 0,1 og for 15 år 0,067.
- Investeringskostnadene er ikke korrigert for JBV's tall for ekstrakostnader ved lang utbyggingstid. Denne effekten blir tatt hensyn til i Tabell 0.2.

**Tabell 0-1: Ulike byggeperioder med jevn investeringsandel hvert år. Alle verdier neddiskontert til byggestart i 2013.**

4,5% diskontering		5 års byggeperiode		10 års byggeperiode		15 års byggeperiode	
Mill 2008 kr i 2018		K3 - REF	I4 - REF	K3 - REF	I4 - REF	K3 - REF	I4 - REF
Trafikantnytte persontrafikk		3 344	3 241	2 820	2 734	2 378	2 306
Operatører persontrafikk							
	Inntekt	2 414	2 404	2 036	2 027	1 717	1 710
	Driftskostn. Buss	118	118	100	100	84	84
	Personal kostn	-114	-114	-96	-96	-81	-81
	Vedlikeh. Energi	-220	-220	-186	-186	-157	-157
	Klargjøring	-47	-47	-39	-39	-33	-33
	Felleskostnad	-275	-274	-232	-231	-195	-195
	Kapital	-251	-251	-212	-212	-179	-179
	Off. kjøp	-1 625	-1 616	-1 371	-1 363	-1 156	-1 150
Gods		86	86	73	73	62	62
Offentlige sektor							
	Investering	-11 077	-8 928	-9 939	-8 001	-8 990	-7 230
	Restverdi	1 883	1 519	1 511	1 219	1 212	978
	Drift bane	-79	-79	-67	-67	-56	-56
	Drift vei	150	148	127	124	107	105
	Bompenger	-66	-48	-56	-41	-47	-34
	Avgifter bilkjøring	-189	-185	-159	-156	-134	-131
	Skattekostnad	-1 927	-1 495	-1 745	-1 355	-1 593	-1 239
	Offentlig kjøp	1 625	1 616	1 371	1 363	1 156	1 150
Samfunnet for øvrig							
	Ulykkeskostnad	75	73	63	62	53	52
	Globale utslipp	21	20	18	17	15	15
	Lokale utslipp	11	11	9	9	8	8
	Støy	24	23	20	20	17	17
	Utslipp bygging	-16	-16	-16	-16	-16	-16
Samlet samfunnsøkonomisk resultat		-6 135	-4 012	-5 969	-4 014	-5 828	-4 016

Den nederste linjen i Tabell 0.1 oppsummerer netto resultat for ulike byggeperioder. Det fremgår at det ikke er så store endringer i det samlede samfunnsøkonomiske resultatet for de tre forutsetninger om utbyggingsperiode og jevn utbyggingstakt. For K3 er det en reduksjon i det samfunnsøkonomiske underskuddet fra korteste til lengste byggeperiode. Investeringskostnadene er størst i K3, og at effekten av utsettelse av investeringene derfor slår sterkest gjennom. Når det gjelder I4 er endringene mindre. Investeringene er her mindre i

utgangspunktet, og at utsettelsen av investeringene derfor slår mindre sterkt gjennom i det samlede resultatet.

I Tabell 0.2 vil resultatet fra Tabell 0.1 bli korrigert for kostnadsøkningen ved lang byggetid. Kostnadsøkningen er beregnet på grunnlag av JBV's anslag. Procentsatsene for kostnadsøkning som gjelder for hhv. 10 og 15 år er brukt på nåverdien av investering minus nåverdien av restverdien.

**Tabell 0-2: Samlet resultat når det tas hensyn til ineffektiv organisering av lange byggeperioder. Alle verdier er diskontert ned til byggestart 2013.**

4,5% diskontering	5 års byggeperiode		10 års byggeperiode		15 års byggeperiode	
	K3	I4	K3	I4	K3	I4
Mill 2008 kr i 2013						
Netto resultat fra Tabell 6.1	-6 135	-4 012	-5 969	-4 014	-5 828	-4 016
Kostnadsøkning ved lang byggetid, nedre intervall (10% / 15%)	0	0	806	648	1 167	937
Kostnadsøkning ved lang byggetid, øvre intervall (15% / 20%)	0	0	1208	972	1556	1250
<b>Samlet resultat nedre interval</b>	<b>-6 135</b>	<b>-4 012</b>	<b>-6812</b>	<b>-4 693</b>	<b>-6 995</b>	<b>-4 954</b>
<b>Samlet resultat øvre interval</b>	<b>-6 135</b>	<b>-4 012</b>	<b>-7233</b>	<b>-5 032</b>	<b>-7 384</b>	<b>-5 266</b>

Det fremgår at denne effekten har stor betydning for vurderingen av optimal utbyggingsperiode. Utbygging over 5 år fremstår som klart mest lønnsom når denne effekten regnes med.

Det fremgår av Tabell 0.2 at den korteste byggeperiode (fem år) er optimal når det tas hensyn til økte kostnader ved organisering av lange byggeperioder. Dette gjelder uansett om man bruker øvre eller nedre intervall for kostnadsøkningen.

I tabellene 0.1 og 0.2 er det lagt til grunn en beregningsperiode på 25 år. Når man tar hensyn til utbyggingsperioden vil den samlede prosjektperioden for de ulike alternativer være henholdsvis 30, 35 og 40 år. Skal man sammenligne nåverdi mellom ulike prosjekter er det nødvendig å kontrollere for prosjektperiodens lengde. Den enkleste måten å korrigere for dette er å beregne annuitetsfaktoren for prosjektet, det vil si den faktor man må dele nåverdien med for å få et uttrykk for en konstant årlig verdi av prosjektet. Nederste linje i Tabell 6.1 viser samlet prosjektperiode og annuitetsfaktoren, som er definert som  $(1-(1+r)^{-n})/r$ , hvor  $r$  er diskonteringsrenten og  $n$  er antall perioder.

Samlet prosjektperiode	30 år	35 år	40 år
Annuitetsfaktor	16,3	17,5	18,4

Bruk av annuitetsfaktoren på resultatene i Tabell 0.2 endrer ikke på konklusjonen om at den korteste utbyggingsperiode er optimal.

Det knytter seg en del usikkerhet til denne typen analyser fordi analyseperioden blir meget lang og at beregningsåret derfor blir mindre representativt for den samlede beregningsperiode.