

# Utbyggingstakt for høyhastighetsbaner i Norge

Alternative scenarioer for Oslo-Trondheim

**Gulbrand Fjeldaas**

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: Juni 2012

Hovedveileder: Alf Helge Løhren, BAT

Medveileder: Tor Johan Nicolaisen, Jernbaneverket

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Institutt for bygg, anlegg og transport





Oppgavens tittel: <b>Utbyggingstakt for høyhastighetsbaner i Norge</b> <b>- Alternative scenarier for Oslo-Trondheim</b>	Dato: 7.6.2012		
	Antall sider (inkl. bilag): 85		
	Masteroppgave	x	Prosjektoppgave
Navn: Stud techn.: Gulbrand Fjeldaas			
Faglærer/veileder: Alf Helge Løhren			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Tor Johan Nicolaisen			

Behovet for å oppgradere jernbanen i Norge er stort, og en høyhastighetsjernbane mellom Oslo og Trondheim vil bidra vesentlig til dette. Av hensyn til ressurstilgang og effektiv utvikling av jernbanen er det nødvendig å utrede trasevalg og om anleggsarbeidet bør gjennomføres trinnvis eller ved komplett utbygging. Målsettingen for denne masteroppgaven var å anbefale egnet trasevalg og utbyggingsstrategi for en høyhastighetsjernbane mellom Oslo og Trondheim.

Rapporter utarbeidet i forbindelse med Høyhastighetsutredningen i Norge og Konseptvalgutredningen for InterCity-prosjektet utgjør viktig bakgrunn og er sentrale for hvilke høyhastighetstraseer det er utarbeidet framdriftsplaner for i oppgaven. Forutsetningene og føringene for framdriftsplanene ble bestemt gjennom kvalitative og kvantitative vurderinger av blant annet regionale effekter, investeringskostnader og finansieringsmetoder. Gjennomføringstid, reisetidsutvikling mellom Oslo og Trondheim i løpet av utbyggingstiden og det årlige ressursbehovet for ulike trase- og utbyggingsalternativer ble beregnet på bakgrunn av disse forutsetningene og føringene. Én trase via Gudbrandsdalen (**GU**) og én trase via Østerdalen (**OS**) ble etter hvert valgt for detaljert analyse.

Potensialet for trinnvis utbygging av GU ble innledningsvis i utredningen vurdert som stort, men videre analyser viste at det trange dalføret og de store høydeforskjellene vil gi svært lang byggetid. Komplet utbygging vil kunne fullføres nesten 13 år tidligere enn trinnvis utbygging, og anbefales derfor for et eventuelt trasévalg gjennom Gudbrandsdalen.

Østerdaltraseen har mindre trafikkgrunnlag enn GU, men mange parseller med rask utbyggingstid bidrar til at trinnvis utbygging av OS bare vil ta seks år lenger tid enn komplett utbygging og vesentlig kortere tid enn trinnvis utbygging av GU. Trinnvis utbygging vil gi raskere reduksjon i reisetider, tidligere regionale effekter og lavere årlige kostnader enn komplett utbygging. Trinnvis utbygging av Østerdaltraseen anbefales derfor for høyhastighetsbaneutbygging mellom Oslo og Trondheim.

#### Stikkord

1. Høyhastighetsbane
2. Oslo – Trondheim
3. Utbyggingsstrategi
4. Trinnvis og komplett utbygging

Gulbrand Fjeldaas (sign.)



## Forord

Denne masteroppgave er skrevet ved Institutt for bygg, anlegg og transport, faggruppe Veg og transport, ved NTNU våren 2012. Masteroppgaven er en obligatorisk del av sivilingeniørutdanningen ved NTNU og utgjør hele arbeidsmengden det siste og 10. semesteret.

Jeg har utarbeidet oppgaveteksten sammen med veilederne mine, på bakgrunn av min fordypningsoppgave «Strategier for utbygging av høyhastighetsbaner – En studie basert på europeiske erfaringer» fra høsten 2011. Masteroppgaven består av seks kapitler, hvor kapitlene om utbyggingsstrategier og framdriftsplaner, samt diskusjonen i slutten, har vært de mest arbeidskrevende.

Arbeidet med oppgaven har stort sett godt som forventet. Det var mer tidkrevende enn først antatt å skrive de første kapitlene som la grunnlaget for å bestemme føringer og forutsetninger for de foreslåtte framdriftsplanene. Det grundige arbeidet med disse kapitlene gjorde til gjengjeld arbeidet med selve framdriftsplanene svært effektivt, slik at jeg videre fikk tilstrekkelig tid til diskusjonen i slutten av masteroppgaven.

Det rettes stor takk til veilederne mine, Tor Johan Nicolaisen fra Jernbaneverket og Alf Helge Løhren fra NTNU og Jernbaneverket. De har med ulik faglig kompetanse bidratt med et bredt spekter av kommentarer og innspill som har vært til stor nytte i løpet av våren. Jeg vil også takke Terje Fjeldaas som har bidratt med korrekturlesning av hele oppgaven.

Trondheim, juni 2012

Gulbrand Fjeldaas (sign.)



## Sammendrag

Det norske jernbanenettet har behov for oppgradering, og høyhastighetsbaner mellom de største byene vil i stor grad bidra til dette. I denne oppgaven har trinnvis og komplett utbygging av jernbanetraseer mellom Oslo og Trondheim blitt sammenliknet. Målet var å identifisere hvilke virkninger forskjellige utbyggingsalternativer har på trafikantnytte, gjennomførbarhet og regional utvikling, for til slutt å anbefale en høyhastighetstrase som kan gjennomføres effektivt. Målet ble formulert i en hypotese som gikk ut på å utrede og drøfte påstanden «en trinnvis utbyggingsstrategi for en høyhastighetsbane mellom Oslo og Trondheim, er mer gunstig enn en komplett utbyggingsstrategi».

Forfatteren har utnyttet både en litteraturstudie, og kvalitative og kvantitative vurderinger for å komme fram til en anbefaling. Forutsetninger for framdriftsplanene har blitt bestemt gjennom studier av blant annet rapporter fra Høyhastighetsutredningen og Konseptvalgutredningen for InterCity-prosjektet (IC-prosjektet). Rekkefølgen for den trinnvise utbyggingen har videre blitt bestemt gjennom en kvalitativ vurdering av regionale effekter ved ulike utbyggingsrekkefølger, fordi slike effekter er svært sammensatte og derfor vanskelige å talfeste. Forskjeller i trafikantnytte og gjennomførbarhet for utbyggings- og trasealternativene, har derimot blitt analysert gjennom en kvantitativ sammenlikning av henholdsvis reisetider mellom Oslo og Trondheim i løpet av utbyggingen og årlige investeringskostnader.

To av traseene fra Høyhastighetsutredningen, én via Gudbrandsdalen (GU) og én via Østerdalen (OS), ble etter grundige vurderinger valgt for videre analyse. For begge traseene ble det forutsatt at IC-strekningen mellom Oslo og Lillehammer brukes som høyhastighetstrase der dette er mulig, fordi dette reduserer lengden på traseene og kostnadene for utbyggingen. Trinnvis utbygging ble påvist å ta lenger tid enn komplett utbygging, men forskjellen i utbyggingstid er traseavhengig. Trinnvis utbygging av GU kan fullføres i 2050 og tar 13 år lenger tid enn komplett utbygging, mens trinnvis utbygging av OS kan fullføres i 2042 og tar bare 6 år lenger tid enn komplett utbygging. Denne forskjellen skyldes det trange dalføret og de store høydeforskjellene, som gir mange parseller med svært lang byggetid for GU. Utbyggingsrekkefølgen for de trinnvise alternativene ble vurdert, og utbygging fra sør til nord ble på grunn av flere innbyggere og arealknapphet i Oslo-området, vurdert som det beste for begge traseene. Avslutningsårene er beregnet ut fra at byggingen tidligst kan starte i 2025, da IC-strekningen antas å være ferdig. Utbyggingstiden vil for øvrig være den samme, uavhengig av om byggestarten blir tidligere eller senere enn 2025.

På bakgrunn av utbyggingstidene ble de årlige investeringskostnader for trase- og utbyggingsalternativene beregnet. Komplet utbygging gir årlige kostnader for GU og OS tilsvarende henholdsvis 48 og 54 prosent av den nasjonale omsetningen i anleggsarbeid innen vei og jernbane i 2011. De samme tallene for trinnvis utbygging for GU og OS er henholdsvis 22 og 29 prosent. På grunn av svært høye årlige kostnader anbefaler forfatteren prosjektfinansiering for at utbyggingen av en høyhastighetsbane skal være sikret tilstrekkelig finansiering og framdrift. I tillegg anbefales totalentrepriser tilpasset store internasjonale entreprenører for å sikre tilstrekkelig utbyggingskapasitet, slik at annen samferdselsutbygging og vedlikehold av infrastruktur ikke må vike for høyhastighetsutbyggingen.

Komplett utbygging anbefales for GU. Trinnvis utbygging gir kun raskere reisetid mellom Oslo og Trondheim, i fem av de 25 årene utbyggingen vil ta. Samtidig vil en ferdig oppgradert IC-strekning

til Lillehammer bidra til at den regionforstørrende effekten på grunn av tidlig åpning av høyhastighetsbaneetapper i sør, ikke blir stor. En utfordring vil være svært høye årlige investeringskostnader. OS vil få en relativt større regionforstørrende effekt av trinnvis utbygging fordi den fra Tangen, sør for Hamar, ikke bruker IC-strekningen, og i tillegg har mange parseller med rask utbyggingstid de første 120 kilometerne mellom Tangen og Koppang. Den raske utbyggingstiden for de første parsellene fra Oslo mot nord bidrar også til tidlig og stor reduksjon av reisetiden på hele strekningen mellom Oslo og Trondheim. Sistnevnte gir en reisetid mellom Oslo og Trondheim på 4 timer og 50 minutter allerede i 2029 og er en viktig årsak til at trinnvis utbygging anbefales for OS.

Resultatene som har kommet fram i oppgaven ga mulighet til å svare på hypotesen i innledningen. Det er traseavhengig om en trinnvis eller en komplett utbyggingsstrategi er det mest gunstige for en høyhastighetsbane mellom Oslo og Trondheim.

Gudbrandsdaltraseen vil gi mer underveistrafikk enn OS, og den anbefalte komplette utbyggingen av GU vil være ferdig 5 år før den trinnvise utbyggingen av OS. Trinnvis utbygging via Østerdalen gir samtidig driftsmessige utfordringer fordi Rørosbanen ikke er elektrifisert. Store fordeler i trafikanntytte i løpet av utbyggingstiden, relativt lave årlige investeringskostnader og en tidlig regionforstørrende effekt for Østlandsregionen bidrar likevel til at trinnvis utbygging via Østerdalen anbefales som strategi for en høyhastighetsbane mellom Oslo og Trondheim.



## Summary

The majority of the Norwegian railways were built between 1850 and 1930, and lack of maintenance has induced need of upgrading. High Speed Rail between the most populated cities will be a significant upgrade and an investment for the future. In this thesis full and stepwise development of a High Speed Railway between Oslo and Trondheim have been compared. The purpose was to identify how different strategies of development affect user benefits, feasibility and regional development, to suggest a high speed route based on an efficient rate of development. The main goal was put down in a hypothesis which after studies and evaluations, would decide whether “a stepwise development strategy will for a high speed railway between Oslo and Trondheim, be more reasonable than a full development strategy”.

The author has used a literature study, and quantitative and qualitative evaluations to make a suggestion. Assumptions for the progress plans have been decided based on studies of reports from the High Speed Rail Assessment Project and the Concept Study from the InterCity-project. To decide which stages to build first, regional effects of different orderings have been evaluated qualitatively, because these effects are difficult to measure absolute. On the other hand user benefits and feasibility for different routes and strategies, has been measured quantitatively, receptively through travel times during the development and annually investment costs.

The routes through Østerdalen (**OS**) and Gudbrandsdalen (**GU**) from the High Speed Rail Assessment Project were chosen through considerations, for further evaluations. For both routes the InterCity-section between Oslo and Lillehammer was decided to be used as a part of the high speed route where this is possible. It reduces the route lengths, and therefore the investment costs. The stepwise development was proven to be more time consuming than full development, but the difference in completion time is route dependent. Stepwise development of GU will be finished in 2050, 13 years later than full development, while stepwise development of OS will be finished in 2042, only 6 years later than full development. The opening years for the entire routes are measured based on start of construction earliest in 2025.

The completion times made it possible to calculate the annual investment costs for the different routes and development strategies. Full development for GU and OS gives annual investment costs similar to respectively 48 and 54 percent of the turnover in constructions within roads and railways in Norway for 2011. The same share for stepwise development of GU and OS is respectively 22 and 29 percent. Due to large annual costs the author recommends project funding of the high speed rail to ensure sufficient economic capacity and feasibility. Additionally, turnkey contracts suitable for large international contractors are recommended to ensure adequate development capacity, so that maintenance and other infrastructure projects don't need to give way for the High Speed Railway development.

Full development is recommended for GU. Stepwise development only gives lower travel time compared with full development in 5 years during the construction period of 25 years. Early opening of the first stages will not lead to that large regional growth, due to the InterCity-route completed to Lillehammer which already serves the region around Hamar and Lillehammer. The high annual investment costs will be a challenge. The effect of stepwise development will be relatively bigger for

OS, because this alternative leaves the InterCity-route at Tangen south of Hamar, and contains many sections with rapid development time the first 120 kilometers between Tangen and Koppang. The first sections with rapid development time also early contribute to reduce the travel time between Oslo and Trondheim. It also lets passengers travel from Oslo to Trondheim in 4 hours and 50 minutes as soon as in 2029, and it is the main reason of the recommendation of a stepwise development strategy of the Østerdalen-route.

The results made it possible to answer the hypothesis in the introduction. It is route dependent whether a stepwise or a full development strategy is the most reasonable for a high speed railway between Oslo and Trondheim.

The Gudbrandsdalen-route has a larger proportion of traffic from intermediate stations than OS, and the recommended full development strategy will be finished 5 years before the stepwise development of OS. Additionally, the stepwise development gives operational challenges due to the non-electrified Rørosline. Nevertheless, significant gains of user benefits during construction time, relatively low annual costs and early regional growth in the eastern part of Norway make the recommended stepwise development through Østerdalen the overall strategy recommendation for a high speed railway between Oslo and Trondheim.

# Innhold

Kapittel 1	Innledning .....	1
1.1	Bakgrunn .....	1
1.2	Hensikt .....	1
1.3	Mål .....	2
Kapittel 2	Kilder og metode.....	5
2.1	Kilder.....	5
2.2	Metode.....	6
Kapittel 3	Trasevurdering .....	7
3.1	Traseer i høyhastighetsutredningen.....	7
3.1.1	Handlingsalternativer .....	7
3.1.2	Gudbrandsdalen .....	8
3.1.3	Rondane .....	10
3.1.4	Østerdalen .....	10
3.1.5	Sammenlikning av traséalternativer.....	11
3.2	Intercity-utbyggingen .....	11
3.2.1	Konseptvalg .....	12
3.2.2	Framdriftsplan.....	12
3.2.3	InterCity og trasevalg.....	13
3.3	Potensiale og tilrettelegging for trinnvis utbygging.....	14
3.3.1	Marked .....	14
3.3.2	Stasjoner og etapper .....	16
3.3.3	Teknisk kompleksitet .....	17
3.3.4	Eksisterende jernbane .....	17
3.4	Valg av trase- og handlingsalternativer.....	18
3.4.1	Gudbrandsdalen .....	18
3.4.2	Rondane .....	18
3.4.3	Østerdalen .....	19
3.4.4	Tilleggsbaner.....	19
Kapittel 4	Utbyggingsstrategier .....	21
4.1	En samfunnsnyttig høyhastighetsutbygging.....	21
4.1.1	Aktuelle utbyggingsstrategier .....	21
4.1.2	Regional utvikling.....	25

4.1.3	Prioritering av områder og utbyggingsrekkefølge .....	27
4.2	En raskere vei til ny jernbane .....	28
4.2.1	Planleggingsfasen .....	28
4.2.2	Byggefase.....	30
4.2.3	Finansering.....	31
4.3	Kostnads- og nyttevurdering .....	33
4.3.1	Kostnads- og nyttekomponenter .....	33
4.3.2	Korridor nord .....	35
4.3.3	Utbyggingsstrategi og økonomi .....	39
Kapittel 5	Framdriftsplaner.....	43
5.1	Innhold og forutsetninger .....	43
5.1.1	Innhold i framdriftsplanene.....	43
5.1.2	Forutsetninger og føringer .....	44
5.2	Parseller.....	45
5.3	Etapper ved trinnvis utbygging .....	46
5.3.1	Gudbrandsdaltraseen.....	47
5.3.2	Østerdaltraseen.....	48
5.3.3	Reisetider ved trinnvis utbygging .....	49
5.4	Framdriftsplaner for trinnvis utbygging.....	50
5.4.1	Planlegging .....	50
5.4.2	Bygging av Gudbrandsdaltraseen .....	51
5.4.3	Bygging av Østerdaltraseen .....	52
5.4.4	Gjennomføringstid .....	54
5.5	Framdriftsplaner for komplett utbygging.....	54
5.5.1	Planlegging .....	54
5.5.2	Bygging av Gudbrandsdaltraseen .....	55
5.5.3	Bygging av Østerdaltraseen .....	55
5.5.4	Gjennomføringstid .....	56
Kapittel 6	Diskusjon og anbefaling .....	57
6.1	Utbyggingsstrategi for trasealternativene.....	57
6.1.1	Gudbrandsdaltraseen.....	58
6.1.2	Østerdaltraseen.....	59
6.2	Høyhastighetstrase mellom Oslo og Trondheim.....	61

6.3 Anbefaling og konsekvenser av høyhastighetstrase og utbyggingstakt .....	62
Referanser .....	65
Vedlegg 1 Oppgavetekst .....	i
Vedlegg 2 Figur 10 med inngangsparametre .....	v

## Figurer

Figur 1: Trasealternativer fra høyhastighetsutredningen .....	7
Figur 2: Estimer for daglige påstigninger per stasjon for Gudbrandsdaltraseen i 2024 og 2043 .....	15
Figur 3: Estimer for daglige påstigninger per stasjon for Østerdaltraseen i 2024 og 2043 .....	15
Figur 4: Kategori 1 og 2 stasjoner for traseene gjennom Gudbrandsdalen og Østerdalen .....	16
Figur 5: Byggetid, årlige kostnader, og kravet til rådgiver- og entreprenørkapasitet varierer .....	21
Figur 6: Foreslått entreprisenndeling ved komplett utbygging av de tre IC-strekningene .....	24
Figur 7: Foreslått entreprisenndeling ved trinnvis utbygging av de tre IC-strekningene .....	24
Figur 8: Skjematisk framstilling av planlegging fra godkjent KS1 til kontrahering av entreprenører og fysisk oppstart. ....	29
Figur 9: Oversikt over tradisjonell finansiering og prosjektfinansiering. ....	32
Figur 10: Reisetid mellom Trondheim og Oslo for Gudbrandsdaltraseen og Østerdaltraseen, avhengig av hvor stor del av strekningen mellom henholdsvis Lillehammer-Trondheim og Tangen-Lillehammer som har høyhastighetsbane.....	40
Figur 11: Eksempel på byggeframdrift med trinnvis utbyggingsstrategi. ....	43
Figur 12: Framdriftsplan for trinnvis utbygging fra godkjent KS1 til åpning av første etappe.....	51
Figur 13: Framdriftsplan for trinnvis utbygging av Gudbrandsdaltraseen. ....	52
Figur 14: Diagrammet viser hvordan reisetiden forandrer seg i løpet av den trinnvise utbyggingen av Gudbrandsdaltraseen. ....	52
Figur 15: Framdriftsplan for trinnvis utbygging av Østerdaltraseen. ....	53
Figur 16: Diagrammet viser hvordan reisetiden forandrer seg i løpet av den trinnvise utbyggingen av Østerdaltraseen. ....	53
Figur 17: Framdriftsplan for komplett utbygging fra godkjent KS1 til fysisk oppstart.....	54
Figur 18: Framdriftsplan for komplett utbygging av Gudbrandsdaltraseen. ....	55
Figur 19: Framdriftsplan for komplett utbygging av Østerdaltraseen. ....	56
Figur 20: Hoved- og underhypoteser fra målsettingen i kapittel 1. ....	57
Figur 21: Sammenlikning av reisetiden mellom 2020 og 2055 med trinnvis og komplett utbygging av Oslo-Trondheim via Gudbrandsdalen. ....	58
Figur 22: Sammenlikning av reisetiden mellom 2020 og 2045 med trinnvis og komplett utbygging av Oslo-Trondheim via Østerdalen. ....	60
Figur 23: Sammenlikning av reisetiden mellom 2025 og 2045 for trinnvis utbygging av Østerdaltraseen og komplett utbygging av Gudbrandsdaltraseen. ....	61

## Tabeller

Tabell 1: Handlings- og designalternativer fra høyhastighetsbaneutredningen.....	8
Tabell 2: Linjedata for D alternativene .....	11
Tabell 3: Vurderte konsepter i konseptvalgutredningen for IC-strekningen Oslo-Lillehammer.....	12
Tabell 4: Estimert høyhastighetsbane-etterspørsel i 2024 og 2043 i antall påstigninger for Gudbrandsdaltraseen etter avreisested og destinasjon. ....	14
Tabell 5: Estimert høyhastighetsbane-etterspørsel i 2024 og 2043 i antall påstigninger for Østerdaltraseen etter avreisested og destinasjon .....	14
Tabell 6: Lengde, tunnellengde og brulengde for alle traseene gjennom Gudbrandsdalen, Østerdalen og Rondane mellom Tangen og Soknedal. ....	17
Tabell 7: Prinsipper for utbyggingsrekkefølge. ....	23
Tabell 8: Forventet regional utvikling som følge av et høyhastighetstilbud mellom Oslo og Trondheim for Gudbrandsdaltraseen og Østerdaltraseen. ....	27
Tabell 9: Oversikt over investeringskostnader for en jernbaneutbygging og kostnadskategoriens andel av de totale investeringskostnadene.....	34
Tabell 10: Kostnads- og nyttekomponenter i en samfunnsøkonomisk analyse .....	35
Tabell 11: Trasedata og investeringskostnader for Gudbrandsdaltraseen og Østerdaltraseen .....	36
Tabell 12: Bedriftsøkonomisk analyse for Gudbrandsdal- og Østerdaltraseen .....	37
Tabell 13: Kort sammenfattet samfunnsøkonomi for Gudbrandsdal- og Østerdaltraseen .....	38
Tabell 14: Estimert økning i Gudbrandsdaltraseens forventede investeringskostnad på grunn av tilkoblingsbaner med 6, 8 eller 10 etapper. ....	39
Tabell 15: Oversikt over parseller for Gudbrandsdal- og Østerdaltraseen .....	46
Tabell 16: Etappeinndeling ved trinnvis utbygging for Gudbrandsdaltraseen. ....	47
Tabell 17: Etappeinndeling ved trinnvis utbygging for Østerdaltraseen. ....	48
Tabell 18: Reisetider mellom Oslo og Trondheim via Gudbrandsdalen etterhvert som etappene åpnes for trafikk. ....	49
Tabell 19: Reisetider mellom Oslo og Trondheim via Østerdalen etterhvert som etappene åpnes for trafikk. ....	50
Tabell 20: Trinnvis og komplett utbygging av Gudbrandsdaltraseen sitt årlige gjennomsnittlige ressursbehov i millioner kroner i forhold til anleggsvirksomhet innen veg og jernbane i 2011.....	58
Tabell 21: Trinnvis og komplett utbygging av Østerdaltraseen sitt årlige gjennomsnittlige ressursbehov i millioner kroner, i forhold til anleggsvirksomheten innen veg og jernbane i 2011.....	60
Tabell 22: Oppsummerende data for trinnvis utbygging via Østerdalen.....	63

## Viktige forkortelser

<b>RO</b>	–	Spesifisert trasealternativ via Rondane
<b>GU</b>	–	Spesifisert trasealternativ via Gudbrandsdalen
<b>OS</b>	–	Spesifisert trasealternativ via Østerdalen
<b>KU</b>	–	Komplett utbygging
<b>TU</b>	–	Trinnvis utbygging
<b>IC</b>	–	InterCity
<b>KVU</b>	–	Konseptvalgutredning
<b>KS1</b>	–	Kvalitetssikring av konseptvalg
<b>KS2</b>	–	Kvalitetssikring av styringsunderlag samt kostnadsoverslag
<b>A, B, C og D</b>	–	Handlingsalternativer fra Høyhastighetsutredningen
<b>2*, D1 og D2</b>	–	Designalternativer fra Høyhastighetsutredningen





## Kapittel 1 Innledning

I dette kapitlet beskrives først oppgavens struktur. Deretter blir oppgavens bakgrunn og hensikt beskrevet, og i slutten av kapitlet blir oppgavens mål presentert. Oppgaveteksten ligger bakerst i oppgaven som Vedlegg 1.

Opgaven er delt opp i seks kapitler. Etter dette kapitlet med bakgrunn, hensikt og mål følger **Kapittel 3: Kilder og metode** som beskriver de viktigste kildene som er brukt i oppgaven, samt metoden som er brukt i kapittel 3, 4, 5 og 6.

**Kapittel 3: Trasevurdering** beskriver traseene i Høyhastighetsutredningen, hvordan disse påvirkes av InterCity-utbyggingen og om de er egnet for trinnvis utbygging (TU). I slutten av kapitlet bestemmes hvilke traseer og designalternativer som er aktuelle for videre vurdering i oppgaven.

**Kapittel 4: Utbyggingsstrategier** beskriver og vurderer utbyggingsstrategier for de gjenværende trasealternativene. I tillegg avdekkes det hvilken effekt en høyhastighetsbaneutbygging vil ha på regional utvikling i de aktuelle områdene, samt hvordan planlegging og utbygging av en ny bane kan gjøres mest mulig effektivt. Kostnader for de ulike trasealternativene, og hvordan disse påvirkes av utbyggingsstrategi blir også omtalt.

**Kapittel 5: Framdriftsplaner** presenterer konkrete framdriftsplaner for hver trase og utbyggingsstrategi. Det blir bestemt hva framdriftsplanene skal inneholde og hvordan innholdet bør framstilles.

**Kapittel 6: Diskusjon og anbefaling** sammenlikner de ulike traseene og utbyggingsstrategiene, og hypotesene i det innledende kapitlet vil bli diskutert. Det hele avsluttes med en anbefaling av én trase med tilhørende utbyggingsstrategi.

### 1.1 Bakgrunn

Høyhastighetsutredningen som er produsert av Jernbaneverket på oppdrag fra Samferdselsdepartementet, ble offentliggjort i januar 2012. Den beskriver tekniske og finansielle utfordringer og løsninger ved ulike trasevalg i høyhastighetskorridorer fra Oslo mot sør, vest, nord og øst.

Mange er kritiske til om det er lønnsomt å satse på et høyhastighetstilbud i Norge. Samtidig er det stort behov for å oppgradere jernbanen mellom de største byene. Med tanke på ressurstilgangen og en effektiv utvikling av jernbanen vil det derfor være nødvendig å utrede med hvilken takt en utbygging bør skje. Trinnvis utbygging kan være et alternativ.

Prosjektoppgaven «*Strategier for utbygging av høyhastighetsbaner i Norge – En studie basert på europeiske erfaringer*» (Fjeldaas 2011) er en litteraturstudie av hvordan høyhastighetsbaner har blitt bygget ellers i Europa. Denne masteroppgaven inkluderer kunnskap tilegnet i prosjektoppgaven, for å studere mulige utbyggingsstrategier for en høyhastighetsbane mellom Oslo og Trondheim.

### 1.2 Hensikt

Opgavens hensikt er å avdekke hva som vil være en effektiv og gunstig utbyggingstakt for en høyhastighetsbane mellom Oslo og Trondheim. TU vil bli sammenliknet med komplett utbygging (KU).

Alle kapitlene har derfor fokus på forhold som er knyttet til dette, inkludert kapitlet som beskriver alternative traseer. Oppgaven inneholder likevel enkelte detaljopplysninger, for å gi leseren et visuelt og helhetlig bilde av situasjonen.

**Trinnvis utbygging** kan være aktuelt avhengig av flere faktorer. Dette inkluderer «indirekte faktorer» som finansiering, planleggingssystem og organisering, i tillegg til «direkte faktorer» som etterspørsel, traseens tekniske kompleksitet og eksisterende jernbaneinfrastruktur langs traseen (Fjeldaas 2011). At valg av TU vil bidra til å jevne ut ressurstopper og løse ut trafikantnytte på et tidligere tidspunkt enn KU, vil bli inkludert i vurderingen.

**Komplett utbygging** vil på den andre siden kunne gå raskere. Det gjør at nytten av ende-til-ende trafikk vil kunne bli løst ut på et tidligere tidspunkt enn ved TU. En slik utbygging vil i stor grad være avhengig av fullfinansiering av lange strekninger, samt mer uberørt og enkelt terreng som legger grunnlaget for rask og billig planlegging og bygging. Alt dette vil inngå i utredningen.

### 1.3 Mål

Tidspunktet trafikantnyttens løses ut på er hovedforskjellen mellom en trinnvis og en komplett utbyggingsstrategi. TU muliggjør å løse ut trafikantnyttens når hver enkelt etappe av en strekning står ferdig. KU gir ikke denne muligheten, men vil løse ut nytten for ende-til-ende-trafikken raskere enn TU, fordi alle etapper vil bli bygget ut tilnærmet samtidig. Det er derfor nødvendig å avgjøre om en trinnvis utbyggingsstrategi mellom Oslo og Trondheim vil gi store nok fordeler, til å kunne forsvare en sen ferdigstilling av hele strekningen. For å avgjøre dette trenger man i første omgang følgende informasjon om de ulike utbyggingsstrategiene.

- **Komplett utbygging:** Utbyggingstid
- **Trinnvis utbygging:** Utbyggingstid, utbyggingsrekkefølge

Før de konkrete målene presenteres må det presiseres at det er andre faktorer enn trafikantnyttens, som er viktig å vurdere ved valg av TU eller KU. Punktene under viser faktorer som også må legges til grunn for valget.

- Kapitalbehov i forhold til kapitaltilgang og finansieringsmetode
- Kapasitetsbehov i forhold til ressurstillgang
- Regional utvikling og regionforstørring

Det første målet vil på bakgrunn av dette være å utrede og drøfte følgende hovedhypotese (grå) med tilhørende underhypoteser (gule) for de aktuelle trasealternativene:



Utredningen og drøftingen av disse hypotesene er grunnlaget for valg av utbyggingsstrategi for hvert trasealternativ.

**Hovedmålet er å anbefale én høyhastighetstrase med tilhørende utbyggingsstrategi på grunnlag av effektiv utbyggingstakt.**



## Kapittel 2 Kilder og metode

Dette kapitlet inneholder en omtale av de viktigste kildene som er brukt i oppgaven og en metodebeskrivelse for hvert kapittel. Alle kildene som er brukt ligger i sin helhet i referanselisten i slutten av oppgaven.

### 2.1 Kilder

Høyhastighetsutredningen i Norge, Konseptvalgutredningen for InterCity-strekningene (IC-strekningene) og undertegnedes fordypningsprosjektoppgave utgjør viktig bakgrunn for oppgaven. Mye informasjon er i tillegg hentet gjennom samtaler og henvisninger fra ansatte i Jernbaneverket, og de rådgivende ingeniørselskapene Norconsult AS og Rambøll. Fra Jernbaneverket er det i hovedsak veilederne mine Alf Helge Løhren og Tor Johan Nicolaisen, som har bidratt med kommentarer og innspill i diskusjoner underveis i oppgaveprosessen. De viktigste rapportene som er brukt er:

#### *Norway HSR Assessment Study – Phase III: Report Corridor North Oslo-Trondheim*

Av Rambøll (2011)

Rapporten er utarbeidet på oppdrag fra Jernbaneverket og inneholder vurderinger av flere traseforslag med ulike designparametre mellom Oslo og Trondheim, samt omtale av anleggsarbeid og miljøpåvirkning. Rapporten er i hovedsak brukt som kilde i «Kapittel 3: Trasevurdering». Vedlegg 2 til rapporten er i tillegg brukt som grunnlagsmateriale i «Kapitel 5: Framdriftsplaner».

#### *Norway HSR Assessment Study – Phase III: Economic and Financial Analysis: Final Report*

Av Atkins (2012)

Rapporten er utarbeidet på oppdrag fra Jernbaneverket og inneholder analyse av investeringskostnader, bedriftsøkonomi og samfunnsøkonomi for høyhastighetsbaner i korridorer fra Oslo mot Trondheim, Stockholm, Stavanger og Bergen. Rapporten er brukt som kilde i nytte- og kostnadsvurderingen i «Kapittel 4: Utbyggingsstrategier».

#### *Norway HSR Assessment Study – Phase III: Market, Demand and Revenue Analysis: Final Report*

Av Atkins (2012)

Rapporten er utarbeidet på oppdrag fra Jernbaneverket og inneholder markedsanalyser for alle trasealternativene i Høyhastighetsutredningen. Rapporten er i hovedsak brukt i vurderingen av potensialet for TU i «Kapittel 3: Trasevurdering».

#### *Konseptvalgutredning for InterCity-strekningen Oslo-Lillehammer*

Av Jernbaneverket (2012)

Dette er en delrapport fra konseptvalgutredningen av IC-strekningene fra Oslo til Lillehammer, Ski-en og Halden. Den inneholder vurderinger av ulike konsepter for de tre IC-strekningene. Rapporten er hovedsakelig brukt som kilde i vurderingen av IC-strekningens betydning for en høyhastighetsbane mellom Oslo og Trondheim i «Kapittel 3: Trasevurdering».

### *IC – Fra vedtak til åpning*

Av Norconsult AS (2012)

Rapporten er utarbeidet på oppdrag fra Jernbaneverket og inneholder vurderinger og utfordringer knyttet til framdriften av IC-prosjektet, samt konkrete forslag til både raskest mulig framdrift og kostnadsopptimal framdrift av prosjektet. Rapporten er brukt som kilde i vurderingen av IC-strekningens betydning for en høyhastighetsbane mellom Oslo og Trondheim, samt brukt som inspirasjon i utarbeidelsen av «Kapittel 5: Framdriftsplaner».

### *Strategier for utbygging av høyhastighetsbaner i Norge*

Av Fjeldaas (2011)

Oppgaven er skrevet av undertegnede som fordypningsprosjektrapport høsten 2011. Den inneholder beskrivelser av høyhastighetsbaner i andre land i Europa, som videre er brukt som innspill til å identifisere velegnede strategier for utbygging av høyhastighetsbaner i Norge. Trinnvis og komplett utbygging er omtalt i rapporten, og denne masteroppgaven er en naturlig videreføring.

## **2.2 Metode**

**Kapittel 3: Trasevurdering** er i hovedsak skrevet gjennom en litteraturstudie av rapporter utarbeidet i forbindelse med Høyhastighetsutredningen og Konseptvalgutredningen av IC-strekningene. I tillegg har diskusjoner med involverte i Høyhastighetsutredningen og veiledere bidratt til valg av føringer og forutsetninger som har vært avgjørende for resten av oppgaven.

**Kapittel 4: Utbyggingsstrategier** har blitt skrevet etter en kvalitativ vurdering av trinnvis og komplett utbygging. Vurderingene avdekket hvilke faktorer som er avgjørende for en rask og effektiv utbygging, hvilken utbyggingsrekkefølge som bør velges for TU og hvilke kostnads- og nyttekomponenter som vil bli påvirket av ulike utbyggingsstrategier. Deler av kapitlet bygger også på kilder funnet gjennom søk på internett og anbefalinger fra ansatte i Jernbaneverket og Norconsult AS.

**Kapittel 5: Framdriftsplaner** inneholder konkrete forslag til framdriftsplaner med TU og KU. Forutsetningen i starten av kapitlet lå til grunn for en prosess der flere ulike framdriftsplanene ble vurdert og deretter endret eller forkastet. Framdriftsplanene som foreslås er etter diskusjoner med veiledere og en kvalitativ vurdering anslått som de beste av undertegnede.

**Kapittel 6: Drøfting og anbefaling** inneholder en kvalitativ og kvantitativ vurdering av de ulike trase- og utbyggingsalternativene. Faktorer som reisetid i løpet av utbyggingstiden, gjennomføringstid og gjennomsnittlig årlig investeringskostnad, var grunnlaget for en kvantitativ vurdering av utbyggingsalternativene. I kombinasjon med kvalitative vurderinger av regionale effekter og utfordringer knyttet til alternativene, ble det til slutt anbefalt en høyhastighetstrase på grunnlag utbyggingstakt.

## Kapittel 3 Trasevurdering

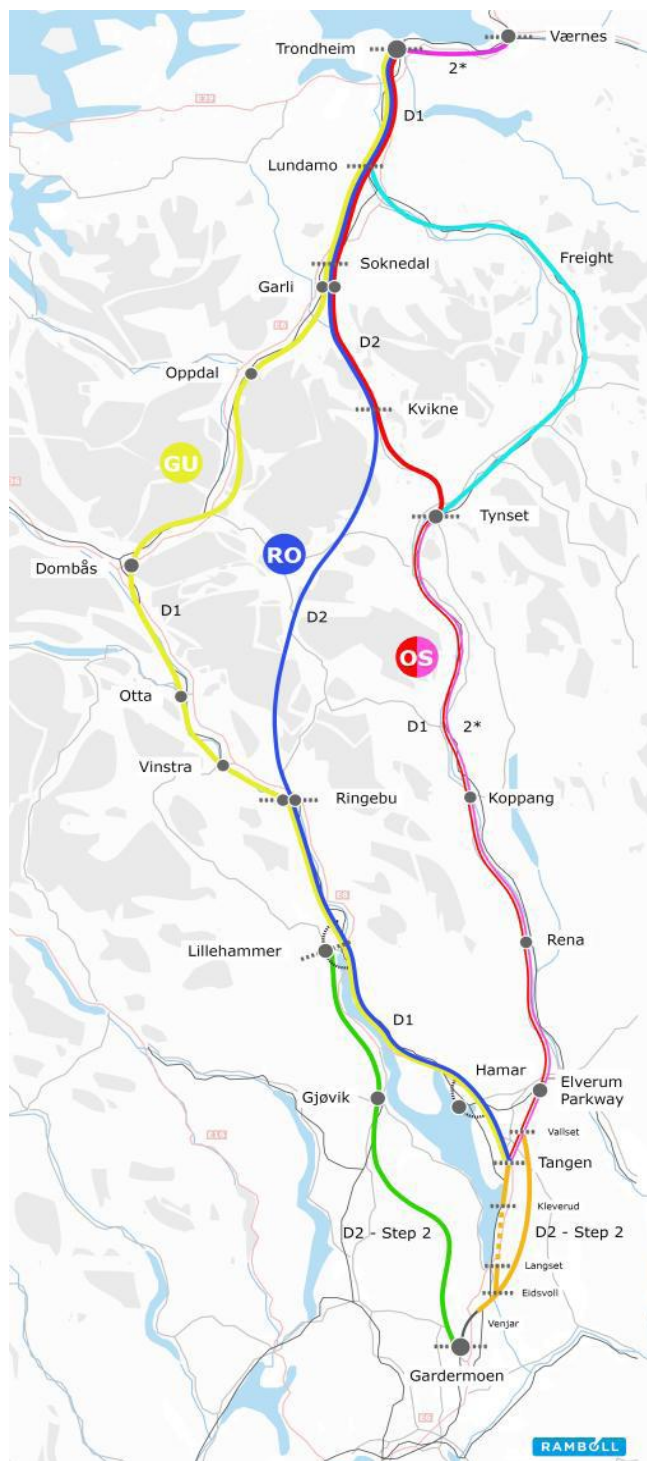
Dette kapitlet tar sikte på å beskrive trasealternativene mellom Oslo og Trondheim vurdert i høyhastighetsutredningen, vurdere påvirkningen fra en eventuell IC-utbygging, og å beskrive traseenes potensielle for trinnvis utbygging. I slutten av kapitlet vil jeg velge hvilke trasealternativer som vil bli utredet videre i oppgaven.

### 3.1 Traseer i høyhastighetsutredningen

Det er tre hovedtraseer som er beskrevet i Høyhastighetsutredningen mellom Oslo og Trondheim. Lokalisert fra vest til øst er disse traseer gjennom Gudbrandsdalen, Rondane og Østerdalen (Figur 1). For hver av disse er det vurdert ulike handlingsalternativer som gir hovedtraseene flere underalternativer. Denne delen har som hensikt å beskrive de ulike traseenes beliggenhet. Traseene som vil bli beskrevet, er de som ble prioritert for detalj-analyse. De mange alternative traseene som er blitt forkastet underveis i konsulentarbeidet, vil ikke bli omtalt i oppgaven.

#### 3.1.1 Handlingsalternativer

I Høyhastighetsutredningen er det vurdert fire ulike handlingsalternativer. På den ene siden finner vi handlingsalternativ A, som er en videreføring av dagens jernbanepolitikk, og på den andre siden har vi handlingsalternativ D, som hovedsakelig vil bestå av separate høyhastighetslinjer. Tabell 1 viser alle handlingsalternativene og hvilke designalternativer som kan inngå i disse.



Figur 1: Trasealternativer fra Høyhastighetsutredningen (Rambøll 2011a).



**Tabell 1: Handlingsalternativer fra Høyhastighetsutredningen og hvilke designalternativ de kan bestå av (Jernbaneverket, Railconsult AS 2012).**

Handlingsalternativ	Designalternativ	Beskrivelse
A	-	Referansealternativet; en videreføring av dagens jernbanepolitikk
B	-	En mer offensiv videreutvikling av eksisterende jernbaneinfrastruktur
C	2* <sup>a</sup> , D1 <sup>b</sup> , D2 <sup>c</sup>	Ett høyhastighetsalternativ som delvis bygger på eksisterende nett og gjeldende IC-strategi. Kan bestå av både 250- og 330-fartsstrekninger.
D	D1, D2	Hovedsakelig separate høyhastighetslinjer

<sup>a</sup> Dimensjonerende hastighet 250 km/t og maksimalt tillatt stigning 12,5 %

<sup>b</sup> Dimensjonerende hastighet 330 km/t og maksimalt tillatt stigning 12,5 %

<sup>c</sup> Dimensjonerende hastighet 330 km/t og maksimalt tillatt stigning 35,0 %

Handlingsalternativ D kan bestå av to designalternativ, D1 og D2. Begge alternativene dimensjoneres for hastighet 330 km/t. Designalternativ D1 tilrettelegges for blandet trafikk (person- og godstrafikk), mens designalternativ D2 kun tilrettelegges for persontrafikk. Dette medfører at de to alternativene får maksimal tillatt stigning på henholdsvis 12,5 og 35 %. Handlingsalternativ C har på enkelte strekninger dimensjonerende hastighet 250 km/t. I tillegg til strekninger med designalternativ D1 og D2, vil noen delstrekninger kunne bli dimensjonert med designalternativ 2\*. Sistnevnte er et designalternativ med dimensjonerende hastighet 250 km/t. Videre i oppgaven er det kun traseene med handlingsalternativ C og D som blir beskrevet og behandlet. (Jernbaneverket, Railconsult AS 2012)

### 3.1.2 Gudbrandsdalen

Traseen via Gudbrandsdalen er i hovedsak et D1-alternativ. Unntaket er i IC-området der det er flere muligheter til designalternativ. Gudbrandsdalalternativet og Rondanealternativet er like, med unntak av ulike traseer mellom Ringebu og Soknedal. Mange av beskrivelsene i dette kapitlet gjelder dermed for begge alternativene. Trasebeskrivelsene for alle alternativene er en sammenfatning av Rambølls utredning av korridor nord (Rambøll 2011a) og Høyhastighetsutredningens hovedrapport del 2, Korridorspesifikke analyser (Jernbaneverket, Railconsult AS 2012).

#### *Intercity-området, 2\* og D1(D2)*

Handlingsalternativ D i IC-området starter sør for Hamar på østsiden av Mjøsa og følger i hovedsak traseen til eksisterende jernbane og E6 helt til Trondheim. Fra Gardermoen til Tangen sammenfaller D-alternativet med IC-prosjektet, i likhet med handlingsalternativ C. Sistnevnte handlingsalternativ følger IC-prosjektets traseforslag helt til Lillehammer. For begge alternativene er det foreslått et steg to, hvis IC-strekningen får sprengt kapasitet. Dette går ut på å bygge en høyhastighetslinje fra Gardermoen til Lillehammer via Gjøvik med designalternativ D2. Godstog vil ikke kunne kjøre på denne strekningen, og korridoren får et høyverdig høyhastighetskonsept helt fra Gardermoen til Trondheim.

De eksisterende stasjonene i Lillehammer og på Hamar har en svært kurvet innkjøring. For eventuelle direktetog som ikke skal stoppe på stasjonene, gir dette store hastighetsrestriksjoner. For D-



alternativet er det derfor foreslått «forbikjøringsbaner» utenfor sentrum av byene. Disse er likevel ikke tatt med i Høyhastighetsutredningens analyser av kostnader og nytte. For handlingsalternativ C foreslås utelukkende gjeldende stasjonsplassering i Hamar og Lillehammer, i samhold med konseptvalgutredningen av IC-utbyggingen. Ved utvidelse til D2-alternativet via Gjøvik må en ny stasjonsløsning på Lillehammer utarbeides.

### *Lillehammer-Ringebu, D1*

Resten av strekningen består kun av designalternativ D1, med unntak av den mulige forlengelsen til Værnes. Smale daler med store høydeforskjeller gjør at tunnelandelen blir lite endret både ved valg av mindre kurveradius eller større tillatt stigning, henholdsvis designalternativ 2\* og D2. I likhet med resten av Gudbrandsdaltraseen, karakteriseres strekningen mellom Lillehammer og Ringebu av mange tekniske utfordringer. Vanskelige topografiske forhold, høy befolkningstetthet og risiko for flom nær elven gjør at tunnelandelen er svært høy på denne strekningen.

Ringebu stasjon for Gudbrandsdalalternativet ligger 0,4 kilometer øst for eksisterende stasjon.

### *Ringebu-Soknedal, D1*

Traseen fortsetter med mange tunneler av varierende lengde mot Dombås, via Vinstra og Otta. De tre nevnte stedene er alle potensielle stoppesteder. I forbindelse med passasjen av Dovrefjell er det to lange tunneler. Etter Dovrefjell, kommer Oppdal stasjon i et område med lange dagsoner ned fra fjellet. Traseen passerer Garli stasjon før den samkjøres med de to andre traseene ved Soknedal.

Fem stasjoner er vurdert på denne strekningen. På Vinstra ligger stasjonen 5,3 kilometer sør for sentrum og på motsatt side av elven i forhold til eksisterende bane. På Otta er stasjonen foreslått å ligge på en bru 0,8 kilometer vest for sentrum. Dette er den beste plasseringen markedsmessig, men andre mindre kostnadskrevenne stasjonsløsninger lengre unna sentrum er også foreslått. Dombås stasjon må på grunn av en av tunnelene opp til Dovrefjell, lokaliseres ca. 6 kilometer sør for sentrum. Den foreslåtte stasjonen på Oppdal ligger nær eksisterende bane, ca. 1 kilometer nordøst for Oppdal. Garli stasjon skal også betjene Berkåk og Støren. Garli er valgt som stasjonsområde på grunn av relativt flatt terreng i området.

### *Soknedal-Trondheim, D1*

På denne delstrekningen, som er felles for alle trasealternativene, er det ingen stasjoner med unntak av i Trondheim. Fra Soknedal til Lundamo er det en lang tunnel, etterfulgt av en 12 kilometer lang dagsone. Etter denne går traseen stort sett i tunnel til Trondheim. Dagens en-sporede bro ved Stavne erstattes av en ny bro med fire spor. De fire sporene opprettholdes fram til en ny stasjon ved Lerkendal.

Rambøll (2011) har studert flere stasjonsplasseringer i Trondheim, fordi dagens plassering blir svært teknisk krevende. Plassering på Dragvoll og Brattøra (dagens stasjon) er vurdert, men utredningen foreslår ny stasjon omtrent der hvor Lerkendal holdeplass ligger i dag. Ulemper med denne plasseringen er kvikkleireområder på begge sider av stasjonen, nærmere to kilometer til sentrum og behov for ekspropriasjon av større boligfelter i området. En av jernbanens største fordeler er at man kan bli transportert fra sentrum til sentrum. Etter min mening bør det derfor, til tross for utredningens forslag, legges inn stor innsats for å kunne beholde dagens sentrale stasjonsbeliggenhet på Brattøra.

Man kan eventuelt på et senere tidspunkt vurdere en «forbikjøringsbane» via Lerkendal til Værnes, i likhet med de foreslåtte «forbikjøringsbanene» ved Hamar og Lillehammer.

### *Trondheim-Værnes, 2\**

På grunn av den korte avstanden på 27 kilometer mellom Trondheim stasjon og Hell er kun designalternativ 2\* studert i detalj. En høyere dimensjonerende hastighet enn 250 km/t vil ikke kunne bli utnyttet. På de siste 1,8 kilometerne fra Hell til Værnes foreslås sammenkobling med eksisterende bane like før Gevingåsen, hvor en ny tunnel ble åpnet for togtrafikk i august 2011.

### **3.1.3 Rondane**

Rondanealternativet har samme trase som Gudbrandsdalalternativet med unntak av over Rondane. Derfor beskrives bare strekningen over fjellet, mellom Ringebu og Soknedal.

#### *Ringebu-Soknedal, D2*

Traseen forlater Gudbrandsdalalternativet ca. ti kilometer sør for Ringebu. Delstrekningen med designalternativ D2, fra Ringebu til Soknedal er ca. 180 kilometer lang. Strekningen er tilsynelatende godt egnet til en høyhastighetsbane, med store plataer og tydelige daler.

Rondane er derimot en nasjonalpark som blant annet har en av få lokasjoner for villrein i Europa, noe som gjør at «egnetheten» reduseres betraktelig. Traseen går først gjennom en 28 kilometer lang tunnel for å komme opp på fjellet. Denne tunnelen er den mest tidkrevende i hele utredningen, og vil ta ca. 14 år å bygge. Etter tunnelen fortsetter traseen med mange korte og mellomlange tunneler mot Kvikne. Disse tunnelene er lagt inn blant annet for å unngå kontakt med rein- og andre viltområder. Alle dagsonene går utenom nasjonalparken. Fra Kvikne er traseen den samme som Østerdalalternativet. Traseen går i et område med flere lange dagsoner fram til Soknedal.

Stasjonen ved Ringebu for Rondanealternativet ligger ca. 3,6 kilometer nord for Ringebu sentrum. Bratt terreng vil gjøre utformingen av denne stasjonen krevende. Etter Ringebu er det ingen stasjoner før Garli, som ligger bare noen kilometer sør for Soknedal der traseene møtes igjen.

### **3.1.4 Østerdalen**

Traseen via Østerdalen er lik de to andre mellom Gardermoen og Tangen, og mellom Soknedal og Trondheim (Værnes). Derfor beskrives bare strekningen fra Tangen til Soknedal. I en situasjon der kapasiteten på IC-strekningen blir sprengt foreslås det, istedenfor en ny høyhastighetstrase via Gjøvik, en D2 strekning mellom Eidsvoll og Vallset, nord for Tangen. Østerdalalternativet er den eneste traseen der designalternativ 2\* synes som en interessant mulighet.

#### *Tangen-Tynset, 2\* og D1*

2\*-alternativet følger stort sett den eksisterende jernbanen mellom Elverum og Tynset. Før dette, mellom Tangen og Elverum, må det bygges ny jernbane. Til tross for at banen i store deler følger eksisterende spor, må sporet gjenbygges totalt for å kunne tåle en hastighet på 250 km/t. Designalternativ D1 ligger stort sett på motsatt side av dalen i forhold til 2\*, er mindre kurvet og har litt høyere tunnelandel. D2-alternativet gir mindre fleksibilitet for godstog og vil måtte gå i nesten nøyaktig samme trase som D1. Rambøll prioriterte derfor D1 framfor D2 på denne strekningen.

På denne strekningen ligger det tre potensielle stasjoner, Elverum, Rena og Koppang. På Elverum foreslås det en ny stasjon, 8,5 km vest og 22 km øst for sentrum av henholdsvis Elverum og Hamar. Rena stasjon må ligge i tunnel for både alternativ 2\* og D1. Henholdsvis to kilometer nord og sør for Rena sentrum. På Koppang kan dagens stasjonsbeliggenhet beholdes for 2\*, men det må etableres en ny for alternativ D1. Det må bygges en ny stasjon ved Tynset fordi banen forlater dalen noen kilometer vest for tettstedet.

### *Tynset-Soknedal, D2*

Fra Tynset til Soknedal er det foreslått et D2-alternativ fordi dette vil gi betydelig lavere tunnelandel enn D1. Godstog vil måtte bruke en oppgradert Rørosbane. Banen går gjennom to relativt lange tunneler før Kvikne, der den møter den foreslåtte Rondanetraseen. Som nevnt preges strekningen fra Kvikne til Soknedal av flere lange dagsoner, før alle traseene er like fra Soknedal til Trondheim.

### 3.1.5 Sammenlikning av trasealternativer

Det er store forskjeller mellom de ulike trasealternativene. Særlig mellom Østerdalen og de to andre. Dette gjelder blant annet lengde og tunnelandel. Tabell 2 viser lengder og tunnelandeler for D-alternativene mellom Gardermoen og Trondheim.

**Tabell 2: Linjedata for D alternativene (Rambøll 2011a).**

	<b>Gudbrandsdalen, GU-D</b>	<b>Rondane, RO-D</b>	<b>Østerdalen, OS-D</b>
<b>Lengde [km]</b>	447,2	411,5	405,5
<b>Tunellandel [%]</b>	57,4	51,8	35,9

Gudbrandsdaltraseen, GU-D, er både lengst og har høyest tunnelandel. Rondanetraseen, RO-D, og Østerdaltraseen, OS-D, er begge ca. 40 kilometer kortere. Sistnevnte har i tillegg en mye lavere tunnelandel enn de to andre alternativene. Det må likevel nevnes at hvis man utnytter IC-strekningen også som høyhastighetsbane helt til Lillehammer (Handlingsalternativ C), vil GU-D og RO-D bli forkortet med nesten 80 kilometer i forhold til OS-D. Det vil si at OS-D vil få den lengste strekningen med behov for nye dobbeltspor dimensjonert for 330 km/t. Ved sprengt kapasitet på IC-strekningen, vil på den andre siden en ny D2-strekning være lenger for GU-D og RO-D enn for OS-D.

Tunnelandelen er den viktigste faktoren for de totale byggekostnadene. Både tunnelandelen til RO-D og OS-D har blitt redusert ved at de har D2 strekninger til Soknedal, henholdsvis fra Ringebu og Tynset. D2 ga minimal endring i tunnelandel for GU-D, og bruk av dette designalternativet kan derfor ikke forsvare at man ekskluderer godstog fra banen.

Påvirkning på miljøet er høyere for Gudbrandsdal- og Rondanealternativet enn for Østerdalalternativet. Dette skyldes blant annet forskjellen i tunnelandel, som gir større utslipp i byggefasen, og at de to førstnevnte i større grad går gjennom sårbare fjellområder. Traseenes ulike potensialer for TU vil bli omtalt senere i rapporten.

## 3.2 InterCity-utbyggingen

InterCity-strekningen mot nord utgjør en viktig del av en potensiell høyhastighetsbane mellom Oslo og Trondheim. Konseptvalgutredningen (KVU) for IC-utbyggingen ble overlevert til Samferdselsde-

partementet i februar 2012. I denne oppgaven forutsettes det at IC-strekningene som er vurdert i KVVU må bygges ferdig, før en høyhastighetsbaneutbygging er aktuell.

### 3.2.1 Konseptvalg

Det har blitt vurdert fire ulike konsepter for utbygging av IC-strekningen mellom Oslo og Lillehammer. Konseptene som har blitt vurdert i KVVU, er oppsummert i Tabell 3. Konseptene i parentes ble forkastet i en tidlig fase fordi de ikke tilfredsstiller krav til et pålitelig, effektivt, miljøvennlig og sikkert transportsystem med tilstrekkelig kapasitet (Jernbaneverket 2012a).

**Tabell 3: Vurderte konsepter i konseptvalgutredningen for InterCity-strekningen mellom Oslo og Trondheim (Jernbaneverket 2012a).**

Konsept	Innhold
DB 0	Referansekonseptet. Ingen tiltak ut over det som allerede er vedtatt
(DB 1)	Redusert transportetterspørsel
(DB 2)	Bedre utnytting av dagens transportinfrastruktur
DB 3A	Utbygging av ny transportinfrastruktur i begrenset omfang
(DB 3B)	Utvikling av infrastruktur for et ekspressbussnett
DB 4A	Nytt dobbeltspor 200 km/t med forbikjøringsspor
DB 4B	Nytt dobbeltspor 250 km/t med forbikjøringsspor
DB 4C	Nytt dobbeltspor 200 km/t. Utnytting av dagens spor til saktegående tog
DB 4D	Nytt dobbeltspor 250 km/t. Utnytting av dagens spor til saktegående tog

Det er ikke påvist kortere reisetid på strekningen Oslo-Lillehammer for IC-tog ved valg av et 250- framfor et 200-alternativ. Til tross for dette vil 250-alternativet i et lenger perspektiv, gi en infrastruktur som er mer kompatibel med høyhastighetstrafikk, fordi alternativet blant annet medfører at tunnelene vil bli utformet med to løp. 250-alternativene er med andre ord kompatible med handlingsalternativ C. Ingen av de andre alternativene har denne egenskapen og forkastes derfor som mulige konsepter.

Om dagens spor skal utnyttes til saktegående tog eller ikke, har liten betydning for et eventuelt høyhastighetsbanenett. Begge konseptene vil ha tilstrekkelig kapasitet til et høyhastighetstog i timen, samt tilstrekkelig kapasitet for godstrafikk i henhold til Jernbaneverkets godsstrategi fram til 2040.

**Denne oppgaven følger derfor Jernbaneverkets anbefaling. Det vil si at konsept 4B, nytt dobbeltspor med dimensjonerende hastighet 250 km/t og forbikjøringsspor hver 10. kilometer for saktegående tog, legges til grunn videre i oppgaven.**

### 3.2.2 Framdriftsplan

To framdriftsplaner for IC-utbyggingen er vurdert (Norconsult AS 2012). De omfatter alle strekningene fra Oslo til Lillehammer, Skien og Halden. Den raskeste framdriften er estimert til 10 år, mens den kostnadsoptimale framdriften er estimert til 13 år, fra godkjent KS1. De tre ekstra årene for sistnevnte strategi skyldes at mer tid brukes på å utforme kostnadsoptimale tekniske løsninger i planleggingsfasen, og at det settes av mer tid i anbuds- og byggefasen for å jevne ut ressurstopper. Dette medfører at utbyggingen kan skje trinnvis. Det er foreslått prioritering av utbygging og tidligere åpning av strekningen fra Eidsvoll til Hamar. Videre innebærer dette at samme entreprenør og opparbeidet kunnskap kan brukes til etterfølgende entrepriser.

Jernbanebevilgningene har økt de siste årene, men for å gjennomføre IC-utbyggingen på 10 år kreves det en enda større økning i de årlige bevilgningene. Jernbaneverket anslår i *Forslag til Nasjonal transportplan 2014-2023* at en økning på 56 % er nødvendig (Avinor, Jernbaneverket, Kystverket, Statens vegvesen 2012). En mindre offensiv økning kreves hvis man legger den kostnadsoptimale framdriften til grunn. Tre år ekstra kan også medvirke til at bevilgninger til jernbanen kan øke ytterligere til det tidspunktet utbygging av høyhastighetsbaner er aktuelt.

**På grunnlag av det overnevnte, legges den kostnadsoptimale framdriften med planleggings- og byggetid på 13 år, til grunn i resten av oppgaven.**

### 3.2.3 InterCity og trasevalg

Trasealternativene vil i ulik grad bli påvirket og kunne dra nytte av IC-utbyggingen. Teknisk sett vil Gudbrandsdal- og Rondanetraseen bli påvirket på nesten samme måte, men markedsmessig vil det være forskjeller. Østerdaltraseen vil bli påvirket annerledes, fordi den bare kan utnytte den første delen av IC-strekningen.

#### *Gudbrandsdalen*

Det er ingen reisetidsbesparelse på strekningen Oslo-Lillehammer om man velger D1-alternativet i Høyhastighetsutredningen (1t:24min) framfor traseen foreslått i KVVU for IC-prosjektet (1t:23min). Fordi handlingsalternativ C og D er like fra Lillehammer og nordover, vil handlingsalternativene gi samme reisetid til Trondheim. Det bør nevnes at om det blir bygget forbikjøringsbaner ved Hamar og Lillehammer, som foreslått i Høyhastighetsutredningen, vil reisetiden bli noe kortere for alternativ D.

Regional utvikling, i form av økt befolknings- og arbeidsvekst i området, vil være sannsynlig allerede ved vedtak om IC-utbygging helt til Lillehammer. IC-utbyggingen vil gjøre Mjøsregionen til et attraktivt område på grunn av kortere vei mellom Hamar og Lillehammer, og redusert pendlertid mellom Oslo og hele regionen. Dette vil videre gi et økt kundegrunnlag for et framtidig høyhastighetstilbud.

#### *Østerdalen*

Østerdaltraseen vil kun kunne bruke IC-strekningen fram til Tangen. Med både ferdig IC-utbygging og høyhastighetsutbygging, vil man dermed ha to raske togtilbud fra Oslo og 180 kilometer nordover. Det vil bidra til regional utvikling både i Oppland og i Hedmark. På den annen side kan det stilles spørsmål ved om markedet er stort nok for en slik «dobbeltdekning». Både handlingsalternativ C og D for Østerdalen utnytter IC-strekningen fram til Tangen. Riktignok følger alternativ C eksisterende planer fem kilometer lenger. Det vil derfor være av mindre betydning for samspillet mellom høyhastighets- og IC-utbyggingen hvilket handlingsalternativ man velger.

Med kostnadsoptimal framdrift vil strekningen til Hamar åpne ca. tre år før hele IC-strekningen til Lillehammer er ferdig. Det betyr at man potensielt kan bygge høyhastighetsbane i Østerdalen parallelt med fullføring av IC-strekningen. Det er derimot tvilsomt om det er nok ressurser til en slik utbygging.

### 3.3 Potensiale og tilrettelegging for trinnvis utbygging

Trinnvis utbygging vil jevne ut ressurstopper og løse ut trafikantnytte på et tidligere tidspunkt enn KU. Finansiering, planleggingssystem og organisering av prosjekter er avgjørende for om TU er aktuelt. Denne delen vil derimot ta for seg forhold direkte knyttet til traseene for å studere potensiale for trinnvis utbygging. Undertegnede prosjektoppgave (Fjeldaas 2011) utgjør en viktig bakgrunn for studien.

#### 3.3.1 Marked

Befolkningsgrunnlaget i området der det skal bygges jernbane er avgjørende for om TU er aktuelt. En fordel ved bruk av TU er at den midlertidige endestasjonen en etappe bygges til, har høy etterspørsel etter den aktuelle togreisen. Om dette ikke er tilfellet, vil en trinnvis driftsåpning sannsynligvis være bedriftsøkonomisk ugunstig. I det følgende sammenliknes markedsgrunnlaget for Østerdal- og Gudbrandsdaltraseen ved valg av handlingsalternativ D. Tabell 4 og Tabell 5 viser estimert høyhastighetsbane-etterspørsel for henholdsvis Gudbrandsdaltraseen og Østerdaltraseen i 2042 og 2043 fordelt på avreisested og destinasjon.

**Tabell 4: Estimert høyhastighetsbane-etterspørsel i 2024 og 2043 i antall påstigninger for Gudbrandsdaltraseen etter avreisested og destinasjon (Atkins 2012).**

Stasjon A	Stasjon B	2024		2043	
		Tot. per dag (n)	Andel av tot. (%)	Tot. per dag (n)	Andel av tot. (%)
Oslo	Trondheim	3360	28	3940	28
Oslo	Andre	4910	41	5500	39
Trondheim	Andre	2120	17	2540	18
Andre	Andre	1730	14	1960	14
<b>Total</b>		<b>12120</b>	<b>100</b>	<b>13940</b>	<b>100</b>

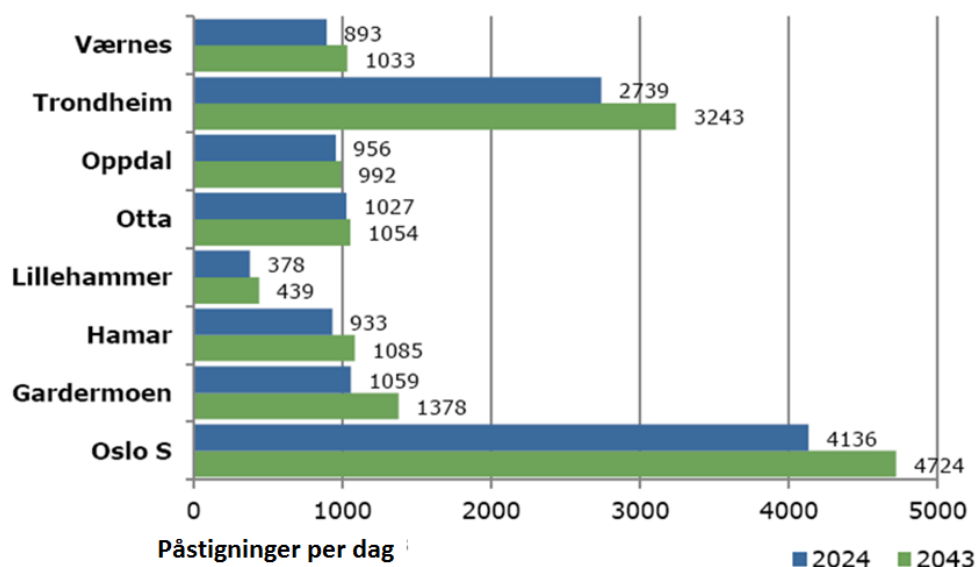
**Tabell 5: Estimert høyhastighetsbane-etterspørsel i 2024 og 2043 i antall påstigninger for Østerdaltraseen etter avreisested og destinasjon (Atkins 2012).**

Stasjon A	Stasjon B	2024		2043	
		Tot. per dag (n)	Andel av tot. (%)	Tot. per dag (n)	Andel av tot. (%)
Oslo	Trondheim	5100	43	6000	42
Oslo	Andre	3360	28	3840	27
Trondheim	Andre	2500	21	3140	22
Andre	Andre	950	8	1180	8
<b>Total</b>		<b>11910</b>	<b>100</b>	<b>14160</b>	<b>100</b>

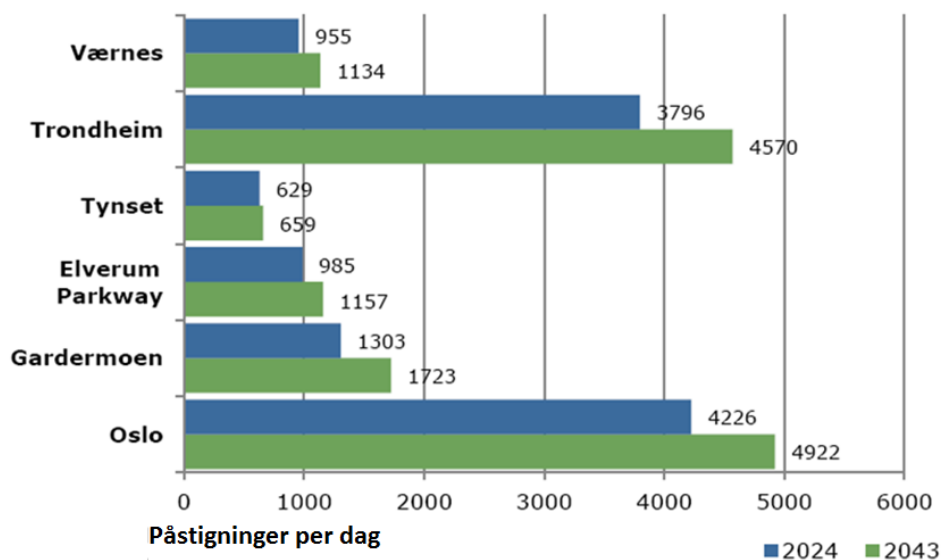
Vi ser at ende-til-ende trafikken er 15 prosentpoeng større for Østerdaltraseen enn for Gudbrandsdaltraseen i 2024. Konsekvensen er at kategorien *Oslo til andre* er 13 prosentpoeng større for Gudbrandsdal- enn for Østerdaltraseen. Det skyldes mest sannsynlig at etterspørselen er stor i IC-området. Reisemønsteret forteller oss likevel at Gudbrandsdalalternativet har et større marked for underveistrafikk og dermed er dermed bedre tilrettelagt for TU. Tendensen vil også kunne bli forsterket parallelt med ferdigstillingen av IC-strekningene, fordi Mjøsregionen vil bli et mer attraktivt område.

Det foreligger ingen etterspørselstall for alternativet gjennom Rondane. Likevel er høyst sannsynlig underveistrafikken lavere enn for Gudbrandsdalalternativet, fordi den nesten 186 kilometer lange strekningen mellom Ringebu og Soknedal er uten stopp. Man mister med andre ord mange reisende fra Otta og Oppdal som har betydelig antall påstigninger.

Figur 2 og Figur 3 er en mer detaljert framstilling av etterspørselen etter reiser i 2024 og 2043. De viser estimater for daglige påstigninger på stasjonene mellom Oslo og Trondheim og videre til Værnes, for traseene gjennom Østerdalen og Gudbrandsdalen.



Figur 2: Estimater for daglige påstigninger per stasjon for Gudbrandsdaltraseen i 2024 og 2043 (Atkins 2012).



Figur 3: Estimater for daglige påstigninger per stasjon for Østerdaltraseen i 2024 og 2043 (Atkins 2012).

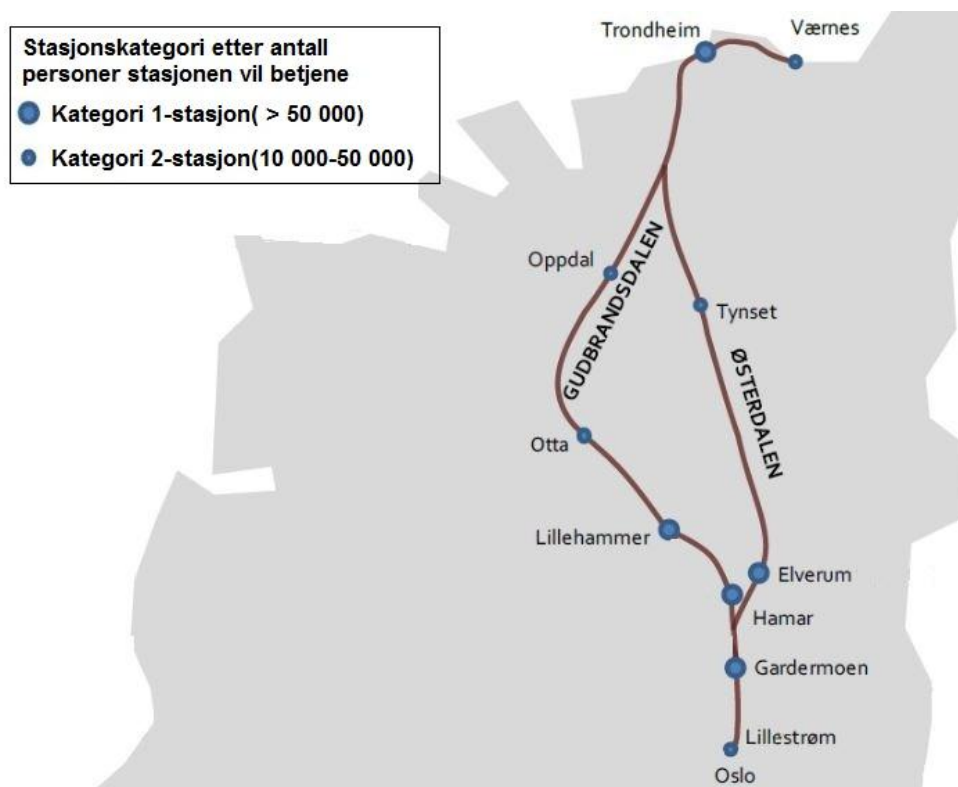
Østerdaltraseen har flere påstigninger ved endestasjonene og flyplassene. Forskjellen er størst for Trondheim, noe som skyldes kortere reisetid til Oslo. For stasjonene mellom Oslo og Trondheim er det derimot mer enn dobbelt så mange påstigninger for Gudbrandsdal- enn for Østerdaltraseen. Dette



gir igjen Gudbrandsdaltraseen et større potensiale for TU, mens etterspørselen langs Østerdaltraseen foreløpig i større grad peker mot KU.

### 3.3.2 Stasjoner og etapper

Stasjonene på de ulike strekningene er beskrevet i kapittel 3.1.2 til 3.1.4 og inkluderer alle potensielle stoppesteder. I Atkins' markedsanalyser er derimot såkalte kategori 3-stasjoner som har svært lite markedsgrunnlag, ikke vurdert. Det er lite sannsynlig at det blir vedtatt å åpne trinnvis for drift til en slik stasjon. Stasjonene som da gjenstår, kategori 1 og 2 stasjoner, vises i Figur 4.



Figur 4: Kategori 1 og 2 stasjoner for traseene gjennom Gudbrandsdalen og Østerdalen (Atkins 2012).

Figur 4 viser, under forutsetning av at IC-utbyggingen er fullført før høyhastighetsutbyggingen kan begynne, at det er tre potensielle etapper fra Tangen til Trondheim for begge traseene. Elverum ligger bare ca. 25 kilometer nord for Tangen. Dessuten vil IC-stasjonen på Hamar ta mye av markedsandelen til Elverum hvis dette blir en midlertidig endestasjon for høyhastighetstraseen via Østerdalen. I teorien sitter man igjen med to potensielle etapper for dette alternativet. I denne delen av rapporten utelukkes det derimot ikke at det finnes flere mulige etappeinndelinger enn mellom kategori 1 og 2 stasjoner. Rondanetraseen er ikke inkludert i Figur 4. For dette trasealternativet er det ingen stoppesteder av kategori 1 eller 2 mellom Lillehammer og Trondheim.

Sammenkobling mellom nye høyhastighetsspor og eksisterende jernbanespor er en utfordring ved TU. En slik sammenkobling vil være nødvendig for å kunne dra nytte av tidsbesparelsen man oppnår på en etappe på hele strekningen mellom Oslo og Trondheim. Stasjons plassering av midlertidige endestasjoner for høyhastighetsbanetilbudet i forhold til eksisterende jernbane, vil avgjøre hvor enkel



og kostnadseffektiv en sammenkobling vil bli. Både horisontal og vertikal avstand, samt teknisk kompliserende barrierer som elver, innsjøer og bebyggelse vil ha betydning.

### 3.3.3 Teknisk kompleksitet

Teknisk kompleksitet er avgjørende for hvor egnet det er å bygge ut lange strekninger på kort tid. Kompleksiteten avgjøres av topografiske forhold, befolkningstetthet, eksisterende infrastruktur og andre barrierer som må forseres. Til sammen utgjør disse faktorene grunnlaget for hvor fort det kan bygges jernbane i et område. I et område med tett befolkning, store høydeforskjeller og mye eksisterende infrastruktur vil både planlegging og bygging ta lenger tid, enn i et tynt befolket og flatt område med lite eksisterende infrastruktur. Det skyldes at barrierer må forseres både horisontalt, med flere kurver, og vertikalt, med flere tunneler og bruer.

Kapittel 3.3.1 viste at det er mindre befolkning og bebyggelse langs Østerdal-, enn langs Gudbrandsdaltraseen. Dette omtales ikke videre her. Topografien er også svært forskjellig. Østerdalen er en mer åpen dal med mindre høydeforskjeller enn Gudbrandsdalen. Dette gjenspeiles i tunnelandelen for traseene i sin helhet. Østerdalen og Gudbrandsdalen har henholdsvis tunnelandeler på 35,9 og 57,4 % (Tabell 2). Hvis man bare ser på strekningen fra Tangen til Soknedal, altså utelukker delene av traseene som er felles for alle alternativene, blir forskjellene ytterligere forsterket (Tabell 6).

**Tabell 6: Lengde, tunnellengde og brulengde for alle traseene gjennom Gudbrandsdalen (GU-D), Østerdalen (OS-C og OS-D) og Rondane (RO-D) mellom Tangen og Soknedal.**

Trasealternativ	Lengde [km]	Tunnellengde [km]	Tunnelandel [%]	Brulengde [km]	Bruandel [%]
GU-D	341,8	207,3	60,6	7,0	2,0
OS-D	300,1	96,1	32,0	7,6	2,5
OS-C	303,9	85,1	28,0	4,6	1,5
RO-D	306,0	163,3	53,4	5,4	1,8

Dette illustrerer at Østerdaltraseen kan være egnet til KU. Spesielt kan dette sies om strekningen mellom Tangen og Tynset på 208 kilometer som kan bygges ut på 6,5 år (Rambøll 2011b) og ikke har noen stasjoner av kategori 1 eller 2 underveis, med unntak av Elverum stasjon ca. 25 kilometer nord for Tangen.

### 3.3.4 Eksisterende jernbane

Å kunne utnytte eksisterende jernbane på deler av strekningen mellom Oslo og Trondheim er viktig ved TU. Dette er også kommentert i kapittel 3.3.2. I denne delen vil utfordringer og fordeler ved midlertidig bruk av eksisterende jernbane for de enkelte trasealternativene bli vurdert.

#### *Rondane*

Det finnes ikke noen eksisterende jernbane over Rondane, og delstrekningen mellom Ringebu og Soknedal på 186 kilometer må derfor bygges ut under ett. En mulighet vil være å bygge til Ringebu og bruke Dovrebanen som midlertidig trase før høyhastighetsbanen over Rondane til Trondheim blir ferdig, selv om utbyggingsetappen blir svært lang.

### *Østerdalen*

Det er av betydning hva slags standard det er på den eksisterende jernbanen. Dette både for å avgjøre om det er mulig å kjøre høyhastighetstog på sporene i det hele tatt, og eventuelt med hvilken hastighet. En mulighet for å øke hastigheten på eksisterende spor er bruk av krengetog. Dette har vært utnyttet blant annet i Italias høyhastighetsbanenett. Rørosbanen fra Hamar til Støren er ikke elektrifisert. TU for Østerdaltraseen krever derfor at Rørosbanen først elektrifiseres, at høyhastighetstogene er dieseldrevet eller at man bytter tog ved overgang fra høyhastighetsbanen til Rørosbanen. Elektrifisering av hele Rørosbanen vil være dyrt og tidkrevende, og dieseldrevne høyhastighetstog vil fra et miljøperspektiv virke mot gevinsten ved å bygge høyhastighetsbaner. Etter min mening er derfor togbytte fra høyhastighetstog til konvensjonelle dieseldrevne tog den beste løsningen. Fra Tynset til Støren har Rørosbanen mange krappe kurver. For å redusere kostnadene til kurveutretting på denne strekningen, bør dieseldrevne krengetog vurderes som løsning.

### *Gudbrandsdalen*

Dovrebanen er elektrifisert, men midlertidig bruk av banen for alternativet via Gudbrandsdalen krever også lave hastigheter. På en annen side innebærer flere påstigninger at for eksempel Otta og Oppdal er mer egnet som «høyhastighetsendestasjoner» enn hva Tynset er. For å kunne forutse markedsgrunnlaget, som også påvirkes av konkurransen med fly, vil det være interessant å se hvordan trinnvise driftsåpninger til aktuelle mellomstasjoner påvirker reisetiden mellom Oslo og Trondheim totalt.

## **3.4 Valg av trase- og handlingsalternativer**

Målsetningen er å foreslå utbyggingstakt og framdrift for en høyhastighetsbane mellom Oslo og Trondheim, og å anbefale om TU eller KU bør velges. I denne avsluttende delen av kapittel 1 vil det bli diskutert og konkludert med hvilke trase- og handlingsalternativer som skal utredes videre i oppgaven.

### **3.4.1 Gudbrandsdalen**

Gudbrandsdalen er den lengste traseen og har høyest tunnelandel, men er samtidig det alternativet med størst underveistrafikk og potensiale for TU. I tillegg ligger traseen lengst vest og har dermed størst potensiale for å gi nytte til Nord-Vestlandet. Det er liten forskjell på traseen om man velger 2\* eller D2, framfor D1, nord for Lillehammer. D1 brukes derfor videre i oppgaven. Sør for Lillehammer legges det videre i oppgaven til grunn at hele IC-strekningen utnyttes.

**Gudbrandsdaltraseen utredes i samsvar med handlingsalternativ C. Oslo-Lillehammer utredes i samsvar med designalternativ 2\*, og Lillehammer-Trondheim i samsvar med designalternativ D1.**

### **3.4.2 Rondane**

Rondane traseen har færrest kategori 1 og 2 stasjoner og går gjennom de mest sårbare områdene. I forhold til Gudbrandsdalen mister man betydelig mengde underveistrafikk fra Otta og Oppdal. Det virker derfor ikke sannsynlig med en trinnvis utbyggingsstrategi via Rondane. Etter min mening er den eneste fordelene med Rondanetraseen at den er kortere og dermed har kortere reisetid, enn Gudbrandsdaltraseen.

**Rondanetraseen blir ikke utredet videre i oppgaven.**

### **3.4.3 Østerdalen**

Østerdaltraseen er kortest og har lavest tunnelandel. Traseen har størst ende-til-ende-trafikk, men har derimot halvparten så liten underveistrafikk som Gudbrandsdaltraseen. Potensiale for TU kan derfor synes som noe lavere enn for traseen gjennom Gudbrandsdalen. Det er liten forskjell i anleggsarbeid og kostnader enten om man velger designalternativ 2\* eller D1 mellom Tangen og Tynset. På grunn av dette, samt at det ved TU til Tynset vil være fordelaktig med så liten reisetid som mulig, velges D1 for videre utredning i oppgaven.

**Østerdaltraseen utredes i samsvar med handlingsalternativ D. Tangen-Tynset og Soknedal-Trondheim utredes i samsvar med designalternativ D1, og Tynset-Soknedal i samsvar med designalternativ D2.**

### **3.4.4 Tilleggsbaner**

I tillegg til de ulike hovedtraseene er det noen tilleggsbaner som kan vurderes på sikt, avhengig av hvilken trase man studerer. Det gjelder en D2-strekning mellom Gardermoen og Gjøvik eller mellom Gardermoen og Vallset henholdsvis for Gudbrandsdal- eller Østerdaltraseen, forbikjøringsbaner ved Hamar og Lillehammer for Gudbrandsdalalternativet og ved Trondheim for begge alternativene. I tillegg bør Trondheim-Værnes med designalternativ 2\* vurderes. Av disse tilleggsbanene er det bare Trondheim-Værnes som blir omtalt i framdriftsplanene i kapittel 5.

Videre i oppgaven omtales de valgte traseen gjennom Gudbrandsdalen og Østerdalen som henholdsvis **GU** og **OS**.



## Kapittel 4 Utbyggingsstrategier

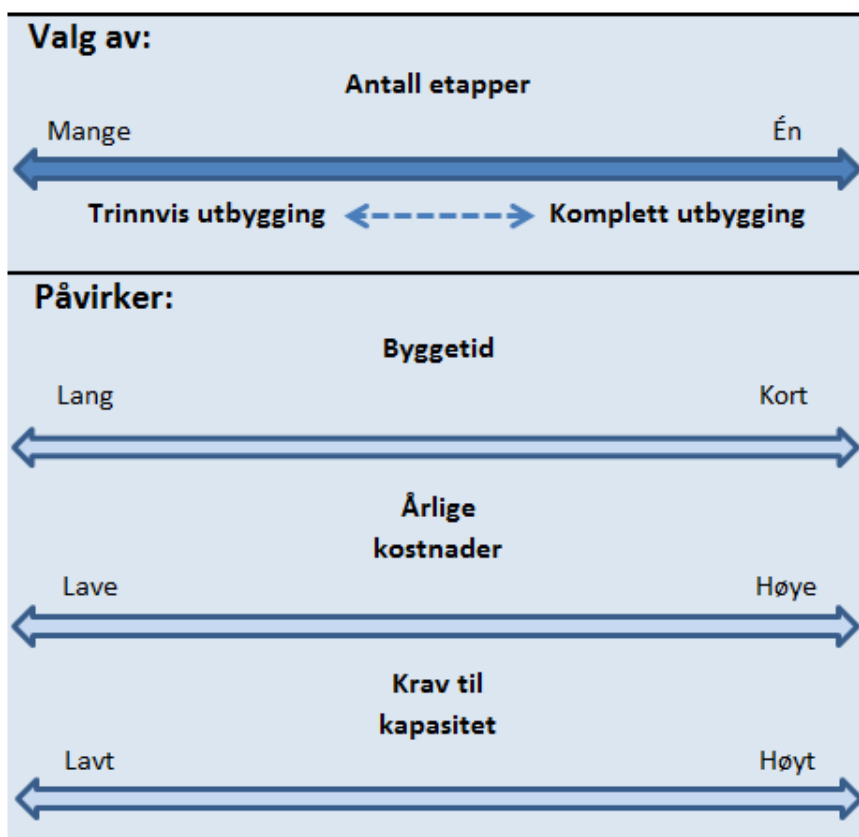
Dette kapitlet har som hensikt å beskrive og vurdere utbyggingsstrategier for trasealternativene. Det vil bli beskrevet hvordan høyhastighetsbaner kan bidra til regional utvikling og hvilke utfordringer man står ovenfor ved mål om effektiv planlegging og bygging. Det vil også bli vurdert hvordan kostnadene for en høyhastighetsbane mellom Oslo og Trondheim påvirkes av utbyggingstakt.

### 4.1 En samfunnsnyttig høyhastighetsutbygging

I dette underkapitlet vil det bli framstilt ulike utbyggingsstrategier og en beskrivelse av disse. Det vil bli belyst hvordan en høyhastighetsutbygging vil kunne stimulere til regional utvikling, og om en slik stimulering vil være avhengig av hvilken utbyggingstakt man velger. Det vil også bli vurdert hvilke områder som bør prioriteres, for at man raskest mulig skal få avkastning på investeringer i et høyhastighetsbanetilbud. Avsnitt 4.1 er skrevet på bakgrunn av undertegnede prosjektoppgave og videre vurderinger i forhold til denne.

#### 4.1.1 Aktuelle utbyggingsstrategier

Ulike utbyggingsstrategier blir i denne oppgaven definert etter hvor mange utbyggingsetapper en strekning inneholder. KU består av én «etappe», mens ulike former for TU består av to til flere etapper. Figur 5 beskriver hvordan byggetid, årlige kostnader og krav til kapasitet påvirkes av hvor mange etapper man velger. Det må nevnes at «lavt» behov for årlige kostnader og kapasitet for TU i Figur 5 er relativt i forhold til for KU. I de neste avsnittene vil TU og KU bli beskrevet ytterligere.



Figur 5: Byggetid, årlige kostnader, og krav til rådgiver- og entreprenørkapasitet varierer avhengig av antall utbyggingsetapper.

### *Komplett utbygging*

Komplett utbygging er den raskeste utbyggingsstrategien, og nytten av ende-til-ende trafikk blir løst ut raskt. I tillegg innebærer KU at man ikke er bundet av eksisterende jernbaneinfrastruktur. Det gir større frihet ved valg av trasé og vil bidra til å redusere antall konflikter med blant annet verneverdige områder eller bygninger, og dermed redusere byggekostnadene.

Ved KU blir en strekning mellom to byer bygd ut med mange angrepspunkter. I utgangspunktet blir ingen deler av den nye banen tatt i bruk før hele strekningen er ferdigstilt. KU krever derfor store pengebeløp, mange entreprenører og stor kapasitet hos byggherreorganisasjonen konsentrert over en kort periode. Dette vil bli eksemplifisert gjennom ulike framdriftsplanene for IC-prosjektet senere i kapitlet.

I Høyhastighetsutredningen er det foreslått mellom 17 og 21 parseller, avhengig av hvilken trase man velger (Rambøll 2011b). Disse parsellene eller delstrekningene vil i denne oppgaven utgjøre totalentrepriser, som omfatter underbygnings- og overbygningsarbeid, samt elektrifisering og signalarbeid. Om lag 20 entrepriser vil kreve mye bemanning til byggeledelse, behovet vil i tillegg blir forsterket når disse entreprisene må koordineres i forhold til hverandre. Entreprisene varierer i byggetid fra 3 til 10 år, og ved å legge de minste entreprisene ut til anbud med noen års mellomrom, vil man kunne utnytte opparbeidet erfaring og redusere antall samtidig pågående entrepriser.

### *Trinnvis utbygging*

Trinnvis utbygging kan gjennomføres på mange måter avhengig av antall etapper og utbyggingsrekkefølge på etappene. Prinsipielt kan man si at TU vil gi avkastning på jernbaneinvestering på ett tidligere tidspunkt enn KU. Det vil i tillegg være mulig å jevne ut ressurstopper (Redusere «krav til kapasitet» i Figur 5). Det gjør at man kan tilpasse utbyggingstakten i forhold til varierende jernbanebevilgninger og tilgjengelig arbeidskraft. TU vil på den annen side gi lengre utbyggingstid enn KU, og på strekninger med høy etterspørsel etter ende-til-ende-reisen vil dette derfor være lite økonomisk.

Utbyggingsrekkefølgen bør bestemmes på bakgrunn av hvilke etapper som vil gi størst avkastning i forhold til investeringskostnad. Prioritering av etapper er derfor viktig ved TU. Dersom ende-til-ende trafikken er stor vil det kunne lønne seg å bygge ut lange etapper med rask utbyggingstid først og bruke eksisterende jernbaneinfrastruktur inn til byene hvis kapasiteten tillater dette. Hovedmålet med en «B(AC)-rekkefølge» (Tabell 7) er å få ned reisetiden så raskt som mulig på hele strekningen. Dersom etterspørselen rundt endestasjonene er størst, vil det derimot kunne lønne seg å bygge ut kortere etapper inn til byene først, for senere å fullføre strekningen med mellomliggende etapper. Det prioriterte målet med en slik «(AC)B-rekkefølge» vil være å bidra til god regional utvikling rundt de to endestasjonene, blant annet ved å redusere reisetiden for pendlere. Dersom det er stor forskjell på befolkningsgrunnlaget til byene som en høyhastighetsbane skal gå mellom, vil bygging i en retning synes aktuell («ABC-rekkefølge»).

Tabell 7: Prinsipper for utbyggingsrekkefølge.

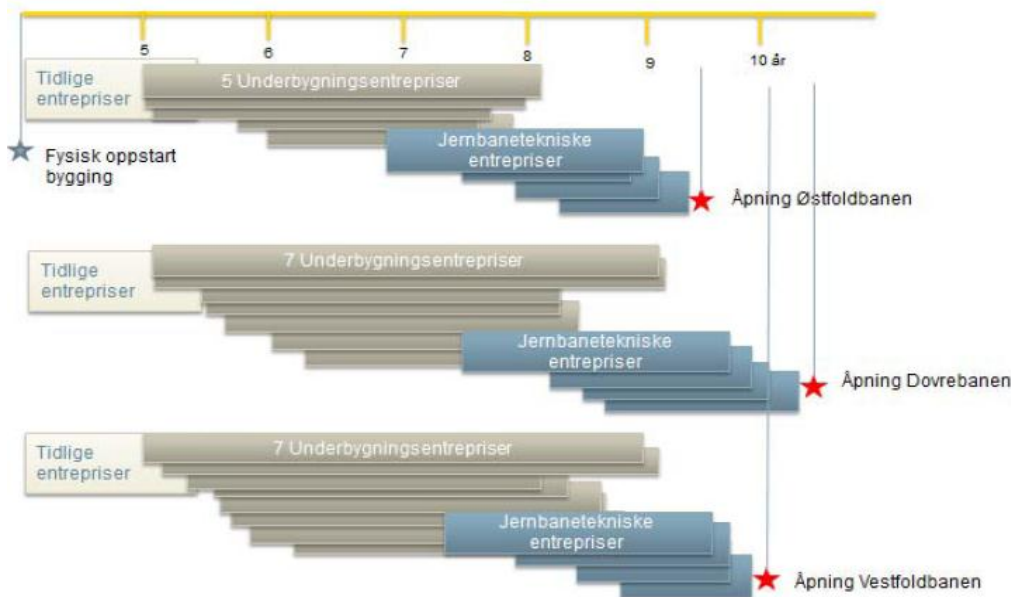
		Etapper		
		A	B	C
(AC)B	1	—		—
	2		—	
	3			
B(AC)	1		—	
	2	—		—
	3			
ABC	1	—		
	2		—	
	3			—

I teorien er det ønskelig med så mange utbyggingsetapper som mulig, slik at det aldri vil finnes ferdigbygde jernbanestrekninger som ikke utnyttes. I praksis vil det derimot være en øvre grense for hvor ofte man bør koble sammen ny høyhastighetsjernbane med eksisterende jernbane, på grunn av tid og kostnader knyttet til sammenkoblingen. For den totale utbyggingstiden er det også avgjørende at etappene ikke er for korte. Hvis hver av de ca. 20 parsellene utgjør en etappe vil byggetiden teoretisk sett bli 109 og 77 år for henholdsvis GU og OS. Det vil i utgangspunktet være mest naturlig å dele inn etapper i forhold til stoppesteder. Dette er kommentert i kapittel 3.3.2. På den annen side vil det for reisetiden på hele strekningen være ønskelig å utnytte bygd jernbane fortløpende. En trinnvis driftsåpning eksempelvis for hver 50. kilometer uavhengig av stoppesteder kan være en interessant strategi å studere. Dette vil være en strategi som passer best til B-delen i Tabell 7.

Lang byggetid gjør at TU vil være mer utsatt for uforutsette hendelser enn KU. Det kan blant annet være lokale konflikter i forhold til trasevalg, eller endringer i priser og design som kan bidra til å sprengte budsjettet. Før byggingen starter, vil det derfor være gunstig å ha en relativt detaljert plan for hele strekningen som skal bygges. Det kan bidra til å redusere konflikter om arealer og til å holde den planlagte byggetiden.

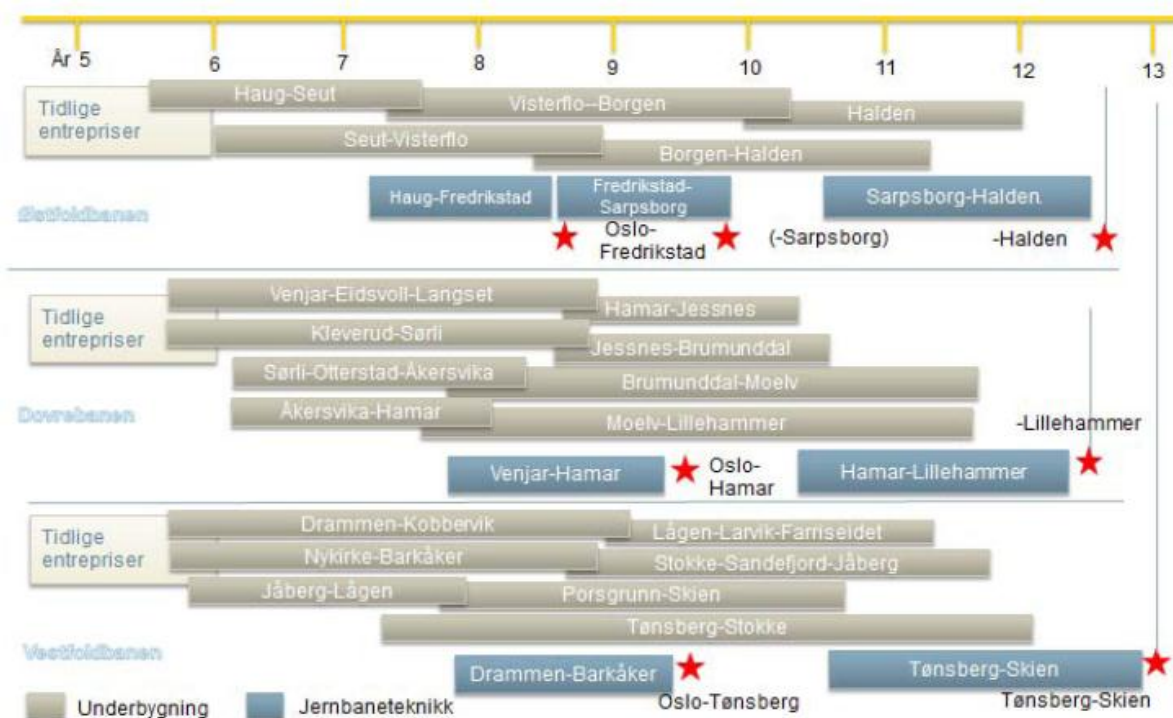
### *Komplett og trinnvis InterCity-utbygging*

I denne delen vises det hvordan IC-strekningene rundt Oslo kan bygges ut komplett eller trinnvis. Det vil si med «raskest mulig framdrift» eller «kostnadsoptimal framdrift». IC-prosjektet består av 184,7 kilometer med nye dobbeltspor. Fordelt på Østfold-, Vestfold- og Dovrebanen, er det foreslått at underbygningsarbeidene deles i 19 delstrekninger, med en entreprisekostnad i størrelsesorden 1-6 milliarder kroner. De totale kostandene på disse entreprisene er ca. 69 milliarder kroner. Fordelt på fem byggeår utgjør dette en kostnad på 13,7 milliarder per år med den raskeste framdriften. Dette utgjør ca. 65 % av den nasjonale omsetningen i anleggsvirksomhet innen veg og jernbane i 2010 (Norconsult AS 2012). En skjematisk oppstilling av de nevnte entreprisene, i tillegg til jernbanetekniske entrepriser som går over lengre strekninger, vises i Figur 6 og Figur 7.



Figur 6: Foreslått entreprisenndeling ved komplett utbygging av de tre IC-strekningene (Norconsult AS 2012).

Figur 6 viser en organisering av byggingen som i den mest hektiske perioden, krever 450 til 500 heltidsstillinger til byggeledelse fra byggherreorganisasjonen. Det er med andre ord stort behov for å jevne ut ressursbehovet over lengre tid. En etappevis utbygging i to trinn vil bidra til dette. En framstilling av denne situasjonen er vist i Figur 7, der de røde stjernene viser åpning av etapper.



Figur 7: Foreslått entreprisenndeling ved trinnvis utbygging av de tre IC-strekningene (Norconsult AS 2012).



For denne framdriften fordeles underbygningsentreprisene på 7 år. Det vil si 9,8 milliarder per år. Dette utgjør ca. 47 % av den nasjonale omsetningen i anleggsvirksomhet innen veg og jernbane i 2010. I den mest hektiske perioden vil det være behov for 200-300 heltidsstillinger til byggeledelse.

#### **4.1.2 Regional utvikling**

Høyhastighetstog kan frakte personer raskt over mellomlange avstander bedre enn noe annet transportmiddel. Et høyhastighetsbanetilbud mellom Oslo og Trondheim vil eksempelvis gjøre at det er mulig for en person som bor på Otta å dagpendle både til Trondheim og Oslo. Otta vil bli mer attraktivt, og befolkningspresset på de store byene vil bli redusert. Prosessen er selvforsterkende ved at økt befolkning på Otta vil øke behovet for servicetilbud i området. Servicetilbudene har behov for arbeidskraft, og økt arbeidskraft vil gjøre Otta mer attraktivt for andre typer næringsliv. Dette er et eksempel på hvordan en høyhastighetsbane kan bidra til god regional utvikling helt fra Oslo til Trondheim.

Transportinfrastruktur kan bidra til å fremme regionaløkonomisk vekst på to måter. For det første kan det bidra til å overføre aktivitet fra en region til en annen. Følgelig er det en region som vil «vinne» og en som vil «tape». Det kan være ønskelig for å redusere befolknings- og arealpresset på noen områder. For det andre kan ny transportinfrastruktur skape vekst som følge av bedre utnyttelse av ressurser innad i en region. Sistnevnte, som er en selvforsterkende prosess, vil med andre ord gi størst «netto regional utvikling». (Avinor, Jernabenverket, Kystverket, Statens vegvesen 2010)

I de følgende avsnittene vil det bli utredet hvordan en høyhastighetsbane kan bidra til regional utvikling i Østlandsområdet og Trondheimsområdet, og om graden av regional utvikling vil være avhengig av om man velger GU eller OS. Det må nevnes at et høyhastighetsbanetilbud på lang sikt kan viske ut regionsgrensene.

##### *Østlandsområdet*

Storoslo-regionen har nesten 1,5 millioner innbyggere. I tillegg inngår flere andre regioner i Østlandet-definisjonen, blant annet Mjøsregionen (Kommunal- og regionaldepartementet 2003). Østlandsområdet står ovenfor stor vekst de neste tiårene, og den største veksten vil skje i og rundt Oslo. Det vil bli viktig for Storoslo-regionen å begrense trykket på selve Oslo kommune. Et ferdig utbygd IC-triangel vil bidra til dette. Lillehammer vil eksempelvis ligge en togtur på 1 time og 20 minutter unna Oslo. Vestfoldbanen og Østfoldbanen vil også bidra til å redusere befolkningspresset på Oslo og gi rask pendling fra eksempelvis Skien og Fredrikstad. Det er derfor ikke åpenbart at et høyhastighetsbanetilbud vil gi Storoslo-regionen et stort løft, fordi jernbaneinfrastrukturen allerede vil være god. Jo bedre utbygd transportnett er i utgangspunktet, desto mindre er mulighetene for at en jernbaneinvestering i regionen vil skape stor positiv økonomisk utvikling. Et høyhastighetsbanetilbud vil med andre ord lite sannsynlig bidra til en selvforsterkende regionøkonomisk vekst i Storoslo-regionen.

En selvforsterkende prosess er en mer sannsynlig virkning av høyhastighetsbanen i regionene nord for IC-området. Arbeidskraft og kompetanse vil raskere kunne flytte seg innad i Mjøsregionen og videre nordover, noe som vil styrke innlandskommunenes attraktivitet. Det kan videre bidra til å overføre økonomisk aktivitet fra Oslo-regionen til eksempelvis kommuner i Oppland og Hedmark og dermed dempe befolkningspresset på Oslo.

På det tidspunktet da kapasiteten på IC-strekningen er sprengt er det foreslått en høyhastighetsbane fra Gardermoen til Lillehammer via Gjøvik. En slik bane vil kunne bidra til stor regionaløkonomisk vekst. Det har vært oppe til diskusjon flere ganger, men per i dag har Gjøvikbanen ingen tilkobling til Dovrebanen. En høyhastighetsbane via Gjøvik vil gi en mer robust Mjøsregion. Vestsiden av Mjøsa har mye industri og derfor behov for mye arbeidskraft. Tilgjengeligheten på arbeidskraft og kompetanse vil bli mye større både fra Oslo-området og fra Lillehammer og nordover.

### *Trondheimsområdet*

Trondheimsregionen består av ti kommuner og har totalt ca. 260 000 innbyggere. Befolkningstettheten er mindre enn på Østlandet, men regionen har blant annet et svært godt utdanningstilbud.

Et høyhastighetsbanetilbud fra Oslo til Trondheim vil gi kort reisetid mellom de to byene. Etterspørselen etter høyere utdanning og spesialisert kompetanse øker. Begge disse faktorene vil kunne bidra til forstørrelse av Trondheimsregionen. På sikt vil utvidelsen av arbeidsmarkedene både rundt Oslo og Trondheim, bidra til at de i en viss grad kan sees på som ett arbeidsmarked. Dette vil videre kunne bidra til at flere nyutdannede blir boende i Trondheimsregionen etter endt utdanning.

Et høyhastighetstilbud vil kunne virke som et IC-tilbud for Trondheimsregionen. I motsetning til i Oslo, som sannsynlig vis vil få et raskt IC-tilbud uavhengig av en eventuell høyhastighetsutbygging, vil dette kunne bidra til å skape regionaløkonomisk vekst gjennom bedre utnyttelse av eksisterende ressurser i regionen. Det kan derfor være en interessant mulighet å starte byggingen av en høyhastighetsbane i Trondheim og fortsette sørover.

### *Trasevalg og regional utvikling*

Regional utvikling i området mellom Trondheim og Oslo vil være avhengig av hvilken trase man velger. OS har kortest reisetid og vil derfor i størst grad bidra til å binde de to byene sammen til et arbeidsmarked. På en annen side vil GU treffe større og flere mellomliggende tettsteder, og dermed i større grad bidra til regional utvikling i områdene mellom selve byene. I Tabell 8 er det listet opp virkninger av et høyhastighetstilbud mellom Oslo og Trondheim relatert til regional utvikling. Det er gitt en rangering fra «liten» til «høy» i forhold til hvor stor virkningen vil være ved bygging av enten GU eller OS.

**Tabell 8: Forventet regional utvikling som følge av et høyhastighetsbanetilbud mellom Oslo og Trondheim for Gudbrandsdaltraseen (GU) og Østerdaltraseen (OS).**

Påstand om trase	Virkning		Kommentar
	GU	OS	
Vil viske ut regionsgrensene mellom Oslo og Trondheim og danne én stor region	Middels	Høy	Kortere reisetid vil gjøre at denne virkningen er størst for OS.
Vil bidra til regionforstørring av Storoslo-regionen og dempe befolkningspresset på Oslo	Høy	Middels	GU vil styrke Mjøsregionen i større grad enn OS. En framtidig bane via Gjøvik vil forsterke denne trenden. Totalt vil dette gi en mer attraktiv Mjøsregion, som vil dempe presset på Oslo by.
Vil bidra til regionforstørring av Trondheimsregionen og dempe befolkningspresset på Trondheim	Middels	Middels	GU vil gi et litt større bidrag, fordi Oppdal vil kunne fungere som forstad, men graderes likt fordi behovet for å redusere befolkningspresset er mindre i Trondheim enn i Oslo.
Vil gi nyskapt vekst i distriktene mellom Oslo og Trondheim	Høy	Middels	Begge vil bidra til dette, men i forskjellige områder. GU rangeres høyest fordi det er flere og større tettsteder langs GU.
Vil gi positive effekter også for andre regioner enn Trondheimsregionen og Storoslo-regionen	Middels	Liten	Begge alternativene vil gi raskere togreise til Oslo for områder nord for Trondheim. Fly vil uansett ha størst markedsandel her. GU vil kunne binde øst- og nordvestlandet sammen.

På tre av fem områder vil GU gi et bedre bidrag til regional utvikling enn OS. Noen av påstandene vil veie tyngre enn andre. Den første påstanden om utvisking av regiongrenser, vil eksempelvis veie tyngre enn det siste punktet om positive effekter for indirekte berørte regioner. Regionale effekter er vanskelig å kvantifisere, men analysen gir uansett en pekepinn på hvor utviklingspotensialet er størst.

#### 4.1.3 Prioritering av områder og utbyggingsrekkefølge

Valg av TU innebærer at man er nødt til å ta stilling til utbyggingsrekkefølgen. Ulike prinsipper for rekkefølge er beskrevet i kapittel 4.1.1. I dette kapitlet vurderes det hvilket prinsipp som bør velges for de to trasealternativene.

##### *Østerdaltraseen*

Det er mange etapper med potensielt rask utbyggingstid ved valg av OS (Rambøll 2011b). Alle de foreslåtte parsellene i Rambølls rapport sør for Soknedal har en utbyggingstid på under 7 år. Det vil i tillegg være 50 % flere ende-til-ende-reisende med OS enn med GU. Rask utbyggingstid for mellomliggende partier av traseen og mange ende-til-ende-reisende peker mot TU med B(AC)-rekkefølge. Det vil også bidra til raskt å viske ut regionsgrensen mellom Oslo og Trondheim, som er den høyest rangerte virkningen i forhold til regional utvikling. Med forutsetningen om at IC-prosjektet må være ferdigstilt før en høyhastighetsutbygging kan påbegynne, vil dette i praksis si en ABC-rekkefølge, fordi A-delen allerede vil være bygd.

### *Gudbrandsdaltraseen*

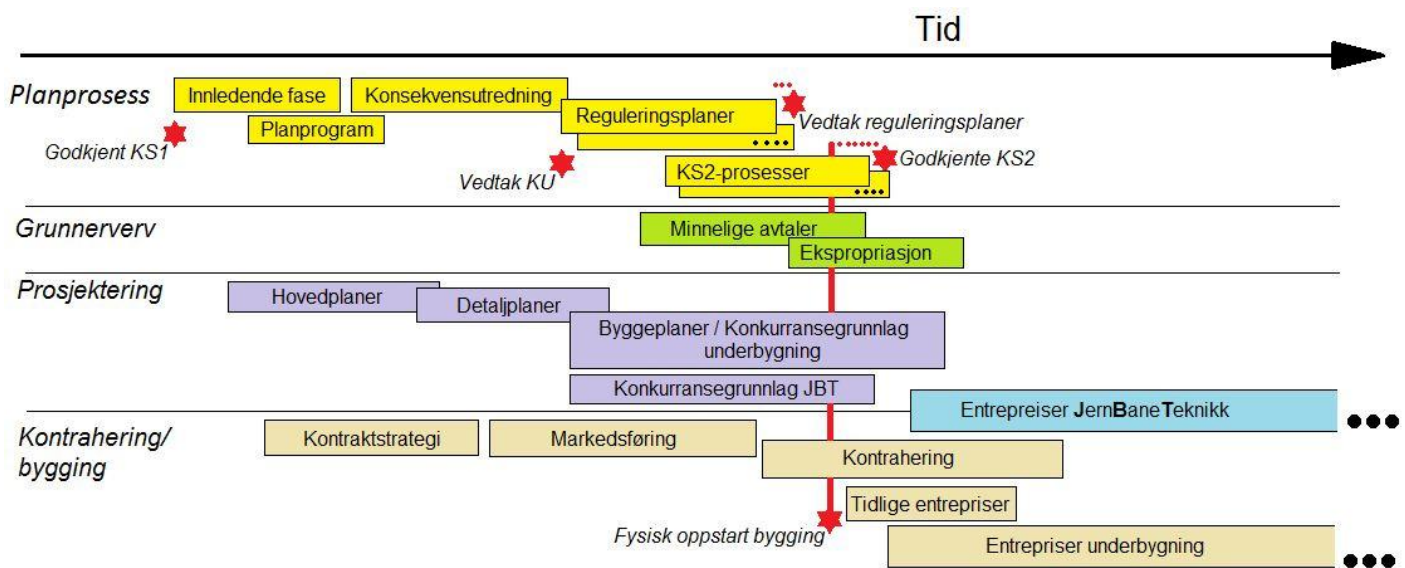
Den regionforstørrende effekten på Storoslo-regionen, og effekten som gir nyskapt vekst i områdene mellom Oslo og Trondheim, har fått «høy» rangering for GU. Det er også viktigere å dempe befolkningspresset på Oslo, enn på Trondheim. Når det gjelder utbyggingstid, så er det ingen lange strekninger av Gudbrandsdaltraseen som skiller seg ut. Dette taler for at en bør prioritere å bygge ut videre fra Lillehammer etter at IC-prosjektet er ferdigstilt. Det vil si, i likhet med for OS, at ABC-rekkefølgen bør velges ved trinnvis utbygging av GU.

## **4.2 En raskere vei til ny jernbane**

Hastigheten på en utbygging er avhengig av effektiv planlegging og bygging. I tillegg er forutsigbar og tilstrekkelig finansiering helt avgjørende for at framdriften skal kunne gå etter planen. Denne delen av oppgaven vil belyse faktorer som er avgjørende for at man raskest mulig kan få en ny samfunnstjenlig jernbane mellom Oslo og Trondheim. Kapitlet er delt i tre. Først vil tidskritiske faktorer relatert til planleggingsfasen og byggefasen bli behandlet. Etter dette vil dagens finansieringsmetode bli sammenliknet med ulike former for prosjektfinansiering. Mange av faktorene vil påvirke framdriften både ved KU og TU. Likevel er flere av faktorene mer tidskritiske hvis komplett utbyggingsmodell velges framfor trinnvis.

### **4.2.1 Planleggingsfasen**

Tiden til planlegging utgjør en stor andel av den totale utbyggingstiden. En effektivisering av planprosessen og beslutningsprosessene underveis i denne, vil kunne redusere denne andelen. På den annen side kan ikke «effektivisering» kun måles i tid. Tiltak som bidrar til å øke plankvaliteten og redusere kostnadene til både planlegging og bygging vil også være effektiviserende. Planleggingen vil bestå av planarbeid, grunnerv og prosjektering (Figur 8). Disse tre arbeidene vil delvis foregå parallelt før byggingen av en høyhastighetsbane mellom Oslo og Trondheim kan starte. Planarbeidet og prosjekteringen er de mest tidskritiske av disse og vil bli beskrevet senere i kapitlet. Rådgivende Ingeniørers Forening sin rapport Effektivisering av plan- og beslutningsprosesser (RIF 2012) og Norconsult sin rapport *IC – Fra vedtak til åpning* (Norconsult AS 2012) er brukt som kilder i denne delen av oppgaven.



**Figur 8: Skjematisk framstilling av planlegging fra godkjent KS1 til kontrahering av entreprenører og fysisk oppstart.**

Avhengig av om man velger komplett eller en trinnvis utbyggingsstrategi, vil det henholdsvis være én lang planleggingsprosess, eller flere kortere og delvis parallelle planleggingsprosesser.

### **Planarbeidet**

Den innledende fasen av planarbeidet er viktig for at et prosjekt skal kunne holde tids- og kostnadsrammen. For at et høyhastighetsbaneprosjekt mellom Oslo og Trondheim skal ha jevn framdrift er det viktig å velge riktig prosjektorganisasjon og sikre at prosjektledelsen har nødvendig myndighet.

Normalt er det kommunene som er planmyndighet. For større samferdselsprosjekter, som et høyhastighetsprosjekt definitivt vil være, bør man vurdere en statlig planmyndighet. Plan- og bygningsloven åpner for dette når det er snakk om viktige statlige eller fylkeskommunale interesser, gjennom statlige reguleringsplaner. En statlig reguleringsplan er å anse som en unntaksordning i forhold til det ordinære plansystemet, og overfører myndighet fra kommunene til staten og kan dekke flere kommuner og fylker (Miljøverndepartementet 2012). Det er ikke vanlig å utnytte denne muligheten, men det ble brukt under byggingen av Gardermoen og Gardermobanen. Fordi valg av en statlig plan krever mye samordning med lokale og regionale myndigheter og samme høringsprosedyre som for vanlige reguleringsplaner, vil ikke dette nødvendigvis gi en mye raskere planprosess. Likevel vil en statlig plan kunne redusere sjansen for å støte på tidkrevende konflikter mellom lokale interesser og samfunnsinteresser i byggeperioden. I tillegg vil det sikre en sammenhengende og helhetlig vurdering av hele høyhastighetsbanestrekningen som igjen vil kunne gi stordrifts- og samordningsgevinster. Jeg mener det vil være nødvendig med en statlig reguleringsplan for et høyhastighetsbaneprosjekt mellom Oslo og Trondheim.

Riktig organisering planleggingsarbeidet vil kunne gi en effektiv prosess. For IC-prosjektet anbefales det å etablere et eget utbyggingssselskap (Norconsult AS 2012). IC-prosjektet er i norsk sammenheng det nærmeste vi kommer et eventuelt høyhastighetsprosjekt, både når det gjelder prosjektets størrelse og teknisk art. Et slikt utbyggingssselskap vil kunne gi finansielle fordeler, som er beskrevet senere i oppgaven, men vil også kunne bidra til:



- effektiv koordinering av planprosessene
- samordning og koordinering av de samlede planleggingsressursene
- erfaringsoverføring mellom ulike planområder
- eventuelle stordriftsfordeler i planleggingen

Byggingen av Gardermobanen ble organisert på denne måten med stor suksess. I rapporten om framdrift for IC-strekningene ses dette på som en avgjørende faktor for en rask og god planprosess. Etter min mening vil en slik organisering trolig også være gunstig for et høyhastighetsbaneprosjekt. De siste årene har det vært mye kritikk mot tidkrevende planprosesser for store infrastrukturprosjekter i Norge, og denne delen av oppgaven kan ses på som et innspill i denne debatten.

### *Prosjektering*

Omfattende ressurser kreves både til planlegging og prosjektering for et høyhastighetsbaneprosjekt som innebærer bygging av ca. 400 kilometer nye dobbeltspor. Ressursbehovet vil være større i den mest aktive perioden ved KU enn ved TU. I startfasen etter godkjenning av KVU (KS1), vil det være størst behov for planleggingskompetanse. Det kreves også prosjekteringskompetanse helt fra starten av med utarbeiding av hovedplanen, men etterspørselen etter prosjekteringskompetanse vil være størst under detaljprosjekteringen i byggeplanfasen. Tilstrekkelig tilgang på rådgivere er avgjørende for at prosjekteringen skal kunne skje raskt og effektivt, særlig ved overlappingen mellom prosjektering av detalj- og byggeplaner.

For TU med etapper på eksempelvis 50 kilometer, vil trolig de store norske rådgiverselskapene gi tilstrekkelig kapasitet til planlegging og prosjektering. Presset på markedet vil bli større jo større overlapp det er i arbeidet med de etterfølgende etappene. Ved KU er det mer sannsynlig at rådgivningskapasiteten blir sprengt. Dette vil kunne medføre mindre effektiv framdrift og påvirke hvor raskt man kan ferdigstille en ny jernbane mellom Oslo og Trondheim. Det vil derfor være en løsning å bruke rådgivere fra utlandet. Dette kan gjennomføres ved at norske rådgivere utnytter seg av utenlandske samarbeidspartnere eller ved direktekruttering.

Man vil oppnå en mer effektiv prosjektering dersom flere prosjekteringsfaser legges ut på anbud under ett, eksempelvis all prosjektering fra godkjent KS1 til godkjente reguleringsplaner. Det vil medføre at tilgjengelig kapasitet ikke går til utarbeiding av tilbud og behandling av disse mellom hver enkelt prosjekteringsfase. Dessuten vil det gi bedre kompetanseoverføring, enn hvis rådgivere byttes ut fra fase til fase. Det vil på den annen side kreve noe mer kvalitetssikring av prosjekteringsarbeidet, men dette vil ikke bety så mye at store «rådgiverpakker» ikke vil gi en effektiviseringsgevinst.

#### **4.2.2 Byggefasen**

Kontrahering av entreprenører avslutter planleggingsfasen og innleder byggefasen, etter kvalitetssikring av kostnadene i KS2. Riktig størrelse på og inndeling av entreprisene vil være avgjørende for en effektiv byggefase. I tillegg vil teknisk vanskelige seksjoner, blant annet enkelte tunneler, bruer og tettbygde strøk, sette begrensninger for den teoretisk maksimale framdriftshastigheten.

Med KU vil det være viktig å komme i gang med de tidkrevende entreprisene så raskt som mulig. De tidkrevende delene av disse strekningene bør derfor prioriteres under detaljprosjekteringen i byggeplanene. Dette kan være entrepriser som inneholder bruer med krevende fundamenteringsarbeid eller

tunneler i dårlig fjell og med få tverrslagsmuligheter. Generelt bør arbeidet med hver entreprise ha oppstart slik at de blir ferdigstilt på tilnærmet samme tidspunkt. Noe forskyvning bør likevel vurderes for å unngå de største ressurstoppene. For TU bør også krevende tekniske elementer identifiseres slik at disse ikke skaper forsinkelse i framdriften. En metode for å unngå dette er å foreta prøvegravinger, befaringer og grunnundersøkelser i prosjekteringsfasen. Det er med andre ord viktig å se hele høyhastighetsbanen under ett i hele prosessen, til tross for at etapper mot slutten av utbyggingen nødvendigvis ligger langt fram i tid. Utbyggingshastigheten for parsellene i Rambølls forslag varierer fra 117 til 1187 meter per måned. Den mest tidkrevende er en parsell ved Heimdal i Trondheim som er felles for begge traseene, mens den minst tidkrevende er en av parsellene i Østerdalen med høy utbyggingshastighet.

For liten entreprenørkapasitet i byggefasen kan i likhet med knapp rådgiverkapasitet i planarbeidet og prosjekteringsfasen, gi begrensinger for framdriften. Det vil derfor, i det minste for KU, være nødvendig å utnytte det internasjonale entreprenørmarkedet. For å skape sunn konkurranse og lavest mulig kostnader bør dette i utgangspunktet også vurderes ved TU. Likevel vil det etter min mening, for å stimulere til god erfaring og høy kompetanse innen høyhastighetsbaneutbygging blant norske aktører, være ønskelig med en stor andel norske entreprenører. Norge bør ikke gjøre seg avhengig av utenlandsk kompetanse og arbeidskraft, da tilgangen på utenlandske rådgivere og entreprenører kan variere over tid avhengig av den økonomiske situasjonen ellers i Europa.

Valg av entreprisestørrelse og -type vil påvirke hvilke entreprenører en høyhastighetsutbygging vil være interessant for. Ved å ha et bredt spekter av disse vil både store og små entreprenører kunne utnyttes. Lange strekninger med totalentreprise kan dekkes av store aktører, mens korte teknisk krevende etapper med utførelsesentreprise kan dekkes av små og spesialiserte aktører. Størrelsen på entreprisene er også viktig for at høyhastighetsbaneprosjektet skal være attraktivt for utenlandske entreprenører. Disse vil på grunn av ønske om høy profitt ønske store entrepriser og langvarige kontrakter. Det vil derimot være en øvre grense for hvor store entreprisene bør være. En entreprise som går over svært lange strekninger kan bli forsinket på grunn av manglende godkjenning av arealplaner på deler av strekningen.

### 4.2.3 Finansering

I dag er uforutsigbarhet i de årlige bevilgningene til transportsektoren en viktig årsak til at samferdselsprosjekter tar lang tid. Lange veg- og jernbanestrekninger som bør ses på som et stort prosjekt, deles opp flere prosjekter for å passe inn i de årlige bevilgningene. Alternative finansieringsløsninger som kan fjerne usikkerheten knyttet til årlige bevilgninger i statsbudsjettet, kan derfor bidra til å gi en raskere høyhastighetsbaneutbygging. Flere opplysninger i dette kapitlet er hentet fra Næringslivets Hovedorganisasjon sin rapport «Raskere og smartere samferdselsutbygging» (NHO 2010).

#### *Dagens praksis*

Alle jernbaneprosjekter i Norge finansieres gjennom årlige bevilgninger over statsbudsjettet. Dette medfører uforutsigbarhet og usikkerhet knyttet til om et påbegynt prosjekt kan fullføres etter planen. Nasjonal Transportplan (NTP) blir revidert hvert fjerde år og har til hensikt å fjerne denne uforutsigbarheten. NTP har en tidshorisont på ti år og viser hvilke prosjekter og områder som skal prioriteres i transportsektoren over denne tidsperioden. Til tross for at NTP behandles av Stortinget, er de økonomiske prioriteringene ikke bindende for de årlige budsjettene. I kombinasjon med at prioriteringen

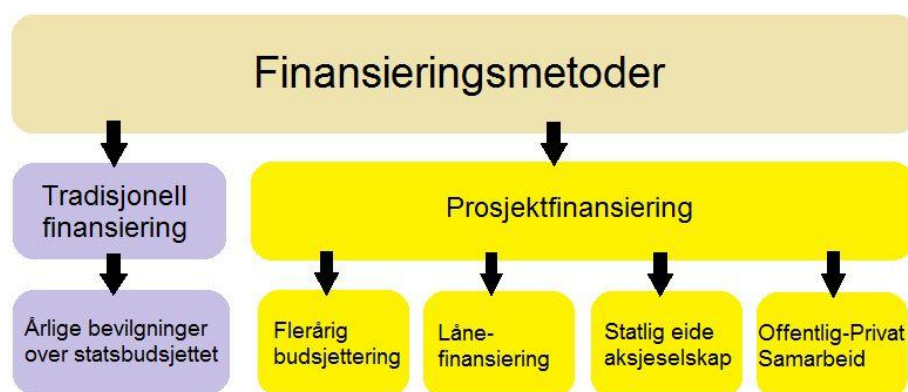
kan revideres hvert fjerde år, medfører dette at man kan stille seg tvilende til om NTP fungerer etter sin hensikt.

Det er gjort forsøk på å gjøre enkelte prioriteringer i NTP mer bindende. Follobanen ble satt opp som egen budsjettpost i NTP 2010-2019, og dobbeltsporet mellom Oslo og Ski skulle etter planen stå ferdig innen 2019. Det er likevel vanskelig å se hvordan dette skal kunne bidra til en forutsigbar finansiering når dokumentet ikke er mer bindende. Som tidligere nevnt, ble det i transportetatens forslag til NTP 2014-2023 påpekt at Follobanen tidligst kan stå ferdig i 2023, og da med forutsetning om en økning på 56 % i de årlige økonomiske rammene.

Det finnes unntak fra den tradisjonelle finansieringsmetoden i transportsektoren. Tre veiutbygginger ble i behandlingen av NTP 2002-2011 besluttet å fungere som prøveprosjekter for finansiering gjennom «Offentlig Privat Samarbeid» (OPS). I tillegg ble Gardermobanen finansiert gjennom et «statlig eid aksjeselskap». Begge metodene ga forutsigbar finansiering som resulterte i at prosjektene ble ferdigstilt til planlagt tid. Disse finansieringsmetodene er, i tillegg til «lånefinansiering» og «flerårig budsjettering», svært aktuelle for høyhastighetsprosjekter og blir beskrevet i de neste avsnittene.

### *Alternative finansieringsmetoder*

Prosjektfinansiering kan sees på som en fellesbetegnelse på finansieringsløsninger som har til hensikt å skjerme store samferdselsprosjekter for usikkerheten knyttet til variasjon i de årlige bevilgningene i statsbudsjettet. Under beskrives fire former for prosjektfinansiering (Figur 9) som kan være aktuelle for en høyhastighetsutbygging.



Figur 9: Oversikt over tradisjonell finansiering og prosjektfinansiering.

**Flerårig budsjettering** betyr at det årlige statsbudsjettet må inneholde budsjettposter som gjelder over flere år. Dette er allerede utprøvd for noen prosjekter. I Norge vil flerårig budsjettering derfor i praksis si å gjøre disse postene mer forpliktende. Erfaringer fra Danmark og Nederland viser at avtalene om flerårig budsjettering blir respektert og at prosjektene får økt forutsigbarhet. De prosjektene som ikke har en slik avtale blir derimot tilsvarende mindre forutsigbare. Denne trenden forsterkes i forhold til hvor stor del av budsjettet som låses over flere år. Flerårig budsjettering gir i tillegg større rom for å benytte kontraktsformer der utbygging, drift og vedlikehold kan sees i sammenheng

Hvor lang tidsperiode en budsjettpost skal låses for må vurderes. Et år er opplagt for lite, men for lang tid vil gjøre det vanskeligere å tilpasse bevilgningene til prosjektets utvikling. Budsjettering over fire år kan etter min mening synes som en god løsning.



**Lånefinansiering** vil si at en virksomhet, for eksempel Jernbaneverket, finansierer investeringene til et prosjekt gjennom lån. Lånene kan betales tilbake med senere års bevilgninger til virksomheten. Metoden brukes en del i Sverige og har gitt økt forutsigbarhet og en mer rasjonell gjennomføring for både veg- og jernbaneprosjekter.

**Statlig eide aksjeselskaper** medfører at store deler av investeringen kan lånefinansieres. Det er bare innskuddet av aksjekapital som krever bevilgning over statsbudsjettet. I Norge ble både Gardermoen og Gardermobanen bygget ved en slik finansiering. De opprettede aksjeselskapene hadde ansvaret for utbygging og drift av anleggene etter ferdigstilling, henholdsvis under navnene Oslo Lufthavn AS og Flytoget AS. En slik finansiering og et slikt «livsløpsansvar» har gjort Flytoget AS til en suksess og bør vurderes også for utbygging og drift av høyhastighetsbanetilbud.

**Offentlig Privat Samarbeid** er et samarbeid mellom privat og offentlig sektor om et prosjekt. Det private tar en stor del av ansvaret knyttet til finansiering, vedlikehold og drift av tjenesten. Samarbeidet kan vedvare over en kontraktstid på eksempelvis 25 år, deretter faller ansvaret for anlegget i sin helhet tilbake på staten. Det er en viktig gevinst ved OPS at prosjektering, utbygging, drift og vedlikehold vurderes i sammenheng. Det gir kortere byggetid og kostnader.

Alle de fire eksemplene på prosjektfinansiering gir raskere framdrift og ferdigstilling av prosjekter fordi store deler av eller hele prosjektet er sikret finansiering forut for oppstart. I tillegg legger disse finansieringsmetodene mer vekt på samfunnsøkonomisk lønnsomhet i prioriteringen av prosjekter. At samferdselsprosjektene som gjennomføres er samfunnsøkonomisk lønnsomme, er viktig for sektorens videre konkurransevne i kampen om bevilgninger. Etter min mening bør prosjektfinansiering vurderes for høyhastighetsbaneprosjekter i Norge, til tross for at kapittel 4.3 vil vise at høyhastighetsutbyggingen ikke kommer godt ut av samfunnsøkonomiske analyser. Vista Analyse AS offentliggjorde sin rapport «Finansiering, effektivitet og styring» i mai 2012. For store jernbaneinvesteringer anbefaler rapporten å etablere utbyggingsselskap med muligheter til å lånefinansiere utbygging, innenfor angitte rammer (Vista Analyse AS 2012). Lånene kan gis som statslån eller statsgaranterte langsiktige obligasjoner. Denne anbefalingen legges til grunn for forutsetningene i kapittel 5.

### 4.3 Kostnads- og nyttevurdering

I dette kapitlet vil kostnader og nytte for en høyhastighetsbane mellom Oslo og Trondheim bli omtalt. Det vil først bli beskrevet hvilke kostnads- og nyttekomponenter som inngår i ulike økonomiske analyser av jernbaner. Deretter vil de økonomiske analysene for GU og OS bli beskrevet. I slutten av kapitlet vil det bli vurdert hvordan valg av TU eller KU vil påvirke nytte og kostnader for en høyhastighetsbane mellom Oslo og Trondheim.

Tallene som presenteres i den første delen i dette kapitlet er hentet fra Atkins' rapport fra Høyhastighetsutredningen *Economic and Financial Analysis* (Atkins 2012b). Vurderingen av hvordan valg av utbyggingsstrategi påvirker økonomien ved høyhastighetsutbygging er gjort av undertegnede.

#### 4.3.1 Kostnads- og nyttekomponenter

##### *Investeringskostnader*

Investeringskostnadene deles opp i fire kategorier. Entreprenørens direkte og indirekte kostnader, oppdragsgivers kostnader og et risikotillegg vises i Tabell 9.

**Tabell 9: Oversikt over investeringskostnader for en jernbaneutbygging og kostnadskategoriens andel av de totale investeringskostnadene.**

Kategori	Andel <sup>a</sup>	Kostnadsledd
Direkte entreprenørkostnader	59 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Signal- og teleinstallasjoner</li> <li>• Elektrifisering</li> <li>• Spor</li> <li>• Drift</li> <li>• Underbygning</li> <li>• Maskiner og utstyr</li> <li>• Deponier</li> </ul>
Indirekte entreprenørkostnader	18 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administrasjon</li> <li>• Testing- og klargjøring</li> <li>• Andre</li> </ul>
Oppdragsgivers kostnader	5 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Byggeledelse</li> <li>• Planlegging</li> <li>• Kjøp og ekspropriasjon av land</li> </ul>
Risikotillegg	18 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risiko i forhold til endring i blant annet priser og design</li> </ul>

<sup>a</sup> Tallene er beregnet som gjennomsnittsverdien for alle traseene fra Høyhastighetsutredningen, ekskludert to traseer mot Stockholm.

At direkte entreprenørkostnader utgjør hele 59 % av investeringskostnadene skyldes at utgiftene knyttet til bruer og tunneler alene utgjør ca. 40 % av de totale investeringskostnadene. Senere i dette kapitlet vises konsekvensen av dette når kostnadene for GU og OS sammenliknes.

### *Bedriftsøkonomi*

En bedriftsøkonomisk analyse av et jernbaneprojekt gir svar på om billettinntektene dekker kostnadene til å drifte banen. Driftskostnadene kan beregnes som summen av drifts-, vedlikeholds-, fornyelses- og skattekostnader. De to sistnevnte kan holdes utenfor analysen fordi de kan finansieres separat. Hvordan man definerer driftskostnadene vil derfor påvirke analysen.

Bedriftsøkonomien vil være avhengig av hvor raskt høyhastighetsbanen mellom Oslo og Trondheim blir tatt i bruk og dermed om man velger en trinnvis eller komplett utbyggingsstrategi. Dette vil bli omtalt senere i kapitlet.

### *Samfunnsøkonomi*

Målet med en samfunnsøkonomisk analyse er å ta med alle kostnads- og nyttekomponenter for å finne et prosjekts netto nytte for samfunnet. Resultatene kan brukes til å sammenlikne alternative utforminger av et nytt jernbaneanlegg og velge det som gir størst nytte for samfunnet i løpet av en viss tidsperiode. Analysen tar hensyn til effekter som påvirker transportselskapene, offentlig sektor, trafikanter og tredjeparter. Kostnads- og nyttekomponentene kan bli delt inn i direkte økonomiske effekter, miljøeffekter og sikkerhetseffekter (Tabell 10).

**Tabell 10: Kostnads- og nyttekomponenter i en samfunnsøkonomisk analyse og faktorer som inngår i disse.**

<b>Kostnads- og nyttekomponent</b>	<b>Faktorer</b>
Økonomi	<ul style="list-style-type: none"><li>• Byggekostnader</li><li>• Drifts- og vedlikeholdskostnader</li><li>• Inntekter</li><li>• Reiseforbedring for trafikanter (og gods); reisetid, reisekostnader, reisekomfort</li></ul>
Miljø	<ul style="list-style-type: none"><li>• Forringelse av naturområder</li><li>• Forringelse/forbedring av byområder; reiseforbedring for andre transportmidler</li></ul>
Sikkerhet	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reduksjon i antall ulykker</li><li>• Reduksjon i ulykkenes alvorlighetsgrad</li></ul>

Den økonomiske vurderingen av trasealternativene som er utarbeidet av Atkins, tar hensyn til de faktorene i Tabell 10 som lar seg kvantifisere. I kostnadsanalysene er det brukt to rammeverk ved beregning av nytten til alle høyhastighetsbanene. Det ene er Jernbaneverkets rammeverk i «Metodehåndbok JD 205 Samfunnsøkonomiske analyser for jernbane, versjon 3.0 juli 2011» og det andre er et «alternativt rammeverk» tilpasset høyhastighetsbaner, utarbeidet under en tidlig fase av Høyhastighetsutredningen. En av forskjellene er at det alternative rammeverket har økt vurderingsperioden fra 25 til 40 år. I denne oppgaven presenteres bare resultatene fra det alternative rammeverket fordi dette er best tilpasset høyhastighetsbaneprosjekter.

#### **4.3.2 Korridor nord**

I denne delen vil estimatene for investeringskostnader, bedriftsøkonomi og samfunnsøkonomi for GU og OS, som er beregnet av Atkins bli presentert (Atkins 2012b).

##### *Investeringskostnader*

Investeringskostnadene for traseene gjennom Gudbrandsdalen og Østerdalen vises i Tabell 11.

**Tabell 11: Trasedata og investeringskostnader for Gudbrandsdaltraseen (GU-C) og Østerdaltraseen (OS-D) (Jernbaneverket, Railconsult AS 2012b).**

	GU-C	OS-D		
<b>Trasedata</b>				
Hastighetsscenario (km/h)	250	330		
Total strekning (km) <sup>a</sup>	525	483		
Totalt nye dobbeltspor (km) <sup>b</sup>	448	409		
<b>Totale utbyggingskostnader (MNOK)</b>	<b>148 197</b>	<b>113 904</b>		
Utbyggingskostnad/km - Total strekning (MNOK)	282	236		
Utbyggingskost./km - Totalt nye dobbeltspor (MNOK)	331	278		
<b>Prosjektets forventede investeringskostnad (MNOK)</b>	<b>185 493</b>	<b>145 356</b>		
Byggetid (år) <sup>c</sup>	10	8,5		
Tunnelandel (%)	61	42		
	<b>Andel <sup>d</sup></b>	<b>Kostnad</b>	<b>Andel</b>	<b>Kostnad</b>
<b>A - Entreprenørs direkte kostnader</b>	<b>(%)</b>	<b>(MNOK)</b>	<b>(%)</b>	<b>(MNOK)</b>
Signal- og teleinstallasjoner	1,5	2 743	1,7	2 430
Elektrifisering	3,0	5 616	3,6	5 164
Spor	5,6	10 446	6,4	9 265
Drift	0,9	1 610	0,7	1 073
Bruer og tunneler	43,7	81 120	37,6	54 706
Maskiner og utstyr	0,0	71	0,0	32
Deponier	1,0	1 877	1,3	1 877
Underbygning, ekskludert bruer og tunneler	5,1	9 507	8,4	12 210
<b>Total A</b>	<b>60,9</b>	<b>112 990</b>	<b>60,0</b>	<b>86 757</b>
<b>B - Entreprenørs indirekte kostnader</b>				
Administrasjon	12,2	22 634	11,9	17 341
Prosjektering	3,3	6 061	3,2	4 702
Testing og klargjøring	0,5	867	0,5	770
Andre kostnader	3,0	5 645	3,0	4 334
<b>Total B</b>	<b>19,0</b>	<b>35 207</b>	<b>19,0</b>	<b>27 147</b>
<b>Totale utbyggingskostnader (A+B)</b>	<b>79,9</b>	<b>148 197</b>	<b>78,0</b>	<b>113 904</b>
<b>C - Oppdragsgivers kostnader</b>				
Byggeledelse	3,0	5 650	3,0	4 338
Planlegging	0,9	1 755	1,6	2 315
Land- og ekspropriasjon	0,4	778	0,7	1 023
<b>Total C</b>	<b>4,4</b>	<b>8 183</b>	<b>5,3</b>	<b>7 676</b>
<b>Totale investeringskostnader (A+B+C)</b>	<b>84,3</b>	<b>156 380</b>	<b>83,6</b>	<b>121 580</b>
<b>D - Risikotillegg</b>				
Risiko i forhold til endring i priser og design	15,7	29 114	16,4	23 776
<b>Prosjektets forventede investeringskost. (A+B+C+D)</b>	<b>100,0</b>	<b>185 494</b>	<b>100,0</b>	<b>145 356</b>

<sup>a</sup> Inkluderer hele strekningen fra Oslo Sentralbanestasjon til Værnes Lufthavn

<sup>b</sup> Inkluderer strekningen fra Tangen til Trondheim sentrum

<sup>c</sup> Denne byggetiden er teoretisk raskeste byggetid

<sup>d</sup> Prosentandelen av prosjektets forventede investeringskostnad

Tabell 11 viser at den forventede investeringskostnaden for GU er ca. 40 milliarder kroner høyere enn for OS. Kostnadene til bruer og tunneler står for 26,4 milliarder kroner av denne forskjellen. Konsekvensen er at også entreprenørkostnaden og risikotillegget blir høyere for GU.

En annen årsak til at GU er dyrere er at den har behov for 39 kilometer mer ny dobbeltsporet høyhastighetsbane enn OS. Uansett viser tabellen at prisen per kilometer nye dobbeltspor er 53 millioner kroner høyere for GU. Tidligere i oppgaven er det forutsatt at hele IC-strekningen brukes som en del av GU, noe som tilsier at antall kilometer nye dobbeltspor reduseres med 75 kilometer. Dette tilsvarer en reduksjon i investeringskostnader på 25 milliarder kroner for GU, dersom man forutsetter at 331 millioner kroner per oppgardert kilometer er representativt for strekningen mellom Tangen og Lillehammer.

### *Bedriftsøkonomisk analyse*

Tabell 12 viser bedriftsøkonomien for GU og OS med to ulike servicescenarioer (se fotnoter i tabell). Nettoinntektene er beregnet på tre måter avhengig av hva man inkluderer i de løpende kostnadene.

**Tabell 12: Bedriftsøkonomisk analyse for Gudbrandsdal- og Østerdalstraseen (Atkins 2012b).**

	<b>GU-C</b>	<b>OS-D</b>
<b>PSS1<sup>a</sup></b>	<b>MNOK</b>	<b>MNOK</b>
<b>A - Inntekter</b>		
A1 - Brutto inntekt	15 060	17 551
<b>B - Løpende kostnader</b>		
B1 - Drifts- og vedlikeholdskostnader	13 008	12 709
B2 - Fornying av infrastruktur	9 386	8 061
B3 - Skattekostnader	34 607	27 160
<b>Netto inntekt</b>		
1) A1 - B1	2 052	4 842
2) A1 - (B1 + B2)	-7 334	-3 219
3) A1 - (B1 + B2 + B3)	-41 941	-30 379
<b>PSS2<sup>b</sup></b>		
<b>A - Inntekter</b>		
A1 - Brutto inntekt	17 732	21 482
<b>B - Løpende kostnader</b>		
B1 - Drifts- og vedlikeholdskostnader	11 208	10 901
B2 - Fornying av infrastruktur	9 386	8 061
B3 - Skattekostnader	33 507	25 928
<b>Netto inntekt</b>		
1) A1 - B1	6 524	10 581
2) A1 - (B1 + B2)	-2 862	2 520
3) A1 - (B1 + B2 + B3)	-36 369	-23 408

<sup>a</sup> Servicealternativ PSS1 (Passenger Service Scenario 1) er utarbeidet for å få så stor markedsandel som mulig. Det er antatt at alle stasjoner tilbys 18 togavganger i hver retning per dag, i tillegg til

to «direktetog» i hver retning både om morgenen og på ettermiddagen. Det er antatt at billettprisene er ca. 60 % av flyprisene, som reflekterer dagens priser.

<sup>b</sup> Servicealternativ PSS2 er utarbeidet som et kommersielt alternativ. Det vil si med et mål om høye inntekter og lave utgifter. Det er derfor ingen ekstra «direktetog» i rushtiden og billettprisene er høyere enn for PSS1.

Østerdaltraseen har høyere inntekter og lavere kostnader for begge servicescenarioene. Vi ser av tabellen at begge traseene er bedriftsøkonomisk lønnsomme for beregningsalternativ 1), uavhengig av hvilket servicescenario man velger. Beregningsalternativ 2), der fornying av infrastruktur inngår som kostnad, er bare lønnsomt for OS med PSS2. Beregningsalternativ 3) er ikke lønnsomt med verken PSS1 eller PSS2 for noen av trasealternativene.

Servicealternativ PSS2 gir bedre bedriftsøkonomiske resultater enn PSS1. I neste avsnitt skal vi derimot se at det gir lavere trafikantnytte i den samfunnsøkonomiske analysen på grunn av dårligere passasjerservice.

### *Samfunnsøkonomisk analyse*

Den samfunnsøkonomiske analysen er avhengig av både investeringskostnadene og bedriftsøkonomien som er beskrevet over. Tabell 13 viser netto nåverdi (NNV) i 2009-kroner for GU og OS med den alternative metoden som er tilpasset høyhastighetsbaner.

**Tabell 13: Kort sammenfattet samfunnsøkonomi (2009-kroner) for Gudbrandsdaltraseen (GU-C) og Østerdaltraseen (OS-D) (Atkins 2012b).**

	<b>GU-C</b>	<b>OS-D</b>
<b>PSS1<sup>a</sup></b>	MNOK (2009)	MNOK (2009)
A - Trafikantnytte	14 182	26 065
B - Tredjeparts effekter <sup>b</sup>	-266	1 370
C - Kostnader offentlig sektor	-156 080	-126 551
<b>Netto nåverdi (A + B + C)</b>	<b>-142 164</b>	<b>-99 116</b>
<b>PSS2<sup>a</sup></b>		
A - Trafikantnytte	2 579	10 823
B - Tredjeparts effekter	-655	644
C - Kostnader offentlig sektor	-147 722	-117 154
<b>Netto nåverdi (A + B + C)</b>	<b>-145 798</b>	<b>-105 687</b>

<sup>a</sup> Se fotnoter i Tabell 12

<sup>b</sup> Endring i reisetid, ulykker og komfort for andre transportmidler enn tog, samt endringer i inntekter for andre transportselskaper.

Begge trasealternativene har en negativ NNV på 100 milliarder eller mer, og en høyhastighetsbane vil ikke være samfunnsøkonomisk lønnsom. Likevel ser vi at OS har ca. 40 milliarder bedre NNV enn GU for begge servicescenarioene.

### 4.3.3 Utbyggingsstrategi og økonomi

Oppgavens mål er å anbefale en høyhastighetstrase på grunnlag av effektiv og gunstig utbyggingstakt. Det vil derfor være viktig å identifisere økonomiske forskjeller ved valg av trinnvis eller komplett utbygging. Tallene som er presentert i kapittel 4.3.2, er basert på en tilnærmet komplett utbygging med raskest mulig byggetid (8,5 år for GU og 10 år for OS). En metode for å avdekke de økonomiske forskjellene vil derfor være å vurdere hvilke av nytte- og kostnadskomponentene i kapittel 4.3.2 som vil endre seg med TU. Størrelsen på kostnadsendringen, og forskjellen mellom GU og OS vil være vanskelig å bestemme uten grundigere analyse.

#### *Investeringskostnader*

Investeringskostnadene vil totalt sett bli høyere med TU, enn med KU. Denne antakelsen er begrunnet i de neste avsnittene.

Entreprenørens direkte kostnader er i stor grad avhengig av traseen. TU vil gi traseen færre frihetsgrader i nærheten av der en utbyggingsetappe avsluttes, fordi man må legge sporet nærmere eksisterende bane. Det gjør at man må bygge i mer komplekse og derav dyrere områder. I tillegg vil det komme ekstra kostnader til etablering av tilkoblingsspor mellom høyhastighetsbanen og eksisterende jernbane. Størrelsen på disse kostnadene vil øke avhengig av hvor mange utbyggingsetapper Oslo-Trondheim vil bestå av. Tabell 14 er et eksempel på hvor stor andel av investeringskostnadene tilkoblingsbanene vil kunne utgjøre for GU.

**Tabell 14: Estimert økning i Gudbrandsdaltraseens (GU) forventede investeringskostnad på grunn av tilkoblingsbaner med 6, 8 eller 10 etapper.**

Trasedata		GU		
Prosjektets forventede investeringskostnad (MNOK)		185 494		
Utbyggingskostnad per kilometer (MNOK) <sup>a</sup>		352,5		
Ekstra bane per tilkobling (km)		2		
Antall etapper	6	8	10	
Ekstra kostnad per tilkoblingsspor (MNOK)	705	705	705	
Ekstra kostnad totalt (MNOK)	3 525	4 935	6 345	
Økning i prosjektets forventede investeringskostnad (%)	1,9	2,7	3,4	

<sup>a</sup> Gjennomsnittlig kostnad per oppgradert kilometer pluss ett tillegg på 25 % fordi tilkoblingsbanene bygges i områder med mye infrastruktur og bebyggelse.

Til tross for at tilkoblingssporene gir økte investeringskostnader, kan disse sporene på et tidspunkt da alle etappene er ferdig, gjøre jernbanestrekningen mer fleksibel og enklere å drifte. Tilkoblingssporene kan blant annet gjøre det mulig å bruke den gamle banen som reservespor ved togstopp på høyhastighetsbanen, som videre vil redusere tapet i driftsinntekter og trafikantnytte som følge av togs topped.

Trinnvis utbygging innebærer at samme entreprenør kan ha ansvaret for en større del av den totale strekningen mellom Oslo og Trondheim, noe som vil kunne effektivisere prosesser og redusere kostnader etter hvert som erfaring med høyhastighetsbanebygging opparbeides. Entreprenørens indirekte kostnader kan med dette reduseres. Om samme entreprenør brukes til flere etapper og hvor stor gevinst dette gir, er derimot usikkert. Oppdragsgivers kostnader vil trolig bli lite endret ved TU. Med



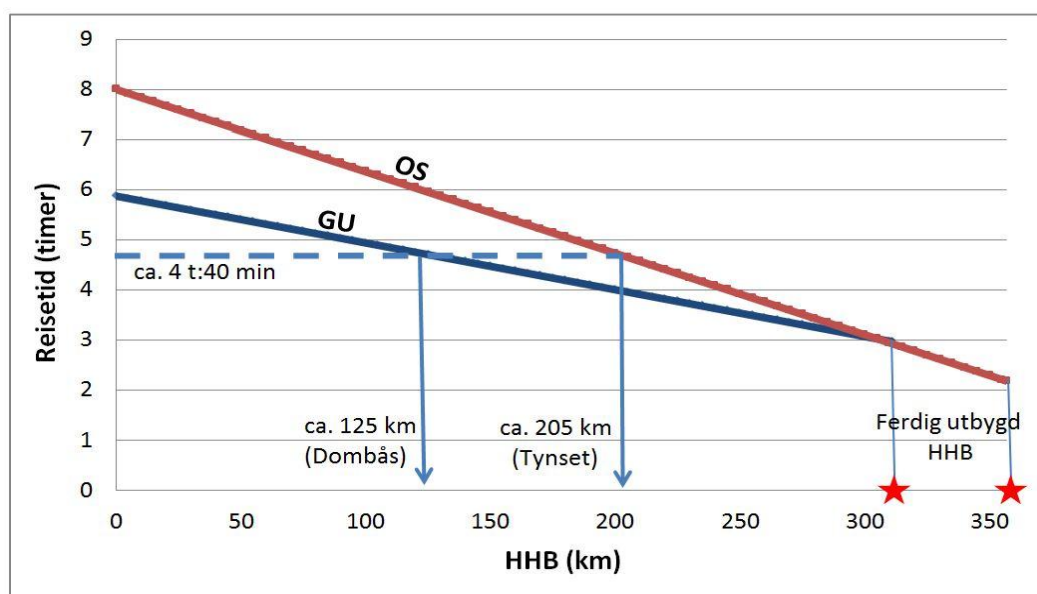
forutsigbar finansiering og framdrift kan man likevel redusere store ressurstopper og sikre et jevnt bemanningsbehov til byggeledelse og for entreprenørene, noe som vil være kostnadseffektivt.

Risikotillegget vil øke med TU dersom framdriften ikke er forutsigbar. TU gir lengre byggetid og framdriften i utbyggingen vil være mer følsom for variasjon i årlige bevilgninger i løpet av byggetiden. Det vil øke kostnadene på grunn av redusert kontinuitet og avbrudd i byggingen. Prosjektfinansiering vil legge til rette for en forutsigbar framdrift og forhindre økning i risikotillegget. Lengre byggetid med TU, vil også kunne gi mer uavklart arealbruk og flere lokale konflikter, noe som vil redusere forutsigbarheten. Som tidligere nevnt, vil det derfor være gunstig å ha avklart arealbruk langs hele traseen allerede ved byggestart av første etappe, blant annet ved hjelp av statlig planmyndighet. Risikotillegget vil bli lavere, og i tillegg vil planleggingen bli mer kostnadseffektiv.

### *Bedriftsøkonomi*

Togselskapet vil tjene penger tidligere ved TU, og dermed bidra til å øke brutto inntekter i den bedriftsøkonomiske analysen. På en annen side er det ende-til-ende-etterspørselen som bidrar mest til de totale inntektene, og denne inntekten vil bli løst ut senere for TU enn for KU. Riktignok vil denne inntekten øke gradvis etter hvert som etappene står ferdig. Hvordan den brutto inntekten totalt sett vil endres med TU med en beregningsperiode på 25 år, er derfor vanskelig å svare på uten mer detaljerte analyser.

For at TU skal bidra til gode brutto inntekter vil det være viktig så raskt som mulig, å redusere reisetiden med tog til et konkurransedyktig nivå i forhold til reisetiden med fly. Det vil derfor være gunstig med en høyere utbyggingstakt i begynnelsen, enn mot slutten av byggetiden. Hvis man vet hvilken reisetid som vil bidra til å få majoriteten av de reisende mellom Oslo og Trondheim til å velge tog, kan man anslå hvor stor del av strekningen som bør bygges ut med høy takt. Figur 10 er beregnet på bakgrunn av inngangsparametere som finnes i vedlegg 2, og den viser hvordan reisetiden forandrer seg avhengig av hvor stor del av strekningen som har høyhastighetsbane. Som et eksempel er det lagt inn hvor langt man må bygge for å få en reisetid på 4 timer og 40 minutter.



Figur 10: Reisetid mellom Trondheim og Oslo for Gudbrandsdaltraseen (GU) og Østerdaltraseen (OS), avhengig av hvor stor del av strekningen mellom henholdsvis Lillehammer-Trondheim og Tangen-Lillehammer som har høyhastighetsbane (HHB).



Figur 10 viser at man for GU og OS, må bygge til henholdsvis Dombås og Tynset for å få en reisetid på ca. 4 timer og 40 minutter. Den eksisterende jernbanen forsinket togene så mye at man må bygge nesten helt til Trondheim før reisetiden kommer ned mot reisetider med fly, og en særlig høy utbyggingstakt i første del av utbyggingen vil trolig ikke bidra til å øke driftsinntektene nevneverdig. En jevn utbyggingstakt vil etter min mening derfor være det beste, for blant annet å gi forutsigbart bemanningsbehov hos byggherre, rådgivere og entreprenører.

### *Samfunnsøkonomi*

«Tredjepartseffekter» og «Kostnader til offentlig sektor» fra Tabell 13 blir påvirket av blant annet det som er vurdert under investeringskostnader og bedriftsøkonomi. Trafikantnytte vil derimot kun inngå i den samfunnsøkonomiske analysen, og hvordan denne nyttekomponenten vil påvirkes av utbyggingsstrategi vil bli vurdert i det neste avsnittet.

Trafikantnytte måles i sparte reisekostnader, og reisene deles ofte i arbeidsreiser, reiser til og fra jobb og fritidsreiser. TU vil gi sparte reisekostnader tidligere enn KU, og arbeidsreiser og reiser til og fra jobb vil trolig bidra mest til besparelsen. Til tross for at nytten for ende-til-ende-trafikken ikke blir løst ut like tidlig ved TU, vil etappene som blir bygd underveis kunne fungere som pendlertilbud i og mellom regionene de berører. I tillegg vil markedsandelen som velger tog gradvis øke etter hvert som etappene ferdigstilles og reisetiden mellom Oslo og Trondheim reduseres.

Størrelsen på diskonteringsrenten påvirker samfunnsøkonomiske analyser vesentlig. Den bidrar til at samfunnet er mer villig til å betale for et gode nå enn i framtiden, dessuten vil kostnader langt fram i tid være mindre kostbare enn kostnader i dag. Dette bidrar til at tidlig trafikantnytte vil være mer verdt enn sen trafikantnytte, og at kostnadene ved bygging av sene etapper vil være relativt billigere enn bygging av tidlige etapper. Begge disse effektene vil favorisere TU framfor KU i et samfunnsøkonomisk perspektiv (Økland 2008).



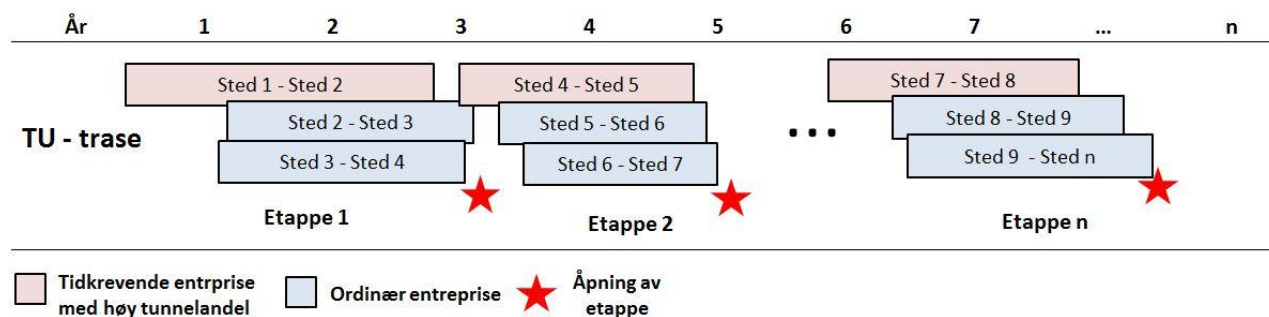
## Kapittel 5 Framdriftsplaner

I dette kapitlet framstilles framdriftsplaner med komplett og trinnvis utbygging for GU og OS. Vurderingene som er gjort i kapittel 3 og 4 legger grunnlaget for valg og løsninger i framdriftsplanene. Før de konkrete planene presenteres vil det bli gjort rede for hva framdriftsplanene skal inneholde, og hvilke parseller trasealternativene består av.

### 5.1 Innhold og forutsetninger

#### 5.1.1 Innhold i framdriftsplanene

Framdriftsplanene som presenteres i dette kapitlet beskriver både planlegging og bygging. Planleggingen vil bli omtalt for hver utbyggingsstrategi, men ikke separat for hver trase. Byggeperioden blir skjematisert i detalj for alle trase- og utbyggingsalternativer. I skjematismingen av framdriftsplanene vil det framgå hvor lang tid det tar å bygge hver etappe, hvilke parseller som inngår i etappen og når etappen (hele strekningen for KU) kan åpnes for trafikk. Figur 11 viser hvordan en framdriftsplan for TU vil kunne framstå.



Figur 11: Eksempel på byggeframdrift med trinnvis utbyggingsstrategi.

I framdriftsplanene vil hver parsell utgjøre en stor totalentreprise. Det vil si at underbygningsarbeid og jernbanetekniske arbeid som sporarbeid, elektrifisering og signalarbeid, inngår i sin helhet i hver entreprise. Slike entrepriser blir stadig mer vanlig for store prosjekter. Det internasjonale markedet tilbyr mange entreprenører med kompetanse på alle nødvendige fag for å bygge ett fullverdig jernbaneanlegg. Norske entreprenører har også fått bredere kompetanse de siste årene, og trenden vil sannsynligvis fortsette fram til høyhastighetsbaneutbygging er aktuelt (Moen 2012). Mange av arbeidene vil imidlertid høyst sannsynlig bli utført av underentreprenører, men organiseringen av disse vil ikke bli omtalt i oppgaven.

De rosa entreprisene (Figur 11) er tidkrevende parseller med høy tunnelandel. De tar lang tid å gjennomføre fordi utdriving av tunneler i seg selv tar lang tid, men også fordi det jernbanetekniske arbeidet i mindre grad kan foregå parallelt med underbygningsarbeidet. Lengden og antall tverrslag på tunnelene avgjør hvor tidseffektivt arbeidene kan koordineres.

Utarbeiding av framdriftsplaner for KU gir mindre valgmuligheter enn TU, fordi alle parsellene i utgangspunktet bør bygges tilnærmet samtidig. Det vil derimot være viktig å avdekke hvilke mindre parseller som kan forskyves i forhold til hverandre for å unngå de største ressurstoppe.

### 5.1.2 Forutsetninger og føringer

I Kapittel 3 og 4 ble det lagt føringer for hvordan en høyhastighetsbane mellom Oslo og Trondheim bør utformes og bygges. I de neste avsnittene oppsummeres de viktigste forutsetningene som jeg har bestemt og som legger føringer for utarbeidelse av framdriftsplanene. Noen av punktene som presenteres er ikke nevnt eksplisitt tidligere, men bygger på sammenhengen i det som er beskrevet i kapitlene.

#### *Forutsetninger*

#### **Finansiering og arbeidskraft**

- Alle framdriftsplanene må være sikret tilstrekkelig finansiering gjennom hele byggeperioden.
- Framdriften ved TU sikres gjennom en kombinasjon av lånefinansiering og fireårig budsjettering over statsbudsjettet, mens framdriften ved KU sikres gjennom et statlig eid aksjeselskap.
- Rådgiver og entreprenørkapasiteten må være tilstrekkelig. Kapasitet sikres delvis ved bruk av utenlandsk arbeidskraft.
- Jernbaneanleggene må utarbeides med europeisk standard innenfor alle fag, slik at man problemfritt kan utnytte internasjonale entreprenører.

#### **Traseer**

- InterCity-strekningene bygges ut med kostnadsoptimal framdrift (13 år fra godkjent KS1) og skal være ferdig bygd før høyhastighetsutbyggingen kan starte. Selve byggingen av en høyhastighetsbane mellom Oslo og Trondheim kan derfor tidligst begynne i 2025.
- InterCity-strekningen Oslo-Lillehammer må bygges med dimensjonerende hastighet 250 km/t og med forbikjøringsspor hver 10. kilometer, noe som legger til rette for høyhastighetstrafikk.
- Gudbrandsdaltraseen utredes i samsvar med handlingsalternativ C. Fram til Lillehammer bruker høyhastighetstogene IC-banen.
- Østerdaltraseen utredes i samsvar med handlingsalternativ D. Fram til Tangen bruker høyhastighetstogene IC-banen.

#### *Føringer*

#### **Komplett og trinnvis utbygging**

- Entreprisene omfatter alle arbeidene som kreves for å ferdigstille en jernbanestrekning. Det inkluderer underbygning, overbygning, elektro- og signalanlegg.
- Staten er beslutningsmyndighet i planarbeidet, og statlige reguleringsplaner benyttes.
- Tidkrevende og teknisk krevende parseller eller elementer planlegges og påbegynnes først.

#### **Komplett utbygging**

- Med KU bygges de fleste parsellene ut parallelt, og gjennomføringen bør skje på kortest mulig tid.

- Lite tidkrevende parseller forskyves i forhold til hverandre for å redusere de største ressurstoppene.

### Trinnvis utbygging

- Med TU bygges begge trasealternativene fra sør til nord med jevn utbyggingstakt.
- Med TU har man en relativt detaljert byggeplan for hele strekningen i en tidlig fase, og alt areal til høyhastighetsbanen er juridisk tilgjengelig før byggingen starter.
- Med TU bør man ha en framdrift som gir jevn ressursbruk i hele byggeperioden. I utarbeidelsen av framdriftsplanene oppnås dette ved at maksimalt fire av parsellene bygges parallelt. Byggetiden kan reduseres ved å tillate at enda flere parseller bygges samtidig. En av TU sine fordeler er imidlertid at ressursbehovet aldri er veldig stort, og denne fordelene vil bli visket ut ved å tillate at for mange parseller bygges samtidig.
- For TU via Østerdalen må man bytte fra elektriske høyhastighetstog til dieseldrevne tog ved overgangen fra høyhastighetsbanen til den eksisterende Rørosbanen.

### 5.2 Parseller

I oppgaven brukes parsellinndelingen i Rambøll (2011b) sin utredning av korridor nord som grunnlag for framdriftsplanene. Jeg synes parsellinndelingen er god, og at den danner et godt utgangspunkt for arbeidet med framdriftsplanene. De viktigste tettstedene ligger ved skillet mellom to parseller, og byggetiden for parsellene varierer fra ca. tre til ca. ni år. Det sistnevnte bidrar til at utbyggingen vil være interessant for både mellomstore og store entreprenører.

For GU og OS er det kun parsellene fra henholdsvis Lillehammer og Tangen til Værnes som inkluderes i framdriftsplanene. Tabell 15 viser parsellene, som vil fungere som totalentrepriser, som inngår i trasealternativene og deres respektive lengder og byggetider. Stedsnavnene er valgt av undertegnede og er nærmeste sted ved parsellenes start og slutt.

**Tabell 15: Oversikt over parseller for Gudbrandsdaltraseen og Østerdaltraseen, inkludert lengde og byggetid (Rambøll 2011b).**

Parseller Gudbrandsdaltraseen				Parseller Østerdaltraseen			
Nummer	Navn	Lengde [km]	Byggetid [år:mnd]	Nummer	Navn	Lengde [km]	Byggetid [år:mnd]
1	Lillehammer-Tretten	14,76	8:4	1	Tangen-Øksna	44,44	4:0
2	Tretten-Ringebu	16,78	6:4	2	Øksna-Spongsvea	49,87	3:6
3	Ringebu-Haug	20,59	6:8	3	Spongsvea-Koppang	25,55	3:11
4	Haug-Moen	20,76	5:0	4	Koppang-Solfeng	24,20	5:11
5	Moen-Otta	15,15	3:4	5	Solfeng-Hardneset	32,11	4:2
6	Otta-Rindal	21,05	7:4	6	Hardneset-Tynset	33,80	6:7
7	Rindal-Dombås	20,75	6:2	7	Tynset-Kvikne	21,34	5:11
8	Dombås-Hjerkinn	26,68	8:7	8	Kvikne-Ølvatnet	36,94	3:0
9	Hjerkinn-Finnshø	19,45	8:10	9	Ølvatnet-Soknedal	29,06	4:2
10	Finnshø-Oppdal	25,10	2:11				
11	Oppdal-Brattset	31,07	4:3				
12	Brattset-Soknedal	18,13	5:1				
13 <sup>a</sup>	Soknedal-Lundamo	23,63	8:10	10	Soknedal-Lundamo	23,63	8:10
14	Lundamo-Heimdal	25,68	5:8	11	Lundamo-Heimdal	25,68	5:8
15	Heimdal-Lerkendal	10,34	7:4	12	Heimdal-Lerkendal	10,34	7:4
16	Lerkendal-Vikhammer	13,37	8:10	13	Lerkendal-Vikhammer	13,37	8:10
17	Vikhammer-Værnes	13,76	5:2	14	Vikhammer-Værnes	13,76	5:2
<b>Totalt</b>	<b>Lillehammer-Værnes</b>	<b>337,03</b>	<b>108:10</b>		<b>Tangen-Værnes</b>	<b>384,09</b>	<b>77:3</b>

<sup>a</sup> Fra Soknedal til Værnes er entreprisene de samme for begge trasealternativene.

Tabellen viser at GU og OS har henholdsvis 17 og 14 parseller. OS har flere lange parseller med en gjennomsnittslengde på 27,4 kilometer mot en gjennomsnittlig parsellengde på 19,8 kilometer for GU. Dette skyldes byggeteknisk enklere terreng via Østerdalen. Den totale lengden i Tabell 15 er ikke byggetiden totalt, men summen av byggetiden for alle entreprisene, og viser at GU har flere tidkrevende entrepriser enn OS.

Byggetiden for parsellene er i hovedsak avhengig av lengden, tunnelandelen og bruandelen på strekningen som skal bygges. Dagsoner er mye raskere å bygge, og de jernbanetekniske arbeidene kan i stor grad foregå parallelt med underbygningsarbeidene. Antall tverrslag på tunnelene avgjør om jernbaneteknisk arbeid kan foregå parallelt med utdriving av tunnelene. Byggetidene er beregnet på et overordnet plan. En grundigere vurdering av lokale forhold, og flere detaljer vedrørende blant annet massedepotier og riggområder må studeres før man kan si mer nøyaktig hvor lang anleggstiden for parsellene vil bli (Gjerde 2012).

### 5.3 Etapper ved trinnvis utbygging

I dette kapitlet vil parsellene bli fordelt på etapper. Inndelingen danner grunnlaget for framdriftsplanene med TU. Det er i hovedsak to hensyn som ligger til grunn for inndelingen. For det første bør etappene ende på steder med et visst markedsgrunnlag. For det andre bør etappene ha optimal lengde. Et av formålene med TU er å løse ut trafikantnytte så raskt som mulig, og etappene bør derfor

ikke være svært lange. Det er likevel et ønske å løse ut trafikantnytt for ende-til-ende-trafikken så raskt som mulig, og det bør derfor heller ikke være mange korte etapper. Reisetiden etter hvert som etappene står ferdig blir beregnet og presentert i kapittel 5.3.3.

### 5.3.1 Gudbrandsdaltraseen

Strekningen som skal bygges ut går fra Lillehammer til Værnes og er 337 kilometer lang. Det er mange tettsteder langs hele traseen, og Otta og Oppdal er mellomliggende stasjoner med særlig stort markedsgrunnlag. Etappeinndelingen vises i Tabell 16. Tunnelandelen er inkludert i tabellen fordi det er en avgjørende faktor for byggetiden til parsellene.

**Tabell 16: Etappeinndeling ved trinnvis utbygging for Gudbrandsdaltraseen.**

<b>Etappe</b>	<b>Parseller</b>	<b>Start [kmp]</b>	<b>Slutt [kmp]</b>	<b>Lengde [km]</b>	<b>Byggetid [år:mnd]</b>	<b>Tunnellengde [km]</b>	<b>Tunnelandel [%]</b>
1	Lilleham.-Tretten	187,65	219,18	31,54	8:4	27,07	86
	Tretten-Ringebu				6:4		
2	Ringebu-Haug	219,18	275,68	56,49	6:8	39,34	70
	Haug-Moen				5:0		
	Moen-Otta				3:4		
3	Otta-Rindal	275,68	317,47	41,80	7:4	31,45	75
	Rindal-Dombås				6:2		
4	Dombås-Hjerkinn	317,47	388,70	71,23	8:7	45,29	64
	Hjerkinn-Finnshø				8:10		
	Finnshø-Oppdal				2:11		
5	Oppdal-Brattset	388,70	437,90	49,20	4:3	19,07	39
	Brattset-Soknedal				5:1		
6	Soknedal-Lundamo	437,90	497,54	59,65	8:10	39,91	67
	Lundamo-Heimdal				5:8		
	Heimdal-Lerkendal				7:4		
7	Lerkendal-Vikham.	497,54	524,67	27,13	8:10	20,84	77
	Vikhammer-Værnes				5:2		

#### ***Etappe 1: Lillehammer-Ringebu***

Denne etappen består av to parseller og er 31,5 kilometer lang. Den tar likevel lang tid å bygge på grunn av det smale dalføre som gir høy tunnelandel. Fordi markedsgrunnlaget er lavt bør deler av Etappe 2 bygges parallelt med denne etappen.

#### ***Etappe 2: Ringebu-Otta***

Denne etappen består av tre parseller og er 56,5 kilometer lang. De to første etappene er mest tidkrevende og bør påbegynnes før den siste som går til Otta. Etappe 1 og 2 kan med dette åpne med få års mellomrom. Vinstra er et potensielt stoppested for høyhastighetsbanen, men fordi reisetiden med bil fra Vinstra til Ringebu er under 30 minutter (Gule Sider 2012) vil etter min mening flere enn én etappe på denne strekningen ikke være hensiktsmessig.

#### ***Etappe 3: Otta-Dombås***

Denne etappen består av to parseller og er 41,8 kilometer lang. I likhet med de to foregående etappene gir høy tunnelandel lang byggetid. De to totalentreprisene har tilnærmet lik utbyggingstid og bør

derfor påbegynnes tilnærmet samtidig. Ferdigstilling av etappen vil gi et raskt reisetilbud fra Møre og Romsdal (Åndalsnes) til Oslo via Raumabanen og dermed øke passasjergrunnlaget.

#### ***Etappe 4: Dombås-Oppdal***

Denne etappen består av tre parseller og er 71,2 kilometer lang. Lite markedsgrunnlag mellom Dombås og Oppdal gjør gevinsten av å dele opp strekningen i flere etapper liten. Den store lengden og det bratte terrenget opp til Dovrefjell gjør utbyggingstiden for de to første parsellene tre ganger så lang som for den siste, til tross for ca. like lengder. De to første etappene bør derfor påbegynnes i god tid før den siste fram til Oppdal.

#### ***Etappe 5: Oppdal-Soknedal***

Etappen er 49,2 kilometer lang og består av to parseller med relativt lik byggetid. Etappen har lavest tunnelandel for dette trasealternativet og kan bygges på ca. fem år.

#### ***Etappe 6: Soknedal-Lerkendal***

Dette er en 60 kilometer lang etappe med tre parseller og lang byggetid. Etappen bør derfor bygges parallelt med etappe 5. Ferdigstillingen av denne etappen vil fullføre utbyggingen av høyhastighetsbanen mellom Oslo og Trondheim og gi reisetid mellom byene på 2 timer og 58 minutter (Jernbaneverket, Railconsult AS 2012b).

#### ***Etappe 7: Lerkendal-Værnes***

Den siste etappen er kun 27 kilometer lang, men de to etappene vil likevel ta nesten ni år å bygge. Det vil være formålstjenlig å fullføre høyhastighetstraseen til Trondheim før denne etappen påbegynnes, byggingen trenger derfor ikke nødvendigvis å overlape med fullføringen av etappe 6.

### **5.3.2 Østerdaltraseen**

Banen som skal bygges ut for dette alternativet er 384 kilometer lang og går fra Tangen til Trondheim. Det er færre tettsteder og mindre markedsgrunnlag langs traseen enn for GU og tunnelandelen er betraktelig lavere. Dette legger grunnlag for færre og lengre etapper (Tabell 17).

**Tabell 17: Etappeinndeling ved trinnvis utbygging av Østerdaltraseen.**

<b>Etappe</b>	<b>Parseller</b>	<b>Start [kmp]</b>	<b>Slutt [kmp]</b>	<b>Lengde [km]</b>	<b>Byggetid [år:mnd]</b>	<b>Tunnel- lengde [km]</b>	<b>Tunnel- andel [%]</b>
1	Tangen-Øksna				4:0		
	Øksna-Spongsvea	98,85	218,71	119,85	3:6	23,41	20
	Spongsvea-Koppang				3:11		
2	Koppang-Solfeng				5:11		
	Solfeng-Hardneset	218,71	308,82	90,12	4:2	38,06	42
	Hardneset-Tynset				6:7		
3	Tynset-Kvikne				5:11		
	Kvikne-Ølvatnet	308,82	396,17	87,35	3:0	34,42	39
	Ølvatnet-Soknedal				4:2		
4	Soknedal-Lundamo				8:10		
	Lundamo-Heimdal	396,17	455,81	59,65	5:8	39,91	67
	Heimdal-Lerkendal				7:4		
5	Lerkendal-Vikhammer	455,81	482,94	27,13	8:10	20,84	77
	Vikhammer-Værnes				5:2		



### ***Etappe 1: Tangen til Koppang***

Den første etappen er 120 kilometer lang og består av tre parseller med byggetid på mellom tre og fire år. At etappen både er lengst og har kortest byggetid gjør at ferdigstilling av etappen raskt vil bidra til betraktelig kortere reisetid mellom Oslo og Trondheim. Dette er også grunnen til at Rena ikke fungerer som et etappeskille. Etter min mening bør Rena likevel være stoppested fordi Rena Leir med om lag 2000 soldater er lokalisert her (Forsvaret 2012).

### ***Etappe 2: Koppang-Tynset***

Denne etappen er 30 kilometer kortere enn den første og består av tre parseller. En høyere tunnelandel enn etappe 1 medfører en byggetid på nesten sju år. Tynset bidrar mest til underveistrafikk, og reisende fra Tynset vil kunne nå Oslo på litt over 1 time og 30 minutter. Reisetiden på hele strekningen vil bli vesentlig redusert, men vil fortsatt være relativt høy på grunn av den lange strekningen med eksisterende bane via Røros.

### ***Etappe 3: Tynset-Soknedal***

Denne etappen er som den forrige ca. 90 kilometer lang og består av tre parseller. Byggetiden er nesten seks år. Den lengste parsellen bør påbegynnes samtidig som etappe 2 bygges, for raskest mulig å kunne ta i bruk etappen. Ved fullføringen av denne etappen vil reisetiden mellom Oslo og Trondheim bli betydelig redusert fordi man ikke lenger vil være avhengig av å bruke Rørosbanen.

### ***Etappe 4 og 5: Soknedal-Lerkendal og Lerkendal-Værnes***

Se kapittel 5.3.1 Gudbrandsdaltraseen.

## **5.3.3 Reisetider ved trinnvis utbygging**

Reisetiden vil forandre seg ettersom etappene åpnes for høyhastighetstrafikk. Tabell 18 og Tabell 19 viser tilnærmet nøyaktig reisetid etter hvert som etappene står ferdig.

**Tabell 18: Reisetider mellom Oslo og Trondheim via Gudbrandsdalen etterhvert som etappene åpnes for trafikk.**

Høyhastighetsbane til	Eksisterende bane [km]	Høyhastighetsbane [km]	Reisetid <sup>a</sup> eksisterende bane [t:min]	Reisetid <sup>b</sup> høyhastighetsbane [t:min]	Total reisetid [t:min]
Ingen	552,9	0,0	6:36	0:00	6:36
Lillehammer <sup>c</sup>	368,4	187,7	4:30	1:23	5:53
Ringebu	310,3	219,2	3:46	1:18	5:04
Otta	255,6	275,7	3:06	1:38	4:44
Dombås	209,8	317,5	2:35	1:53	4:28
Oppdal	123,6	388,8	1:37	2:19	3:56
Soknedal	39,2	438,0	0:57	2:37	3:34
Lerkendal	0,0	497,6	0:00	2:58	2:58

<sup>a</sup> Tidene er basert på dagens reisetider med NSB sine regiontog.

<sup>b</sup> Tidene er basert på en hastighet som tilsvarer gjennomsnittsfarten når hele strekningen er ferdig.

<sup>c</sup> Reisetid når InterCity-triangelet står ferdig

Tabellen viser at reisetiden vil bli redusert mest ved ferdigstillingen av IC-prosjektet mellom Oslo og Lillehammer, og åpningen av etappen mellom Lillehammer og Ringebu. Når reisetidene reduseres, vil bestemmes av framdriftsplanene.

**Tabell 19: Reisetider mellom Oslo og Trondheim via Østerdalen etterhvert som etappene åpnes for trafikk.**

Høyhastighetsbane til	Eksisterende bane [km]	Høyhastighetsbane [km]	Reisetid <sup>a</sup> eksisterende bane [t:min]	Reisetid <sup>b</sup> høyhastighetsbane [t:min]	Total reisetid [t:min]
Ingen	549,6	0,0	7:12	0:00	7:12
Tangen <sup>c</sup>	423,3	118,0	5:49	0:52	6:41
Koppang	302,8	218,7	3:37	1:13	4:50
Tynset	201,8	308,8	2:25	1:35	4:00
Soknedal	39,2	396,2	0:57	1:56	2:53
Lerkendal	0,0	455,9	0:00	2:11	2:11

<sup>a</sup> Tidene er basert på dagens reisetider med NSB sine regiontog, uten togbytte på Hamar og Røros.

<sup>b</sup> Tidene er basert på en hastighet som tilsvarer gjennomsnittsfarten når hele strekningen er ferdig.

<sup>c</sup> Reisetid når InterCity-triangelet står ferdig, togene bruker IC-traseen til Hamar, og deretter Rørosbanen.

Vi ser at alle etappene, med unntak av ferdigstillingen av IC-prosjektet, reduserer reisetiden med minst ca. én time. Den største reduksjonen i reisetid på nesten to timer, oppnås etter at den 120 kilometer lange etappen mellom Tangen og Koppang er ferdig, fordi man blant annet slipper å kjøre via Hamar. Reduksjonen i reisetid er også stor da Tynset-Soknedal er ferdig, fordi persontrafikken da er uavhengig av Rørosbanen. Reisetidene reduseres raskere for OS fordi gjennomsnittshastigheten på denne høyhastighetsbanen vil være høyere enn for GU.

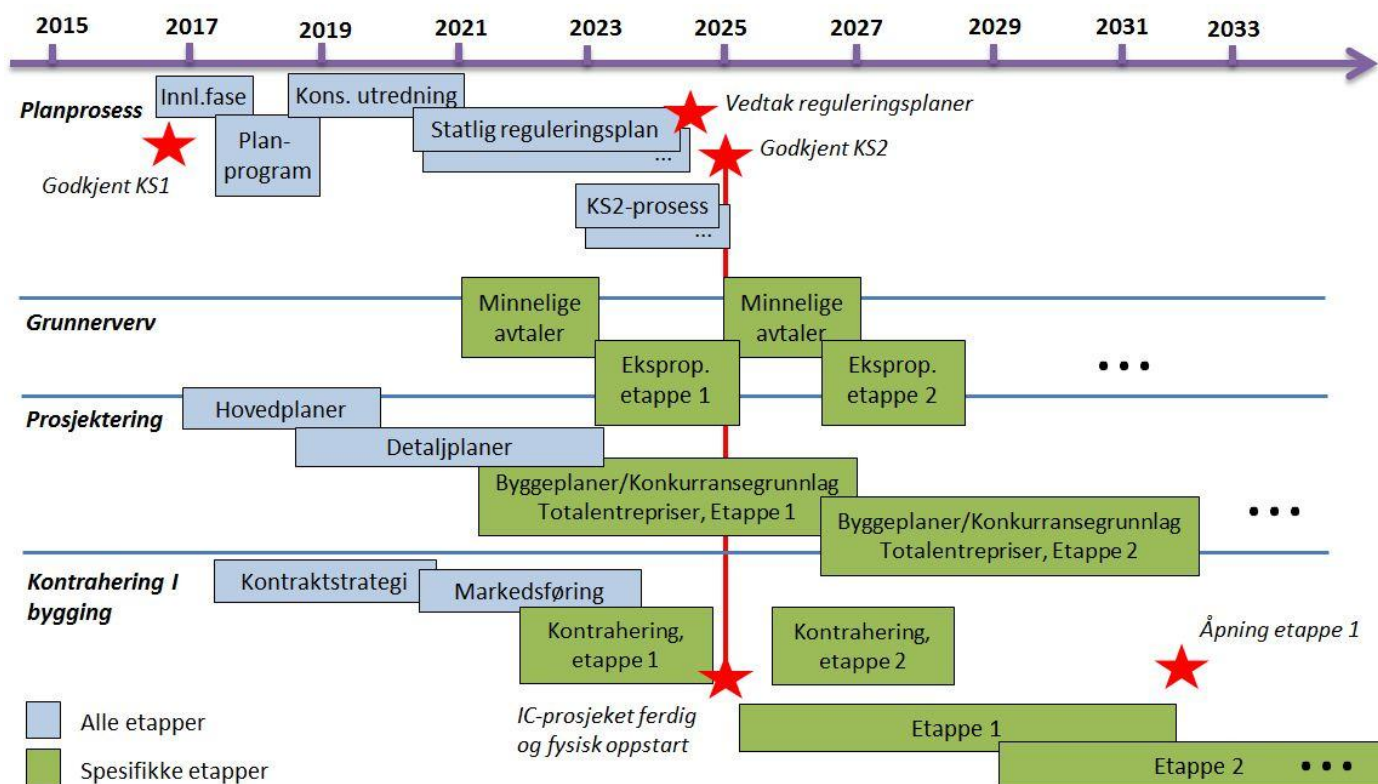
## 5.4 Framdriftsplaner for trinnvis utbygging

I dette kapitlet presenteres framdriftsplaner for planlegging og bygging av en høyhastighetsbane mellom Oslo og Trondheim for GU og OS, med TU. Planleggingen blir omtalt separat for hver utbyggingstrategi, men ikke for hvert trasealternativ.

En av forutsetningene er at man tidligst kan begynnes å bygge når IC-strekningen forutsettes ferdigstilt i 2025. Jeg har valgt å bruke reelle årstall i framdriftsplanene med 2025 som utgangspunkt, for å skape ett mer håndfast forhold til tidsbruken for høyhastighetsbaneprosjektet. På grunn av dette kan derfor tidsbruken virke noe mer eksakt enn hva detaljeringsgraden tilsier.

### 5.4.1 Planlegging

I denne delen er planleggingen for TU beskrevet. Det vil sannsynligvis være litt forskjellig planleggingstid for de to trasealternativene, men fordi detaljeringsnivået er såpass lavt vil framdriften for planleggingen av GU og OS presenteres under ett i denne oppgaven. Figur 12 viser tidsskjema for TU fra godkjent KS1 til åpning av første etappe.



Figur 12: Framdriftsplan for trinnvis utbygging fra godkjent KS1 til åpning av første etappe.

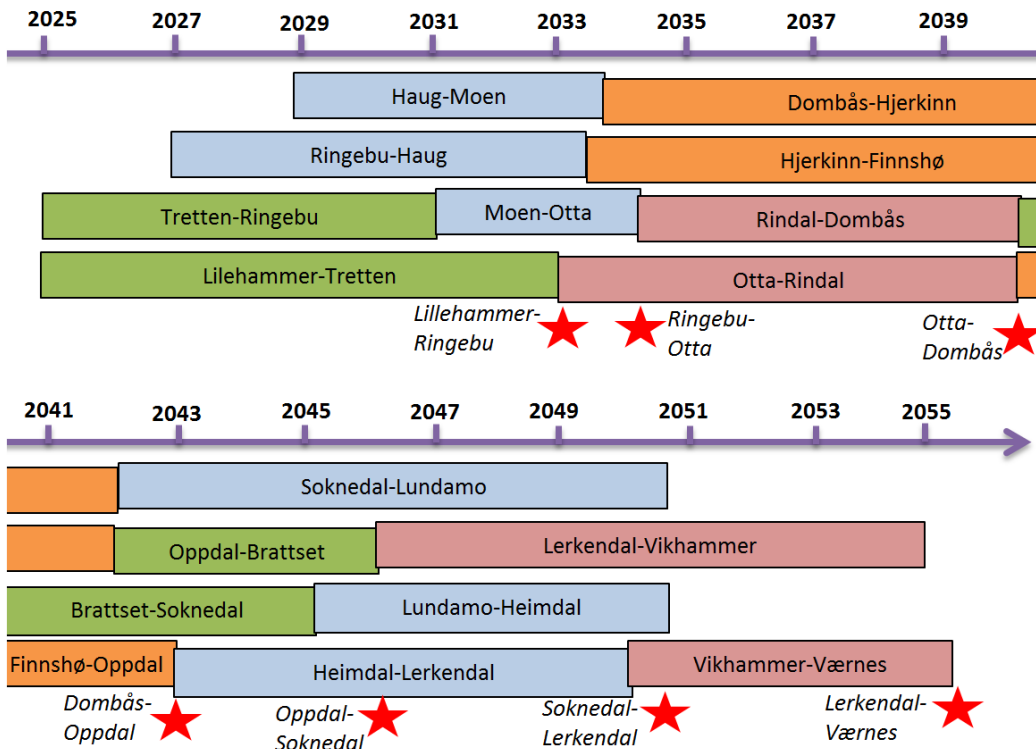
Figuren viser at planleggingen av GU og OS med TU vil ta ca. 8 år. Med forutsetningen om fysisk oppstart i 2025, må planleggingen derfor starte i 2017. Tidsbruken på de forskjellige aktivitetene er bestemt ved en sammenlikning av omfanget av IC-prosjektet og et høyhastighetsprosjekt for Oslo-Trondheim.

De blå aktivitetene berører alle etappene og er gjennomført før fysisk oppstart, med unntak av reguleringsplanene som kan utarbeides etter hvert som etappene står ferdig. De grønne aktivitetene, som byggeplaner og selve byggingen, er etappespesifikke og gjøres kontinuerlig gjennom hele utbyggingen med noe overlappning. Muligheten til å prosjektere byggeplaner underveis bidrar til å redusere ressursbehovet i planleggingsperioden.

#### 5.4.2 Bygging av Gudbrandsdaltraseen

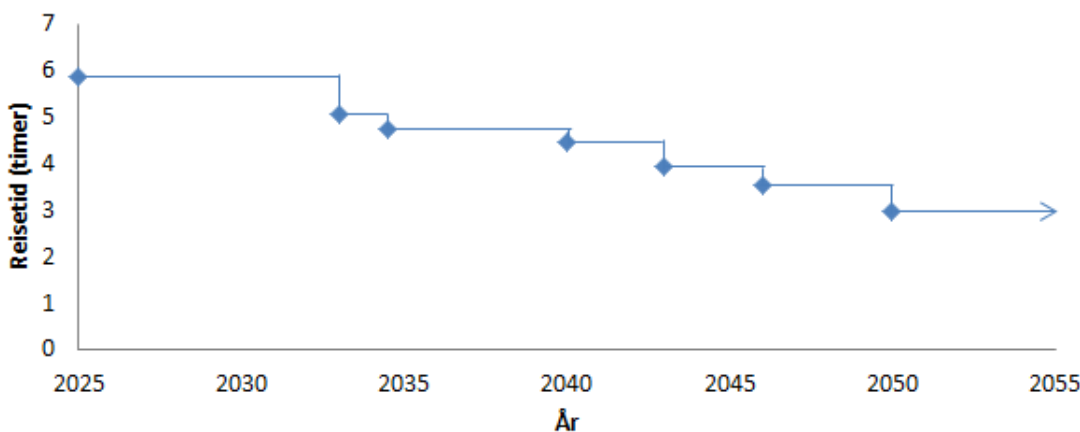
Byggeplanene for parsellene som inngår i etappen mellom Lillehammer og Ringebu skal være ferdig innen 2025, slik at byggingen av de første totalentreprisene kan starte. Figur 13 viser framdriften i utbyggingen og når de syv etappene åpner for trafikk. Byggingen er organisert på bakgrunn av føringene i starten av kapitlet og vurderingene gjort under etappeinndelingen. Det vil ta ca. 25,5 år å bygge høyhastighetsbane fra Oslo til Trondheim, og med unntak av helt i begynnelsen vil det bygges fire parseller samtidig i hele denne perioden fram til 2050. Den siste etappen mellom Lerkendal og Værnes vil åpnes for trafikk i 2055.

Det er et bevisst valg at aktiviteten er lavere i begynnelsen og slutten av byggeperioden. Det bidrar til at byggherreorganisasjonen kan bygge seg gradvis opp med nye ansettelsesforhold og arbeidsplasser, og gradvis ned gjennom flytting av ansatte til andre prosjekter og annen allokering av ressurser.



Figur 13: Framdriftsplan for trinnvis utbygging av Gudbrandsdaltraseen med tidspunkt for åpning av etappene.

De to første etappene åpnes med kun 1,5 års mellomrom slik at reisetiden i 2034 vil være 4 timer og 45 minutter. Deretter bygges etappen fra Otta til Dombås stort sett parallelt med etappen over Dovrefjell til Oppdal. Reisetiden blir kun redusert med ca. ett kvarter ved åpning av førstnevnte etappe, men etter ferdigstillingen av etappen til Oppdal i 2043 vil man for første gang kunne kjøre tog mellom Oslo og Trondheim på under 4 timer. Sent i 2050 vil den siste etappen fram til Lerkendal i Trondheim åpnes for trafikk, og reisetiden mellom Oslo og Trondheim vil være 2 timer og 58 minutter. Figur 14 viser hvordan reisetiden reduseres i løpet av byggetiden.

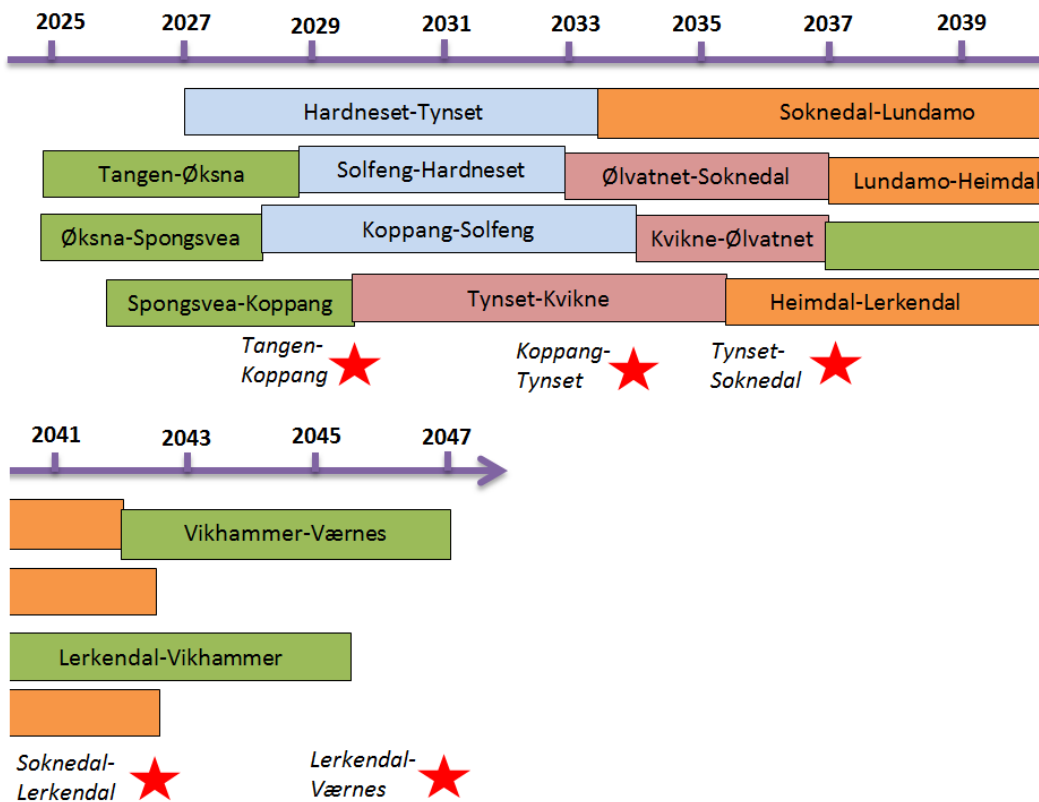


Figur 14: Diagrammet viser hvordan reisetiden reduseres i løpet av trinnvis utbygging av Gudbrandsdaltraseen.

### 5.4.3 Bygging av Østerdaltraseen

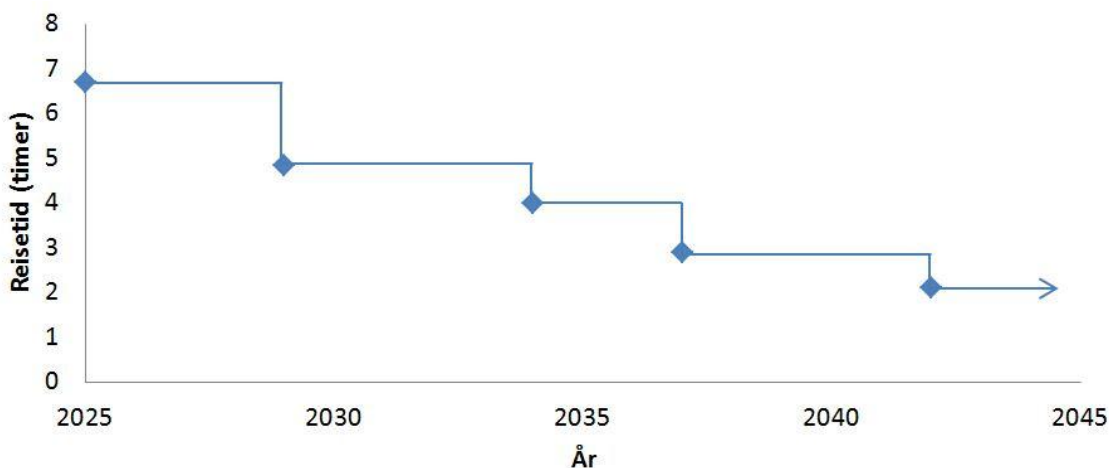
Den trinnvis utbyggingen av Østerdaltraseen planlegges også med byggestart i 2025. Figur 15 viser framdriften i utbyggingen og når etappene åpnes for trafikk. Byggingen av hele strekningen fra

Tangen til Trondheim vil ta ca. 17,5 år og vil kunne åpne i sin helhet i 2042. Fullføringen av høyhastighetsbanen fram til Værnes vil ta ytterligere fem år.



Figur 15: Framdriftsplan for trinnvis utbygging av Østerdaltraseen med tidspunkt for åpning av etappene.

De to første etappene er lange med relativt rask utbyggingstid. Dette gjør at man i 2034 vil ha høyhastighetsbane fram til Tynset og reisetid mellom Oslo og Trondheim på 4 timer. Den tidkrevende parsellen mellom Tynset og Kvikne påbegynnes allerede i 2029, slik at høyhastighetsbanen er uavhengig av togbytte og dieseltog via Rørosbanen i 2037. Reisetiden totalt blir 2 timer og 54 minutter. Hele strekningen fram til Trondheim står ferdig i 2042, og man kan da reise med tog mellom Oslo og Trondheim på 2 timer og 11 minutter. Figur 16 viser reisetidsreduksjonen seg i løpet av byggetiden.



Figur 16: Diagrammet viser hvordan reisetiden reduseres i løpet trinnvis utbygging av Østerdaltraseen.

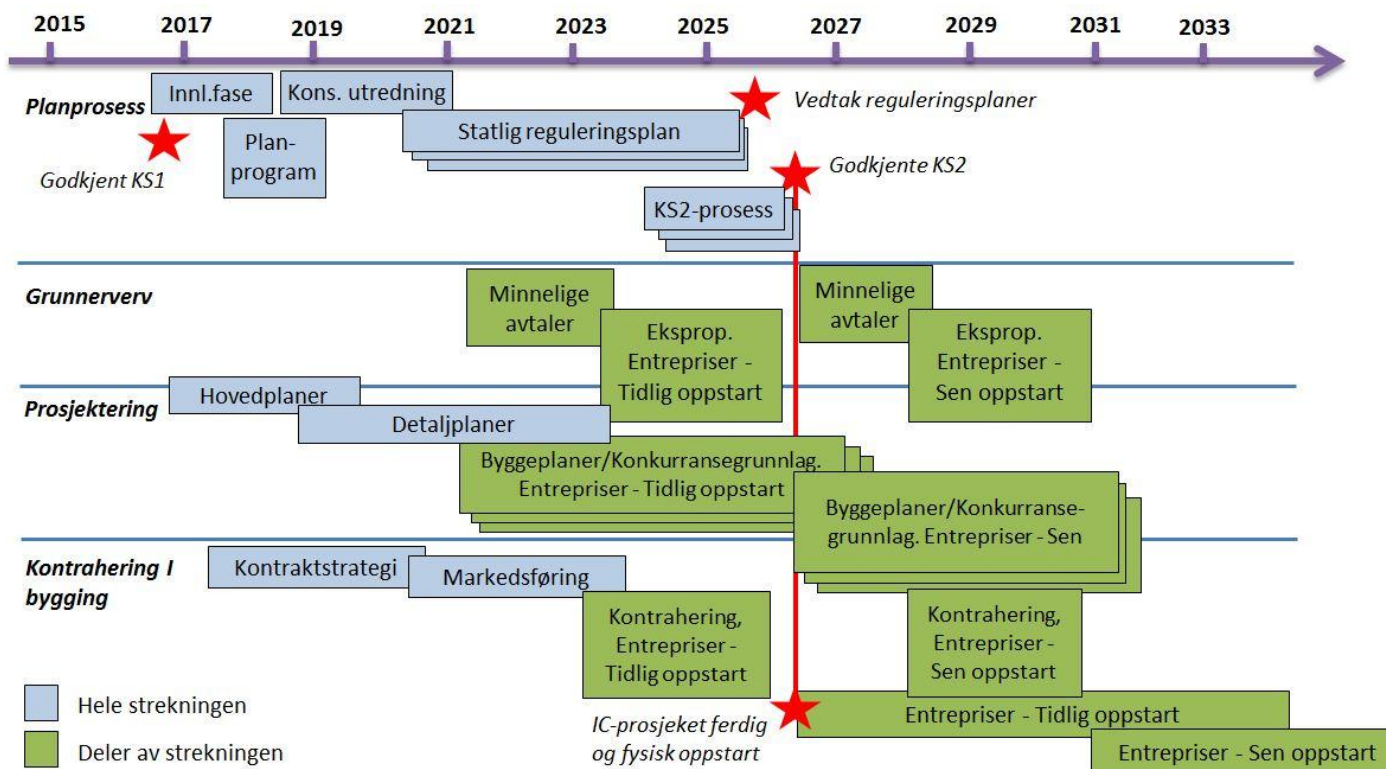
#### 5.4.4 Gjennomføringstid

Begge trasealternativene har en beregnet planleggingstid på åtte år. Det vil si at den totale utbyggingstiden for GU med 25,5 års byggetid, blir 33,5 år. OS med 17,5 års byggetid, får en total utbyggingstid på 25,5 år. Med fysisk oppstart i 2025 kan hele strekningen med trasealternativ GU og OS henholdsvis åpne i 2042 og 2050.

### 5.5 Framdriftsplaner for komplett utbygging

#### 5.5.1 Planlegging

Planleggingsfasen for KU vil være mer intensiv enn for TU, fordi alle parsellene skal bygges tilnærmet samtidig. Dette bidrar til at alle reguleringsplanene må vedtas og alle byggeplanene på prosjekteres i løpet av få år. Det krever større rådgiverkapasitet, men man må også regne med at planleggingstiden blir lengre fordi alle planene skal samordnes og fordi manglende kapasitet kan hindre framdriften i enkelte perioder. Figur 17 viser planlegging av en høyhastighetsbane mellom Oslo og Trondheim med komplett utbygging for begge trasealternativene.



Figur 17: Framdriftsplan for komplett utbygging fra godkjent KS1 til fysisk oppstart.

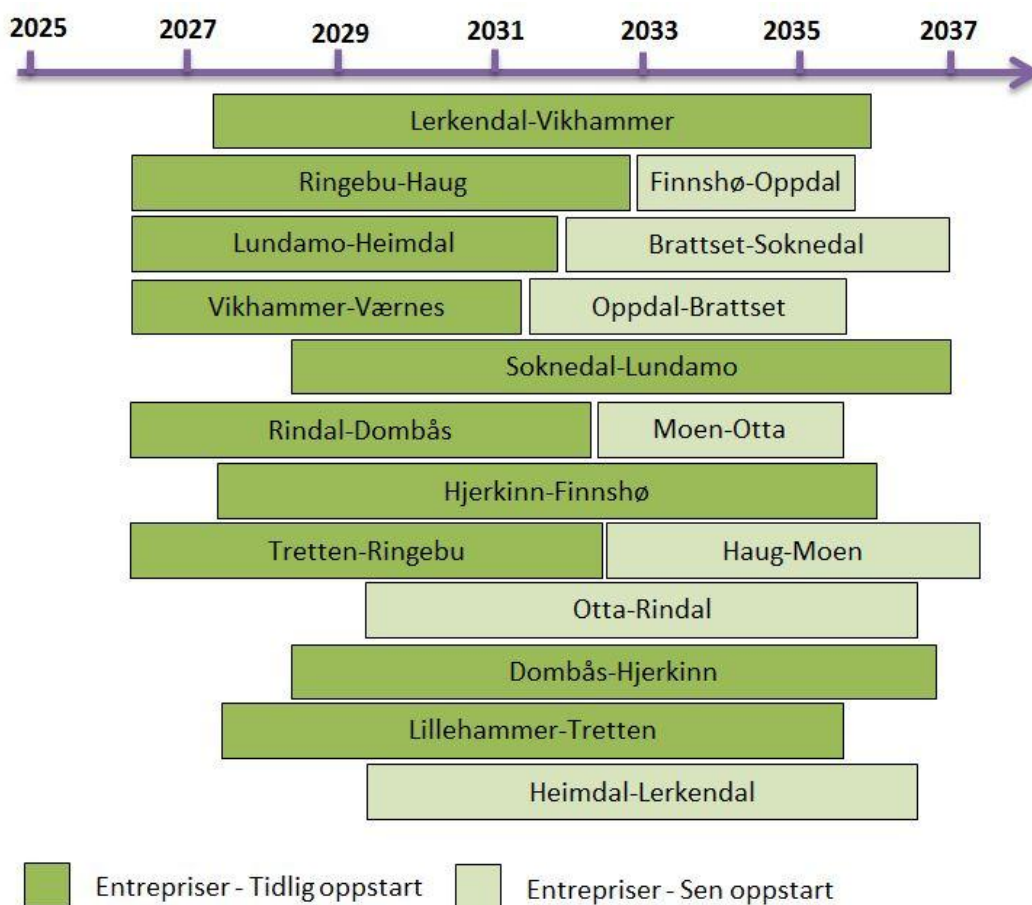
Figur 17 viser at det blir en planleggingstid ca. på 9,5 år fra godkjent KS1 til fysisk oppstart. De grønne aktivitetene gjelder ikke alle parsellene, fordi det i framdriften for byggingen skilles mellom sene og tidlige entrepriser. For å unngå svært store ressurstoppe vil korte entrepriser bli bygget etter hverandre, slik at deres totale byggetid tilsvarer de mest tidkrevende på hele strekningen. Jeg forutsetter at planleggingen med KU tidligst kan starte samtidig som for TU, og dermed at byggingen tidligst kan starte i løpet av 2026.



Det er mindre overlapping mellom prosjektering av byggeplanene og selve byggingen ved KU enn for TU, fordi mange flere parseller bygges samtidig. Aktivitetene som omfatter de sene entreprisene, er kortere fordi de mest komplekse og tidkrevende etappene planlegges og bygges først.

### 5.5.2 Bygging av Gudbrandsdaltraseen

Gudbrandsdaltraseen består av 17 parseller, og en raskest mulig framdrift oppnås hvis alle disse bygges samtidig. Det er av ressursbehov ikke ønskelig, og for å unngå dette er byggetiden utvidet fra den raskest mulige framdriften på ca. 9 år, til ca. 11,5 år. Figur 18 viser min foreslåtte framdrift for byggingen av GU.



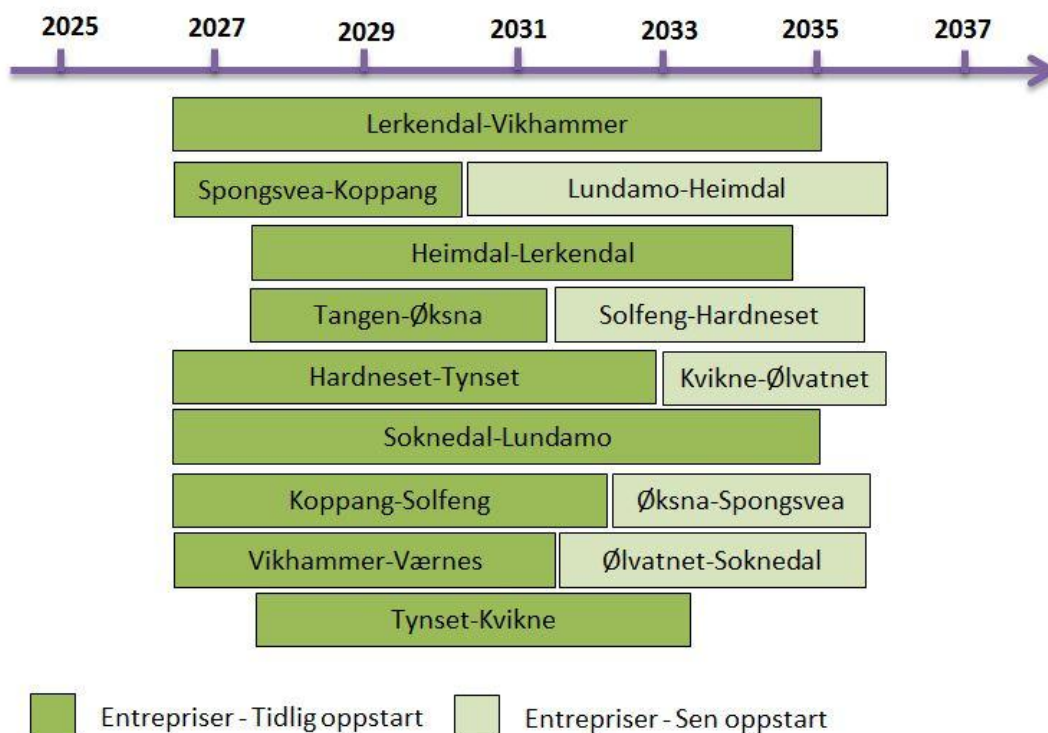
Figur 18: Framdriftsplan for komplett utbygging av Gudbrandsdaltraseen.

Byggestarten for parsellene er forskjøvet med ett og ett år. De fem første påbegynnes i 2026 og deretter påbegynnes to og to parseller med ett års mellomrom fram til 2029. De minst tidkrevende etappene (lyse grønne) bygges til slutt. En slik fordeling gjør at den mest hektiske byggeperioden vil være fra 2029 til 2036 da 12 parseller bygges samtidig.

Med denne framdriften vil en høyhastighetsbane via Gudbrandsdalen kunne åpnes for trafikk i slutten av 2037.

### 5.5.3 Bygging av Østerdaltraseen

Østerdaltraseen består av 14 parseller. Byggetiden er utvidet med 9 måneder, til ca 9,5 år, for å redusere størrelsen på ressurstoppe. Figur 19 viser framdriften for komplett utbygging av OS.



**Figur 19: Framdriftsplan for komplett utbygging av Østerdaltraseen.**

De seks første parsellene påbegynnes sommeren 2026, ett år senere starter byggingen av ytterligere tre parseller, og mellom 2030 og 2033 starter byggingen av de resterende parsellene. Denne framdriftsplanen innebærer at maksimalt ni parseller bygges samtidig, og ressurstoppene er derfor lavere enn for GU, der 12 parseller er planlagt bygd parallelt.

Med denne framdriften vil en høyhastighetsbane via Østerdalen kunne åpnes for trafikk i begynnelsen av 2036.

#### 5.5.4 Gjennomføringstid

Begge trasealternativene har en beregnet planleggingstid på 9,5 år. Det vil si at den totale utbyggingstiden for GU med 11,5 års byggetid, blir 21 år. OS med ca. 9,5 års byggetid, får en total utbyggingstid på ca. 19 år. Med fysisk oppstart i 2025 kan derfor hele strekningen med trasealternativ GU og OS henholdsvis åpne sent i 2037 og tidlig i 2036.



## Kapittel 6 Diskusjon og anbefaling

I dette kapitlet vil først de ulike utbyggingsstrategiene bli drøftet for hver trase i forhold til målsettingen og hypotesen i Kapittel 1 (Figur 20). Etter at den beste strategien for hver trase er valgt, vil det bli drøftet hvilken trase med tilhørende utbyggingsstrategi som bør bygges for å oppnå en effektiv utbyggingstakt. Til slutt vil det bli anbefalt én høyhastighetstrase, samt oppsummert hvilke konsekvenser inkludert fordeler og utfordringer dette valget fører med seg.



Figur 20: Hoved- og underhypoteser fra målsettingen i kapittel 1.

De gule hypotesene i Figur 20 er utredet og drøftet i tidligere kapitler. I Kapittel 4 ble det, av hensyn til regional utvikling og reiseetterspørsel, konkludert med at det ved TU er mest hensiktsmessig å bygge ut fra sør til nord for både GU og OS.

I Kapittel 5 ble utbyggingstiden estimert på bakgrunn av utbyggingsrekkefølgen for TU, og andre føringer og forutsetninger satt av undertegnede. TU og KU via Gudbrandsdalen vil henholdsvis gi ferdig utbygd høyhastighetsbane mellom Oslo og Trondheim i 2050 og 2037, mens TU og KU via Østerdalen henholdsvis vil gi et fullt utbygd høyhastighetstilbud på samme strekning i 2042 og 2036. Det er altså traseavhengig hvor mye lenger tid det vil ta å bygge ut med TU enn med KU.

### 6.1 Utbyggingsstrategi for trasealternativene

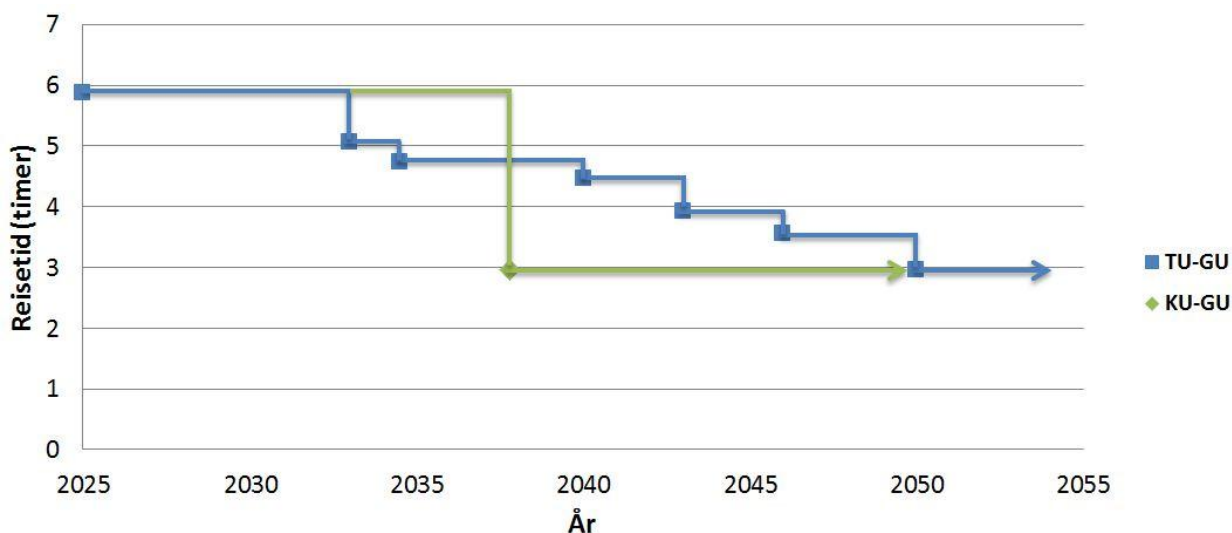
De prinsipielle forskjellene på KU og TU ble beskrevet i Kapittel 4. Den ønskelige og resultatmessige forskjellen er at trafikantnytte blir løst ut raskere med TU enn KU. Det er derimot vanskelig å finne brutto forskjell i trafikantnytte i kroneverdi uten grundig analyse av etterspørselen med varierende reisetider. Den beste tilnærmingen vil være å sammenlikne reisetiden mellom Oslo og Trondheim i løpet av utbyggingstiden for de fire alternativene som er utredet, det vil si trinnvis og komplett utbygging av Gudbrandsdaltraseen (TU-GU og KU-GU), og trinnvis og komplett utbygging av Østerdaltraseen (TU-OS og KU-OS).

I tillegg til drøfting av TU og KU i forhold til reisetidsutvikling, vil utbyggings- og trasealternativene bli drøftet i forhold til følgende punkter som ble presentert i Kapittel 1:

- Kapasitetsbehov i forhold til ressurstilgang
- Kapitalbehov i forhold til kapitaltilgang og finansieringsmetode
- Regional utvikling og regionforstørring

### 6.1.1 Gudbrandsdaltraseen

Reisetiden er den samme for begge utbyggingsalternativene fram til 2033, og etter 2050 (Figur 21). I løpet av de 17 årene reisetiden er forskjellig, gir TU raskest reisetid de første 5 årene, deretter gir KU raskest reisetid fram til 2050.



Figur 21: Sammenlikning av reisetiden mellom 2025 og 2055 med trinnvis (TU-GU) og komplett utbygging (KU-GU) av Oslo-Trondheim via Gudbrandsdalen.

I de 5 årene TU gir raskest reisetid er tidsbesparelsen på hele strekningen om lag én time, det vil si ca. 5 timer framfor ca. 6 timer. Analyser viser imidlertid at høyhastighetstog først får en betydelig markedsandel på denne type strekning dersom reisetiden nærmer seg tre timer eller er lavere (Econ Pöyry 2008). Til tross for at denne sparte timen skaper trafikantnytte, vil den derfor trolig ikke gi en høy gevinst fordi majoriteten fremdeles vil reise med fly på strekningen. Det er først da hele strekningen via Gudbrandsdalen står ferdig at markedsandelen på tog vil være dominerende. Etter min mening er det derfor andre effekter enn reisetiden på strekningen totalt, som kan vippe valget av utbyggingsstrategi mot TU.

Behovet for entreprenører, arbeidskraft og maskiner vil være stort ved høyhastighetsutbygging, uavhengig av trase og utbyggingsalternativ. TU og KU vil likevel kreve ulik mengde årlige ressurser (Tabell 20) fordi utbyggingstiden er forskjellig.

Tabell 20: Trinnvis og komplett utbygging av Gudbrandsdaltraseen (KU-GU og TU-GU) sitt årlige gjennomsnittlige ressursbehov i millioner kroner i forhold til nasjonal anleggsvirksomhet i 2011.

Utbyggingsalternativ	KU-GU	TU-GU
Total investeringskostnad <sup>a</sup> (MNOK)	131 555	131 555
Byggetid (år)	11,5	25,5
Årlig gjennomsnittlig investeringskostnad (MNOK)	11 440	5 159
<b>Andel av total anleggsvirksomhet i 2011 <sup>b</sup></b>	<b>31 %</b>	<b>14 %</b>
<b>Andel av anleggsvirksomhet innen veg og jernbane i 2011 <sup>c</sup></b>	<b>48 %</b>	<b>22 %</b>

<sup>a</sup> Investeringskostnaden fra Tabell 11, ekskludert kostnaden for de 75 kilometerne der IC-strekningen brukes

<sup>b</sup> Total nasjonal anleggsvirksomhet i 2011 var 36 774 MNOK (SSB 2012).

<sup>c</sup> Total nasjonal anleggsvirksomhet innen veg og jernbane i 2011 var 23 704 MNOK (SSB 2012).

Tabell 20 viser at den årlige investeringskostnaden for KU-GU utgjør 48 % av den nasjonale omsetningen i anleggsarbeid innen veg og jernbane i 2011 (SSB 2012). For TU er tallet 26 prosentpoeng lavere. Det vil være en stor utfordring å dekke et slikt behov, med tanke på at disse nesten 50 prosentene vil komme i tillegg til utgifter til vedlikehold av annen infrastruktur og annen nødvendig utbygging innenfor veg og jernbane. Ressursbehovet til høyhastighetsbaneutbyggingen vil i hovedsak komme «i tillegg», fordi det virker urimelig at all annen virksomhet innen veg og jernbane må vike under hele utbyggingen, og i likhet med planene for IC-prosjektet, vil utbyggingen derfor sannsynligvis gå utenom ordinær budsjettering. Den mye lavere årlige investeringskostnaden gjør at TU bør velges i forhold til beslutning på ressurser. På den annen side kan sannsynligvis en offensiv bruk av internasjonale entreprenører heller ikke unngås ved TU, sett i lys av utbygging av et helt høyhastighetsbanenett.

De to første etappene til Ringebru og Otta vil stå ferdig før hele strekningen vil stå ferdig med KU. Til tross for at dette ikke gir avgjørende utslag på reisetiden totalt, vil det gi effekter for regional utvikling. Med TU vil reisetiden fra Otta til Oslo vil være på ca. 1 time og 40 minutter fra 2032 til 2037 framfor 2 timer og 50 minutter med KU. Dermed vil befolkningspresset på Oslo raskere bli redusert, samtidig som man kan forvente tidligere befolkningsvekst og næringslivsutvikling i Gudbrandsdalen.

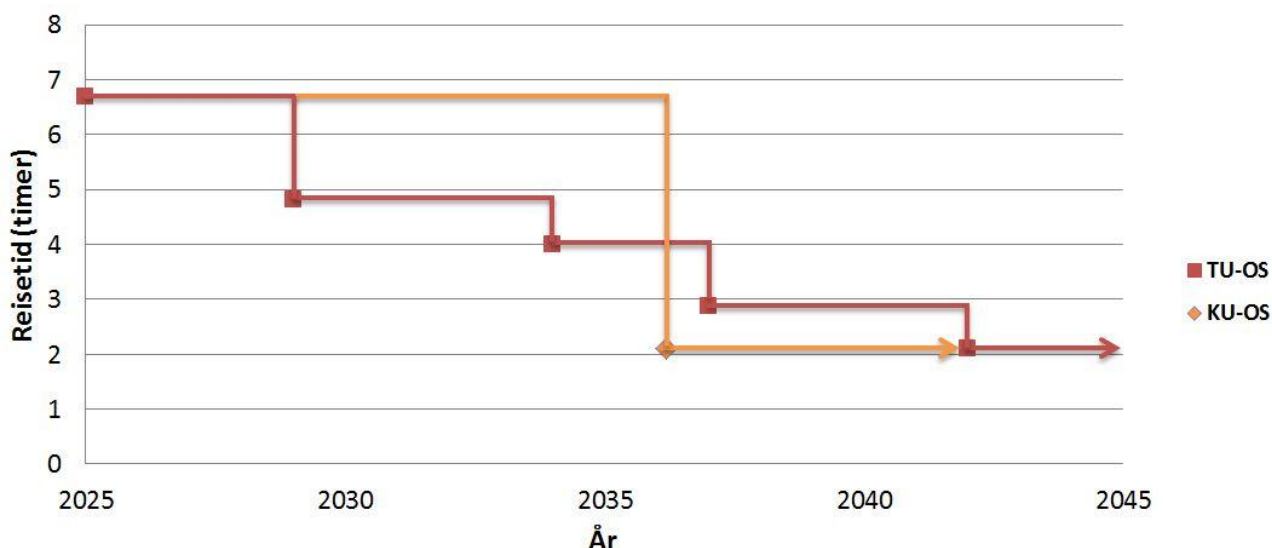
Trondheimsregionene vil i lys av regional utvikling og regionforstørring gagnes tidligere med KU enn med TU. Fordi utbyggingen vil skje fra sør til nord, vil den trinnvise og tidkrevende utbyggingen ikke gi store regionale effekter i Trøndelagsfylkene før nærmere 2050.

Det trinnvise utbyggingsalternativet kunne ha blitt delt inn i færre etapper og dermed gitt raskere ferdigstilling av hele strekningen. Det ville derimot ha gitt en økning i antall parallelt pågående parseller og ført utbyggingen i retning av KU. Fordelene ved TU ville derfor ha blitt redusert, uten at man ville ha maksimert nytten av en rask utbyggingsstrategi, som for KU.

Trinnvis utbygging gir ikke en like stor gevinst, i form av tidlig trafikanntnytte, som ønsket. Jeg mener derfor at KU vil være den beste utbyggingsstrategien for GU. Tidligere regionale effekter i Østlandsområdet og én times raskere reisetid i ca. 5 år, kan ikke forsvare at hele gevinsten av ende-til-ende-trafikk bli forsinket med 12 år med TU. I tillegg vil regionale effekter i Trondheimsregionen oppnås 10-15 år tidligere med KU. At GU er lang med mange tidkrevende parseller, er avgjørende for at KU vil være den beste utbyggingsstrategien. Med denne anbefalingen vil det høye årlige ressursbehovet utgjøre store utfordringer.

### **6.1.2 Østerdaltraseen**

Reisetiden er forskjellig for utbyggingsalternativene i de 13 årene fra og med 2029 til 2042 (Figur 22). I de første 4 av disse årene er reisetiden på hele strekningen 1 time og 50 minutter og de neste 3 2 timer og 40 minutter raskere for TU enn for KU. I de siste 6 årene fram til 2042 vil reisetiden være en snau time raskere for KU.



Figur 22: Sammenlikning av reisetiden mellom 2025 og 2045 med trinnvis (TU-OS) og komplett utbygging (KU-OS) av Oslo-Trondheim via Østerdalen.

Gevinsten av TU er uten tvil større for OS enn for GU. Forholdene ligger til rette for rask utbygging av tidlige etapper noe som gir rask reduksjon i reisetiden totalt mellom Oslo og Trondheim. I tillegg er reisetiden med TU på under tre timer i de årene da KU gir raskest reisetid, noe som betyr at markedsandelen av de reisende vil være stor uansett. Det bør nevnes at reisetiden i diagrammet er noe misvisende de første årene fra 2025, fordi Dovrebanen vil gi raskere reisetid mellom Oslo og Trondheim helt til etappen til Koppang åpnes for trafikk.

Østerdaltraseen vil i likhet med GU, kreve ulikt ressursbehov avhengig av om utbyggingen skjer trinnvis eller komplett (Tabell 21).

Tabell 21: Trinnvis og komplett utbygging av Østerdaltraseen (KU-OS og TU-OS) sitt årlige gjennomsnittlige ressursbehov i millioner kroner, i forhold til nasjonal anleggsvirksomhet i 2011.

Utbyggingsalternativ	KU-OS	TU-OS
Total investeringskostnad (MNOK)	121 580	121 580
Byggetid (år)	9.5	17.5
Årlig gjennomsnittlig investeringskostnad (MNOK)	12 798	6 947
<b>Andel av total anleggsvirksomhet i 2011</b>	<b>35 %</b>	<b>19 %</b>
<b>Andel av anleggsvirksomhet innen veg og jernbane i 2011</b>	<b>54 %</b>	<b>29 %</b>

<sup>b</sup> Total nasjonal anleggsvirksomhet i 2011 var 36 774 MNOK (SSB 2012).

<sup>c</sup> Total nasjonal anleggsvirksomhet innen veg og jernbane i 2011 var 23 704 MNOK (SSB 2012).

Den årlige investeringskostnaden for KU-OS vil være på 54 % av den nasjonale omsetningen i anleggsvirksomhet innen veg og jernbane i 2011, mens den samme kostnadsandelen for TU-OS vil være 29 %. Drøftingen av forholdene mellom disse tallene vil være de samme som for GU. Det bør likevel påpekes at på grunn av kortere utbyggingstid, vil den årlige investeringskostnaden være enda større for KU-OS enn for KU-GU.

Tettstedene Elverum, Rena og Koppang vil med TU få et høyhastighetstilbud til Oslo allerede i 2029. Koppang ligger lengst nord av de nevnte, og reisetiden derfra vil bli ca. 1 time og 15 minutter.

Det må betraktes som pendleravstand og TU vil derfor bidra til å dempe befolkningspresset på Oslo 13 år tidligere enn KU. Rask utbyggingstid bidrar samtidig til at Trondheimsregionen vil få regionale effekter av et høyhastighetstilbud åtte år tidligere med TU-OS, enn med TU-GU.

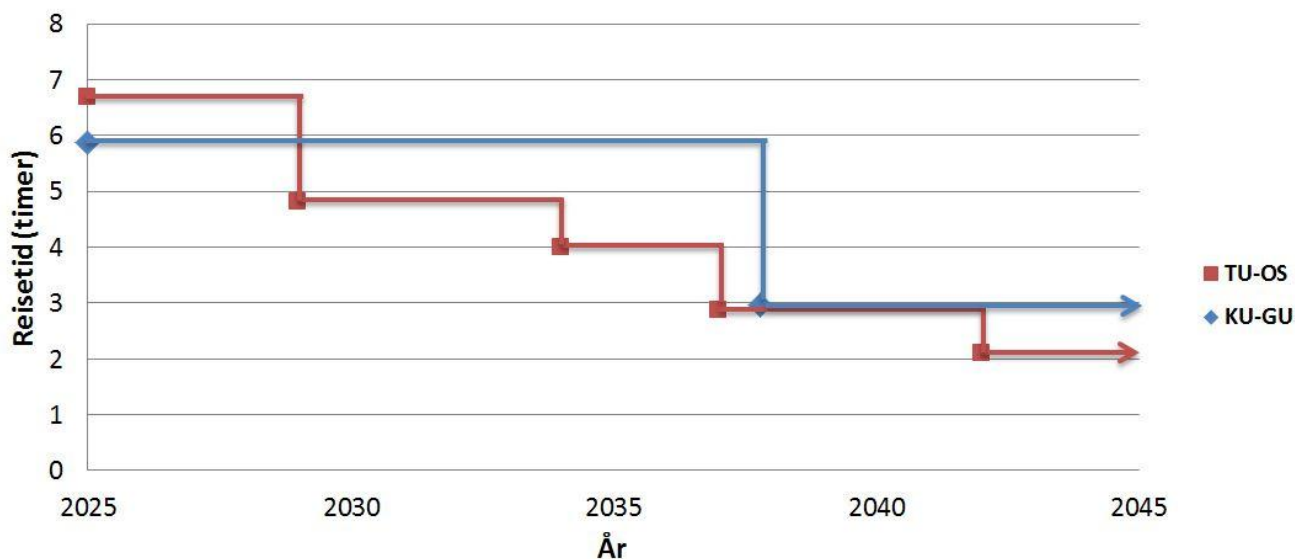
Egnetheten for TU er ikke optimal for OS. I tillegg til at reiseetterspørselen langs traseen er lav, er Rørosbanen ikke elektrifisert, og tiltak som tilrettelegging for togbytte til dieseltog underveis, og mulig oppgradering av Rørosbanen må påberegnes før den trinnvise utbyggingen kan starte.

Jeg mener at en trase gjennom Østerdalen, til tross for behovet for ekstra forberedende tiltak, bør bygges ut trinnvis. TU vil kun ta ca. 6 år lenger tid enn KU, og vil gi betydelige gevinster i form av at trafikantnytte løses ut tidligere enn for KU. I tillegg vil en konkurransedyktig reisetid mellom Oslo og Trondheim på under 3 timer, oppnås kun ett år senere enn med KU. Betydelig lavere gjennomsnittlig årlig investeringskostnad og dermed mindre belastning på de samlede anleggsressursene, er også viktig for anbefalingen om trinnvis utbyggingsstrategi.

## 6.2 Høyhastighetstrase mellom Oslo og Trondheim

Drøftingen og anbefalingene i forrige kapittel viser at det er traseavhengig om TU eller KU bør velges ved høyhastighetsutbygging. Mellom Oslo og Trondheim vil traseen gjennom Gudbrandsdalen egne seg best for KU, mens traseen gjennom Østerdalen egner seg best for TU. I de neste avsnittene blir det drøftet hvilken trase med tilhørende utbyggingsstrategi som bør velges av disse to.

Reisetiden etter ferdig utbygging, er 47 minutter lenger for GU enn for OS. I Figur 23 sammenliknes reisetidsutviklingen for KU-GU og TU-OS fram til begge utbyggingene er fullført.



Figur 23: Sammenlikning av reisetiden mellom 2025 og 2045 for trinnvis utbygging av Østerdalstraseen (TU-OS) og komplett utbygging av Gudbrandsdaltraseen (KU-GU).

Diagrammet viser at for ende-til-ende-trafikken er TU-OS det klart beste alternativet. Det er kun de første årene, før noen av etappene for OS er ferdig, at KU-GU er det raskeste alternativet. Det må nevnes at tiden til togbytte fra høyhastighetstog til konvensjonelle dieseltog ikke er medberegnet i diagrammet. Hvis man eksempelvis sier at dette vil føre til 20 minutter ekstra reisetid for TU-OS, vil KU-GU også gi kortest reisetid fra slutten av 2037 til 2042.

Den årlige investeringskostnaden vil være på ca. 7 milliarder kroner for TU-OS og ca. 11,5 milliarder kroner for KU-GU. Det tilsvarer som tidligere vist, henholdsvis 29 og 48 % av den nasjonale omsetningen i anleggsvirksomhet innen veg og jernbane i 2011. Det vil uansett være krevende, men likevel lettere å dekke ressursbehovet til TU-OS enn til KU-GU fordi behovet fordeles over flere år.

Investeringskostnaden per år bestemmer hvor mye penger som må bevilges til høyhastighetsbygging hvert år. I denne oppgaven ble det forutsatt tilstrekkelig finansiering under hele utbyggingen, i form av ulike former for prosjektfinansiering. Dersom en slik utradisjonell finansiering ikke eller bare delvis blir utnyttet, vil TU med lavere årlige kostnader være mer gjennomførbar enn KU.

Til tross for at bygging av én høyhastighetsbane går raskest med KU, vil TU legge til rette for rask utbygging av et helt høyhastighetsbanenett. I 7 av de 11,5 årene det tar å bygge KU-GU vil det arbeides med 12 parseller samtidig, mens det i 15 av de 17,5 årene det tar å bygge TU-OS vil arbeides med 4 parseller samtidig. Den største ressurstoppen er derfor tre ganger så høy for KU-GU. Med tanke på at det er utredet høyhastighetsbaner i fire korridorer, og noen av disse sannsynligvis vil bygges samtidig, er det viktig med så effektiv ressursbruk som mulig. TU av korridor nord og en lignende utbyggingsstrategi for de andre korridorene, vil muliggjøre parallell utbygging av flere høyhastighetsbaner og dermed rask utbygging av hele det norske høyhastighetsbanenettet.

Med ubegrenset ressurstilgang vil KU, også for hele høyhastighetsnettet, være raskest. Det er derimot tvilsomt om samferdselsfinansieringen i Norge vil forandres så radikalt at 4-5 høyhastighetsbaner på rundt 400 kilometer hver, kan bygges i løpet av de neste tiårene uten en trinnvis utbyggingsmodell. Alternative finansieringsmetoder er på den annen side også nødvendig for at TU av høyhastighetsnettet skal kunne gjennomføres raskt og effektivt, men ikke i like stor grad som for KU.

Det er høyere befolkningstetthet langs GU, enn langs OS. Det vil si at det er flere delmarkeder som vil få et høyhastighetstilbud for GU. Etterspørselstallene tidligere i oppgaven viste at reiser fra steder mellom Oslo og Trondheim utgjør en betydelig del av den totale etterspørselen, særlig for GU. En del av dette markedet blir imidlertid fanget opp når IC-strekningen åpnes for trafikk helt til Lillehammer. Østerdalen har i dag relativt liten befolkning, og for OS viste etterspørselstallene at ende-til-ende-trafikken er viktigst. Hvis et høyhastighetstog eksempelvis stopper på Elverum og Rena, vil det derimot legge til rette for utvikling av områder med liten befolkning, men høyt utviklingspotensial. Det vil på sikt kunne øke markedsandelen for de som reiser fra mellomliggende steder til Oslo eller Trondheim.

### **6.3 Anbefaling og konsekvenser av høyhastighetstrase og utbyggingstakt**

På bakgrunn av diskusjonen i 6.1 og 6.2 anbefaler jeg å bygge høyhastighetsbane fra sør til nord via Østerdalen og med trinnvis utbyggingsstrategi. Tabell 22 viser viktige opplysninger for utbyggingen, og avsnittene som følger oppsummerer konsekvenser inkludert fordeler og utfordringer som følger av anbefalingen.



**Tabell 22: Oppsummerende data for den anbefalte traseen og utbyggingsstrategien for en høyhastighetsbane mellom Oslo og Trondheim**

<b>Strekning</b>	Oslo-Trondheim (-Værnes)		
<b>Trasé</b>	Oslo-Tangen-Koppang-Tynset-Soknedal-Trondheim (-Værnes)		
<b>Utbyggingsstrategi</b>	Trinnvis utbygging fra sør til nord		
<b>Planleggingsstart</b>	2017		
<b>Byggestart</b>	2025		
<b>Byggetid<sup>a</sup> (år)</b>	17,5		
<b>Ferdigstillingsår<sup>a</sup></b>	2042		
<b>Årlig investeringskostnad (MNOK)</b>	6 947		
<b>Etapper:</b>	<b>Åpningsår</b>	<b>Reisetid, Oslo-Trondheim (t:min)</b>	<b>Dimensjonerende hastighet (km/h)</b>
Oslo-Hamar <sup>b</sup>	2025	6:41	250
Tangen-Koppang	2029	4:50	330
Koppang-Tynset	2034	4:00	330
Tynset-Soknedal	2037	2:53	330
Soknedal-Trondheim	2042	2:11	330
Trondheim-Værnes	2047	2:11	250

<sup>a</sup> Byggetiden og ferdigstillingsåret gjelder bare for strekningen mellom Oslo og Trondheim.

<sup>b</sup> Oslo-Hamar vil inngå som en del av InterCity-prosjektet, ikke høyhastighetsbaneprosjektet.

En høyhastighetsbane via Østerdalen vil følge IC-strekningen med dimensjonerende hastighet på 250 km/t fram til Tangen, derfra vil banen gå via Østerdalen med dimensjonerende hastighet på 330 km/t helt fram til Trondheim. Når hele strekningen står ferdig i 2042, vil reisetiden fra Oslo til Trondheim være 2 timer og 11 minutter.

Forholdsmessig enkelt terreng i Østerdalen innebærer at man ved TU allerede før 2030 vil kunne løse ut trafikantnytte og få en regionforstørrende effekt, blant annet fordi tettstedene Elverum, Rena og Koppang vil få et høyhastighetstilbud til Oslo. Dessuten vil hele utbyggingen være ferdig bare 6 år senere enn ved KU-GU. Trondheimsregionen vil derfor også på et relativt tidlig tidspunkt få en regionforstørrende effekt på grunn av høyhastighetsbaneutbyggingen.

I alt vil utbyggingen til Trondheim gjennomføres i fire etapper. Etappen videre til Værnes kommer i tillegg. Utbyggingsetappene består av 2 til 3 parseller, som alle utføres som totalentrepriser. Store entrepriser med lang kontraktstid er viktig for at utbyggingen skal være interessant for internasjonale entreprenører. Det er viktig fordi den årlige gjennomsnittlige investeringskostnaden vil være 6,9 milliarder kroner, tilsvarende 29 % av den nasjonale omsetningen i anleggsvirksomhet innen veg og jernbane i 2011, og fordi vi derfor vil være avhengig av maskiner og arbeidskraft fra utlandet.

Planleggingen av høyhastighetsbanen må begynne i 2017, slik at byggingen kan starte i 2025, da IC-strekningen antas å stå ferdig. For at gjennomføringen skal være forutsigbar og effektiv, anbefales det å bruke statlig reguleringsplan. Det vil ikke nødvendigvis korte ned planleggingstiden, men reduserer sannsynligheten for tidkrevende konflikter på lokalt og regionalt nivå. Prosjektering av byggeplanene og kontrahering av entreprenører for de siste etappene vil foregå parallelt med byggingen av

de første etappene, og innebærer at ressursbehovet i planleggingsfasen blir redusert i forhold til for KU.

Trinnvis utbygging via Østerdalen krever tilrettelegging for togbytte ved overgangen fra høyhastighetsspor til eksisterende bane fordi Rørosbanen ikke er elektrifisert. Det vil være en utfordring å gjøre dette raskt og effektivt for å holde reisetiden på hele strekningen så lav som mulig. Etappen fra Tynset til Soknedal dimensjoneres kun for persontogtrafikk, og Rørosbanen vil derfor trafikkeres av godstrafikk også etter at denne etappen er ferdig. Rørosbanen bør derfor oppgraderes både for godstrafikkens skyld, og for midlertidig bruk av regiontog før Tynset-Soknedal åpnes for persontrafikk.

Jeg anbefaler at togselskapene legger til rette for at regiontrafikken går via Østerdalen allerede fra 2029, da etappen til Koppang åpnes, og reisetiden totalt vil være på 4 timer og 50 minutter. I tillegg vil det være best utnyttelse av den totale kapasiteten (høyhastighetsbanen og Dovrebanen) dersom majoriteten av godstrafikken fortsatt går på Dovrebanen sammen med lokaltrafikk. Tidskritisk gods med lav vekt kan derimot bruke høyhastighetsbanen, som i Frankrike der post fraktes med egne høyhastighetstog.

Potensialet for TU ble i kapittel 3.3 sett på som størst for GU primært på grunn av høyere befolkning langs traseen. Mer detaljerte analyser har derimot påvist at krevende byggeterreng og lang byggetid for store deler av høyhastighetstraseen, reduserer de ønskede effektene av TU-GU. OS viste på en annen side å gi større og flere ønskede effekter av TU enn først antatt. Politisk enighet og beslutningsevne, samt støtte fra den norske befolkningen og tilrettelegging for effektiv utbyggingstakt vil være avgjørende for om en høyhastighetsbane mellom Oslo og Trondheim via Østerdalen kan stå ferdig i 2042.



## Referanser

- Atkins. «Norway HSR Assessment Study - Phase III: Economic and Financial Analysis: Final Report.» Utredning, London, 2012b.
- Atkins. «Norway HSR Assessment Study - Phase III: Market, Demand and Revenue Analysis: Final Report.» Utredning, London, 2012a.
- Avinor, Jernbaneverket, Kystverket, Statens vegvesen. *NTP 2014-2023 Utredningsfasen, Regional utvikling*. Utredning, Oslo: Transportetatene, 2010.
- Avinor, Jernbaneverket, Kystverket, Statens vegvesen. *Forslag til Nasjonal transportplan*. Oslo: Transportetatene, 2012.
- Econ Pöyry. *Klimaeffekter av høyhastighetstog*. Oslo: Samferdselsdepartementet, 2008.
- Fjeldaas. *Strategier for utbygging av høyhastighetsbaner i Norge*. Prosjektoppgave, Trondheim: NTNU, 2011.
- Forsvaret. *Webområde for Forsvaret*. 9 Januar 2012. <http://forsvaret.no/om-forsvaret/fakta-om-forsvaret/kart-tjenestesteder-i-norge/alle-tjenestesteder/rena/sider/rena.aspx> (funnet Mai 7, 2012).
- Gjerde, Kathrine, intervjuet av Gulbrand Fjeldaas. *Sivilingeniør, Rambøll* (26 April 2012).
- Gule Sider. *Webområde for Gule Sider*. 2012. <http://kart.gulesider.no/> (funnet Mai 7, 2012).
- Jernbaneverket. *Konseptvalgutredning for IC-strekningen Oslo-Lillehammer*. Oslo: Jernbaneverket, 2012a.
- Jernbaneverket, Railconsult AS. *Konklusjoner og oppsummering av Fase 3, Del 1*. Utredning, Oslo: Jernbaneverket, 2012b.
- Jernbaneverket, Railconsult AS. *Konklusjoner og oppsummering av Fase 3, Del 2: Koridorspesifikke analyser*. Utredning, Oslo: Jernbaneverket, 2012a.
- Kommunal- og regionaldepartementet. *Webområde for Regjeringen*. August 2003. <http://www.regjeringen.no/en/dep/krd/documents/white/Propositions/20022003/Stmeld-nr-31-2002-2003-/10.html?id=403087> (funnet Mars 15, 2012).
- Miljøverndepartementet. *Webområde for regjeringen*. 2012. <http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/dok/veiledninger/2009/ny-versjon-lovkommentar-til-plandelen-i-kapittel-6-statlige-planretningslinjer-o/-6-4-statlig-arealplan.html?id=556758> (funnet Mai 5, 2012).
- Moen, Nils, intervjuet av Gulbrand Fjeldaas. *Sjefingeniør, Jernbaneverket* (25 April 2012).
- NHO. *Raskere og smartere samferdselsutbygging*. Oslo: Næringslivets Hovedorganisasjon, 2010.
- Norconsult AS. *IC - fra vedtak til åpning*. Oslo: Norconsult AS, 2012.

Økland, Andreas. *Samfunnsøkonomi i jernbane*. Prosjektoppgave, Trondheim: NTNU, 2008.

Rambøll. *Delivery 2 - Phase 3 Report Corridor North Oslo-Trondheim*. Konsulentutredning, Oslo: Rambøll, 2011a.

Rambøll. *Delivery 2 - Phase 3 Report Corridor North Oslo-Trondheim, Attachment 2*. Konsulentutredning, Oslo: Rambøll, 2011b.

RIF. *Effektivisering av plan- og beslutningprosesser - Et innspill fra rådgivende ingeniører*. Oslo: Rådgivende Ingeniøreres Forening, 2012.

SSB. *Webområde for Statistisk Sentralbyrå*. 3 Mai 2012. <http://www.ssb.no/byggnloms/tab-2012-05-03-02.html> (funnet Mai 16, 2012).

Vista Analyse AS. *Finansiering, effektivitet og styring*. Utredning, Oslo: Vista Analyse AS, 2012.

## Vedlegg 1



Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi  
Institutt for bygg, anlegg og transport

---

### **MASTEROPPGAVE** (TBA4940 VEG VÅR)

VÅREN 2012

for

Stud techn. Gulbrand Fjeldaas

### **Utbyggingstakt for høyhastighetsbaner i Norge** - **Alternative scenarier for Oslo-Trondheim**

#### **BAKGRUNN**

Høyhastighetsutredningen som er produsert av Jernbanelverket på oppdrag fra Samferdselsdepartementet ble offentliggjort i januar 2012. Denne beskriver tekniske og finansielle utfordringer og løsninger ved ulike trasevalg i høyhastighetskorridorer fra Oslo mot sør, vest, nord og øst.

Det er mange som er kritiske til om et høyhastighetsbanetilbud er lønnsomt å satse på i Norge. Samtidig er det stort behov for å oppgradere jernbanen mellom de største byene i Norge. Med tanke på ressurstilgangen og en effektiv utvikling av jernbanen vil det derfor være naturlig å studere med hvilken takt en utbygging bør skje. For en mulig satsing på et høyhastighetstilbud i Norge vil egnet utbyggingstakt stå sentralt, der trinnvis utbygging kan være et alternativ.

#### **OPPGAVE**

Vurder og utarbeide egnede framdriftsplaner for planlegging og bygging av høyhastighetsbaner i aktuelle traseer mellom Oslo og Trondheim, for å kunne anbefale høyhastighetstrase på grunnlag av effektiv og gunstig utbyggingstakt.

1. Beskrive trasealternativene gitt i høyhastighetsutredningen.
  - Beskrive de ulike traseene, og omtale de viktigste forskjellene mellom dem
  - Avdekke hvordan utviklingen av InterCity-strekningen til Lillehammer vil påvirke valg og utbyggingstakt for de ulike trasealternativene.
  - Beskrive traseenes potensiale for trinnvis utbygging
2. Gi generelle føringer for planlegging og bygging av trasealternativene.
  - Redegjøre for hvordan ulike utbyggingsalternativ påvirker effektivitet og samfunnsnytte.

- Greie ut om hvilke faktorer som har innvirkning på hvordan man raskest mulig kan få en samfunnstjenlig ny jernbane.
  - Omtale kostnader for planleggings- og byggefasen for hvert av alternativene.
  - Avdekke hvilke faktorer som må gjelde generelt ved bygging av alle trasealternativene.
3. Utarbeide en framdriftsplan for hvert trasealternativ.
- Gjøre rede for hva en framdriftsplan skal inneholde.
  - Dele traseene opp i etapper i forhold til vurderte stoppesteder i Høyhastighetsutredningen.
  - Utarbeide framdriftsplaner for planlegging og bygging av høyhastighetsbaner i de aktuelle traseene.
4. Drøfte, oppsummere og konkludere
- Drøfte ulike utbyggingsalternativ for Oslo – Trondheim.
  - Sammenfatte og anbefale høyhastighetstrase på grunnlag av effektiv og gunstig utbyggingstakt.

## **GENERELT**

Oppgaveteksten er ment som en ramme for kandidatens arbeid. Justeringer vil kunne skje underveis, når en ser hvordan arbeidet går. Eventuelle justeringer må skje i samråd med faglærer ved instituttet.

Ved bedømmelsen legges det vekt på grundighet i bearbeidningen og selvstendighet i vurderinger og konklusjoner, samt at framstillingen er velredigert, klar, entydig og ryddig uten å være unødig voluminøs.

Besvarelsen skal inneholde

- standard rapportforside (automatisk fra DAIM, <http://daim.idi.ntnu.no/>)
- tittelside med ekstrakt og stikkord (mal finnes på siden <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank>)
- forord
- sammendrag på norsk og engelsk (studenter som skriver sin masteroppgave på et ikke-skandinavisk språk og som ikke behersker et skandinavisk språk, trenger ikke å skrive sammendrag av masteroppgaven på norsk)
- innholdsfortegnelse inklusive oversikt over figurer, tabeller og vedlegg
- om nødvendig en liste med beskrivelse av viktige betegnelser og forkortelser benyttet
- hovedteksten
- referanser til kildemateriale som ikke er av generell karakter, dette gjelder også for muntlig informasjon og opplysninger.
- oppgaveteksten (denne teksten signert av faglærer) legges ved som Vedlegg 1.
- besvarelsen skal ha komplett paginering (sidenummerering).

Besvarelsen kan evt. utformes som en vitenskapelig artikkel. Arbeidet leveres da også med rapportforside og tittelside og om nødvendig med vedlegg som dokumenterer arbeid utført i prosessen med utforming av artikkelen.

Se forøvrig «Råd og retningslinjer for rapportskrivning ved prosjektarbeid og masteroppgave ved Institutt for bygg, anlegg og transport». Finnes på <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank>

## **Hva skal innleveres?**

Rutiner knyttet til innlevering av masteroppgaven er nærmere beskrevet på <http://daim.idi.ntnu.no/>.

Trykking av masteroppgaven bestilles via DAIM direkte til Skipnes Trykkeri som leverer den trykte oppgaven til instituttkontoret 2-4 dager senere. Instituttet betaler for 3 eksemplarer, hvorav instituttet beholder 2 eksemplarer. Ekstra eksemplarer må bekostes av kandidaten/ ekstern samarbeidspartner.

Ved innlevering av oppgaven skal kandidaten levere en CD med besvarelsen i digital form i pdf- og word-versjon med underliggende materiale (for eksempel datainnsamling) i digital form (f. eks. excel). Videre skal kandidaten levere innleveringsskjemaet (fra DAIM) hvor både Ark-Bibl i SBI og Fellestjenester (Byggsikring) i SB II har signert på skjemaet. Innleveringsskjema med de aktuelle signaturene underskrives av instituttkontoret før skjemaet leveres Fakultetskontoret.

Dokumentasjon som med instituttets støtte er samlet inn under arbeidet med oppgaven skal leveres inn sammen med besvarelsen.

Besvarelsen er etter gjeldende reglement NTNUs eiendom. Eventuell benyttelse av materialet kan bare skje etter godkjenning fra NTNU (og ekstern samarbeidspartner der dette er aktuelt). Instituttet har rett til å bruke resultatene av arbeidet til undervisnings- og forskningsformål som om det var utført av en ansatt. Ved bruk ut over dette, som utgivelse og annen økonomisk utnyttelse, må det inngås særskilt avtale mellom NTNU og kandidaten.

**(Evt) Avtaler om ekstern veiledning, gjennomføring utenfor NTNU, økonomisk støtte m.v.**

Beskrives her når dette er aktuelt. Se [http://www.ntnu.no/bat/skemabank](http://www.ntnu.no/bat/skjemabank) for avtaleskjema.

**Helse, miljø og sikkerhet (HMS):**

NTNU legger stor vekt på sikkerheten til den enkelte arbeidstaker og student. Den enkeltes sikkerhet skal komme i første rekke og ingen skal ta unødige sjanser for å få gjennomført arbeidet. Studenten skal derfor ved uttak av masteroppgaven få utdelt brosjyren "Helse, miljø og sikkerhet ved feltarbeid m.m. ved NTNU".

Dersom studenten i arbeidet med masteroppgaven skal delta i feltarbeid, tokt, befarings, feltkurs eller ekskursjoner, skal studenten sette seg inn i "Retningslinje ved feltarbeid m.m.". Dersom studenten i arbeidet med oppgaven skal delta i laboratorie- eller verkstedarbeid skal studenten sette seg inn i og følge reglene i "Laboratorie- og verkstedhåndbok". Disse dokumentene finnes på fakultetets HMS-sider på nettet, se <http://www.ntnu.no/ivt/adm/hms/>.

Studenter har ikke full forsikringsdekning gjennom sitt forhold til NTNU. Dersom en student ønsker samme forsikringsdekning som tilsatte ved universitetet, anbefales det at han/hun tegner reiseforsikring og personskadeforsikring. Mer om forsikringsordninger for studenter finnes under samme lenke som ovenfor.

**Innleveringsfrist:**

Arbeidet med oppgaven starter 16. januar 2012.

Besvarelsen leveres senest ved registrering i DAIM innen 11. juni 2012 kl. 1500.

**Faglærer ved instituttet:** Alf Helge Løhren

**Veileder hos ekstern samarbeidspartner:** Tor Johan Nicolaisen, Jernbaneverket

Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU

Dato: 19.1.2012 (revidert: 7.2.2012)

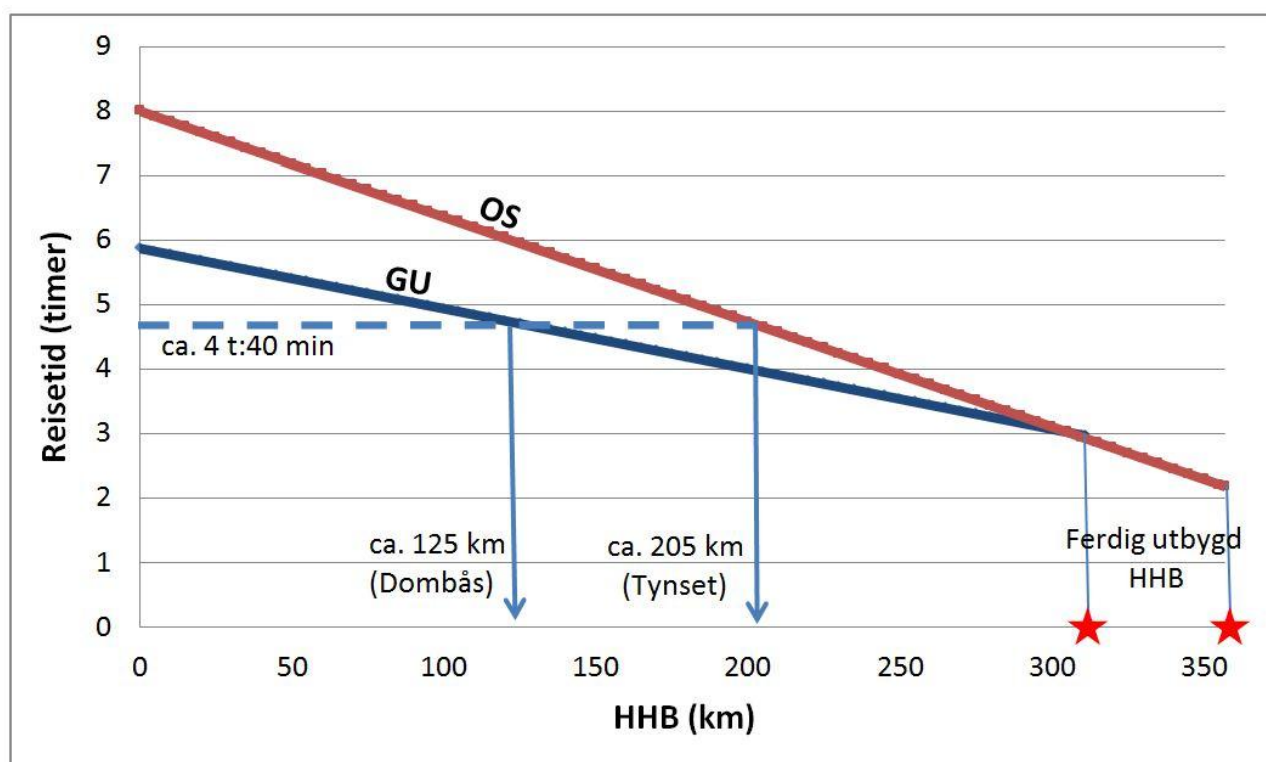
Underskrift

Alf Helge Løhren (sign.)

Faglærer



## Vedlegg 2



	GU	OS	Merknad
<b>Totalt HHB (km)</b>	311	357	Fra henholdsvis Lillehammer og Tangen til Trondheim
<b>Dagens lengde (km)</b>	368	582	Fra henholdsvis Lillehammer og Tangen til Trondheim
<b>IC-strekning</b>			
- Lengde (km)	187,7	98,9	Fra Oslo til henholdsvis Lillehammer og Tangen
- Reisetid (timer)	1,38	0,73	Fra konseptvalgutredningen til IC-prosjektet
- Snittfart (km/t)	135,7	135,7	Beregnet ut fra reisetiden
<b>Snittfart i 330-soner (km/t)</b>	194,4	245,4	Tilsvarende gjennomsnittshastigheten beregnet i Høyhastighetsutredningen.
<b>Dagens snittfart (km/t)</b>	81,9	80,0	Beregnet ut fra dagens reisetider
<b>Nedjusteringsfaktor</b>	0,844	0,613	Farten nedjusteres med en faktor lik forholdet mellom HHB-lengde og dagens lengde.
<b>Beregningsfart eks. bane</b>	69,1	49,0	Nedjusteringsfaktor multiplisert med dagens snittfart