

HØGSKOLEN I OSLO
OG AKERSHUS

Institutt for Bygg- og energiteknikk

Postadresse: Postboks 4 St. Olavs plass, 0130 Oslo

Besøksadresse: Pilestredet 35, Oslo

GRUPPE NR. 3

TILGJENGELIGHET Åpen

Telefon: +47 67 23 50 00

www.hioa.no

BACHELOROPPGAVE

BACHELOROPPGAVENS TITTEL En vurdering for valg av jernbanetrasé basert på et nytt konsept i Norge, med fokus på lønnsomhet og samfunnsnytte.	DATO 22.5.2017
	ANTALL SIDER / ANTALL VEDLEGG 69/17
FORFATTER Sebastian Horn Baksaas og Joakim Hvassing	VEILEDER Berthe Dongmo-Engeland

UTFØRT I SAMMARBEID MED Rambøll-Sweco ANS	KONTAKTPERSON Torgeir Sønstadbo Viktor Johansson
--	--

SAMMENDRAG:

Med en forventet befolkningsvekst er det nødvendig å videreutvikle pendlermulighetene, slik at regional utvikling sikres. Dette skal i østlandsregionen, i henhold til Nasjonal transportplan, løses gjennom en jernbaneutbygging kalt InterCity. Bane NOR er derfor i gang med utviklingen av høyhastighetsbane på Dovrebanen.

I denne oppgaven blir et nytt konsept for utbygging av høyhastighetsbane introdusert, brubane. Alternativet settes opp mot konvensjonell jernbane, hvor resultatet baseres på økonomi og tjent samfunnsnytte.

Gjennom daglige møter og diskusjoner, samt en detaljert framdriftsplan med tydelige mål, er oppgaven strukturert og organisert.

Sammenligningen fremstiller brubane som trolig det beste alternativet.

3 STIKKORD

InterCity

Brubane

Samfunnsnytte

Forord

Denne eksamensoppgaven har blitt utarbeidet våren 2017 som en avsluttende del av eksamineringen for bachelorstudiet i ingeniørfag – bygg. Studiet gir totalt 180 studiepoeng, hvorav bacheloroppgaven er vektlagt 20 studiepoeng.

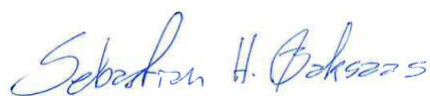
Oppgaven er skrevet i samarbeid med Rambøll-Sweco ANS i Oslo, med kontorer på Skøyen og Vækerø. Forslaget til tema kom gjennom egne interesser etter valgfaget *jernbaneteknikk* høsten 2016. Problemstillingen ble utarbeidet og formet i samråd med Rambøll-Sweco ANS, og bacheloroppgavens mål har vært å se på et nytt trasékonsept i Norge. Dette sammenlignes med konvensjonell jernbane, tatt pris og samfunnsfaktorer i betraktning. Kunnskapen har vi tilegnet oss gjennom selvstudiet og gjennom både norske og utenlandske rapporter og erfaringer.

Arbeidsfordelingen har vært påvirket av en daglig, tett dialog med aktive diskusjoner og jevnlig oppdateringsmøter. Dette har resultert i et godt samarbeid med god involvering av hverandre under hvert eneste tema.

Vi vil takke Rambøll Sweco ANS for at vi fikk muligheten til å skrive bacheloroppgave for dem, og tiden som ble satt av til anskaffelse av relevante fagrapporter, innføringer i diverse dataprogrammer og en konstruktiv involvering i oppgaven. Samtidig vil vi takke alle involverte, særlig våre veiledere Torgeir Sønstabø og Viktor Johansson for god oppfølging og faglig veiledning. En spesiell stor takk rettes til Per Corshammar for sin positive, hjelpelige og engasjerte bistand.

Til slutt vil vi takke vår interne veileder Berthe Dongmo-Engeland for en nysgjerrig og hjelpelig tilnærming av oppgaven, noe som har pekt oss i riktig retning av oppgavens mål og hensikt.

Oslo, 22.5.2017



Sebastian Horn Baksaas



Joakim Hvassing

Sammendrag

Bane NOR skal i henhold til nasjonal transportplan utvikle InterCity strekningene rundt Oslo-området. Formålet er å avlaste hovedstadsområdet og møte den sterkt økende trafikkveksten. Dette skal gjøres ved å bygge en moderne høyhastighetsbane/jernbane som skal gi et mer fleksibelt togtilbud med kortere reisetid og hyppigere avganger.

Oppstart av Dovrebane-prosjektets sørlige del var i 2016, mens utredning av den nordligste delen, Brumunddal-Lillehammer er per dags dato ikke påstartet. Topografisk utfordrende terreng skaper diskusjoner om hvor jernbanen økonomisk sett bør ligge.

Det er på grunnlag av områdets topografiske forhold, samt Bane NORs tekniske regelverk anbefalt én jernbanetrasé for bru- og én jernbanetrase for konvensjonell jernbane. Resultatet for valg av type jernbane er basert på økonomi og tjent samfunnsnytte.

Samfunnstemaene som er benyttet for å vurdere samfunnsnyttene er valgt på bakgrunn av hva forfatterne anså som viktige og ønsket å lære mer om.

Målet var også å trekke fram og belyse viktige samfunnstemaer med ulike fordeler og ulemper for jernbanen.

Ut i fra forfatternes forutsetninger og avgrensninger er brubane trolig det beste alternativet og bør vurderes ytterligere. Om dette skal være gjennomførbart må det norske jernbanetekniske regelverket fornyes, og bør tilpasses dagens teknologi og utvikling i større grad.

Abstract

Bane NOR will develop the InterCity routes around the Oslo area according to the national transport plan. The purpose is to relieve the metropolitan area and mitigate with the greatly increasing traffic growth. This will be done by building a modern high-speed railway / rail that will provide more flexible train services with shorter travel times and increased departures.

The start of the southern part of the Dovrebane project was in 2016, while planning of the northernmost part, Brumunddal-Lillehammer, has not yet begun. Topographic challenging terrain creates discussions in the project about where the railway should be economically located.

It is, based on the area's topographic conditions, as well as Bane NOR's technical regulations recommended one railroad line for bridge- and one for conventional rail. The result is based on both economic and social benefits.

Social themes are chosen based on what the authors considered important and wanted to learn more about.

The aim was also to highlight important social topics with different advantages and disadvantages for the railroad.

Based on the authors' prerequisites and definitions, skyrail is probably the best option and should be further assessed. If this is to be feasible, the Norwegian Rail Technology Regulations must be renewed / amended and should be adapted to today's technology and development.

Forklaringer av forkortelser og begreper

Forkortelse	Fullt navn	Beskrivelse
NTP	Nasjonal transportplan	Nasjonal transportplan 2014-2023.
IC	InterCity	Utbyggingsprosjekt på Østlandet.
ArcGIS	Geografisk informasjonssystem	Produksjon av visuelle analyser.
ERTMS	European Rail Traffic Management System	Felles europeisk signalanlegg for jernbane.
SSB	Statistisk Sentralbyrå	Uavhengig institusjon som produserer offisiell statistikk.
NGU	Norges geologiske undersøkelses database	Institusjon for kunnskap om berggrunn, mineralressurser, løsmasser og grunnvann.
	Brubane	Jernbane som kontinuerlig ligger på en brukonstruksjon 5-15 meter over terrenget.
	Innsøvningsperioder	Tidspunkt på døgnet hvor majoriteten av befolkningen legger seg til å sove.
	Kiss'n ride	Av- og påstigningsplass for passasjerer.
	Jordsmonn	Den del av jordskorpens løsavleiringer som er påvirket av klima, vegetasjon, dyreliv og mikrobielle omsetninger.
ANS	Ansvarlig selskap	Rådgivende selskap i prosjektet.
PI	Prisindeks	Er en indeks som skal gi et samlet uttrykk for utviklingen i prisene på de varer og tjenester indeksen omfatter. Kan også kalles konumprisindeks.

Innhold

1	Innledning	1
1.1	Bakgrunn	1
1.2	Formål	3
1.3	Hensikt	3
1.3.1	Oppdragsgivers hensikt	3
1.4	Problemstilling og mål for oppgaven	3
1.5	Forutsetninger og avgrensninger	4
1.6	Metode	6
1.6.1	Generelt	6
1.6.2	Bakgrunnsinformasjon	6
1.6.3	Novapoint jernbane og AutoCAD	7
1.6.4	ArcGIS	8
1.6.5	Byggekløssmodell	8
1.6.6	Figurer og kart	8
2	Litteratur Moelv	9
2.1	Historie	9
2.2	Interessenter	10
2.3	Kommunens mål og fremtidsplaner	10
2.3.1	Politikk	10
2.3.2	Boligutbygging	11
2.3.3	Næringsliv	11
2.3.4	Trafikk og Kollektivtransport	12
2.3.5	Nytt sykehus på innlandet	13
3	Dagens situasjon	15
3.1	Befolkning	15
3.2	Arbeidsplasser	16
3.3	Moelv stasjon	16
3.4	Kollektivtilbud	17
4	GIS-analyse av Moelv stasjon	18
4.1	Usikkerhet	18
4.2	Forutsetninger	19
4.3	Resultat	19
5	Tekniske krav	25
5.1	Underbygning	25
5.1.1	Konvensjonell bane	25
5.1.2	Brubane	25
5.1.3	Telehiv	25
5.2	Overbygning	26
5.2.1	Ballast	27

5.2.2	Ballastfritt spor	27
5.2.3	Sporavstand på linjen.....	28
5.2.4	Gjeldende avstand i forhold til støyskjerm	28
	28
5.3	Fylling og skjæring	29
5.4	Trasé.....	29
5.4.1	Hastighet og horisontalkurvatur	30
5.4.2	Vertikalkurvatur.....	31
5.4.3	Overgangskurver	31
5.5	Fall og Stigning.....	32
6	Linjeføring	33
7	Brubane.....	35
8	Samfunnsfaktorer	37
8.1	Prissatte faktorer	37
8.1.1	Pris og erfaring	37
8.1.2	Byggetid og renter.....	38
8.1.3	Dyrepåkjørsler	40
8.1.4	Vedlikehold.....	41
8.1.5	Vegetasjonskontroll	42
8.2	Økonomisk resultat	42
8.3	Følte faktorer.....	44
8.3.1	Reisebehov for folket	44
8.3.2	Støy	44
8.3.3	Sikt.....	48
8.3.4	Estetikk.....	49
8.3.5	Sikkerhet	52
8.4	Resultat følte faktorer	56
9	Diskusjon.....	59
10	Konklusjon	63
	Bibliografi	64
	Vedleggsliste	69

Figurliste

Figur 1: InterCity-utbyggingen	2
Figur 2: Moelven stasjonsbygningen i 1905 viser stasjonsbygningen.....	10
Figur 3: Mulig plassering av et hovedsykehus i Moelv sentrum	14
Figur 4: Boligområdene Fjørstad, Bruvollhagen og Moelven Park sammen med sentrum og industriområdet Moelven Industrier.....	15
Figur 5: Moelv stasjon i 2012	16
Figur 6: GIS-analyse av befolkning rundt Moelv, målestokk 1:100 000.....	20
Figur 7: GIS-analyse av befolkning i Moelv, målestokk 1:45 000	21
Figur 8: GIS-analyse av arbeidstakere rundt Moelv, målestokk 1:100 000.	22
Figur 9: GIS-analyse av arbeidstakere i Moelv, målestokk 1:45 000.....	23
Figur 10: Telehiv og dannelse av islinser	26
Figur 11: Prinsippskisse for over- og underbygning	27
Figur 12: Fast ballast benyttet i Tyskland og spor med konvensjonell ballast	27
Figur 13: Minste sporavstander på linjen, nye baner	28
Figur 14: Avstand til støyskjer	28
Figur 15: Jernbanesport med flere sporvekslere	28
Figur 16: Prinsippskisse fylling og skjæring i terrenget.....	29
Figur 18: Traseringsstabell for nye baner med hastighet 250 km/h.....	30
Figur 17: Illustrasjon av overhøyde (h) i en venstrekurve	30
Figur 19: Krav til vertikalkurver for nye baner	31
Figur 20: Overgang fra en rett strekning til en sirkelkurve	31
Figur 21: Største bestemmende stigning/fall	32
Figur 22: Største absolutte stigning/fall	32
Figur 23: Illustrasjon av brubane	35
Figur 24: Eksempel 1 - Illustrasjon av behovet for skråstag for de horisontale vikende kreftene. Eksempel 2 – bruk av landkar for forankring av de horisontale kreftene.....	36
Figur 25: Frakt av bruelement.....	36
Figur 26: Montering av prefabrikkerte element.....	39
Figur 27: Antall dyr påkjørt av tog 2010-2015.....	41
Figur 28: Ujevnheter på skinneoverflaten hvor et vedlikeholds inngrep er nødvendig	45
Figur 29: Skinnesliping.....	46
Figur 30: Illustrerer hvordan støyen fra bru- og konvensjonell bane brer seg utover	47
Figur 31: Inngrep Per Corshammar mener er nødvendig på konvensjonell- og brubane	48
Figur 32: Viser hvordan en skjæring kan være et dominerende inngrep i naturen og gir et brudd i landskapssilhuetten	50
Figur 33: Skøyen togstasjon. Her ser vi hvordan vegnettet går under en kort brubane	51
Figur 34: Illustrasjon av jordsmonn laget i jordskorpen.....	52
Figur 35: Vegkulvert etablert under den eksisterende jernbane i Kongsberg.....	54
Figur 36: Ulykkesstatistikken i 2015 og den langsiktige utviklingen	55

Tabelliste

Tabell 1: GIS-analysens resultat i tabellform tatt avstand fra stasjonen i betraktning	24
Tabell 2: Kostnadsdifferanse inkludert renter for kons. Bane og brubane	43
Tabell 3 Poengtabell for de følte faktorene.....	58

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Bane NOR skal i henhold til nasjonal transportplan (NTP) utvikle InterCity (IC) strekningene rundt Oslo. Dovrebanen er en del av IC-utbyggingen og strekningen Brumunddal-Lillehammer skal videreutvikles frem mot ferdigstilling i 2030 (Samferdselsdepartementet, 2013, s. 15)

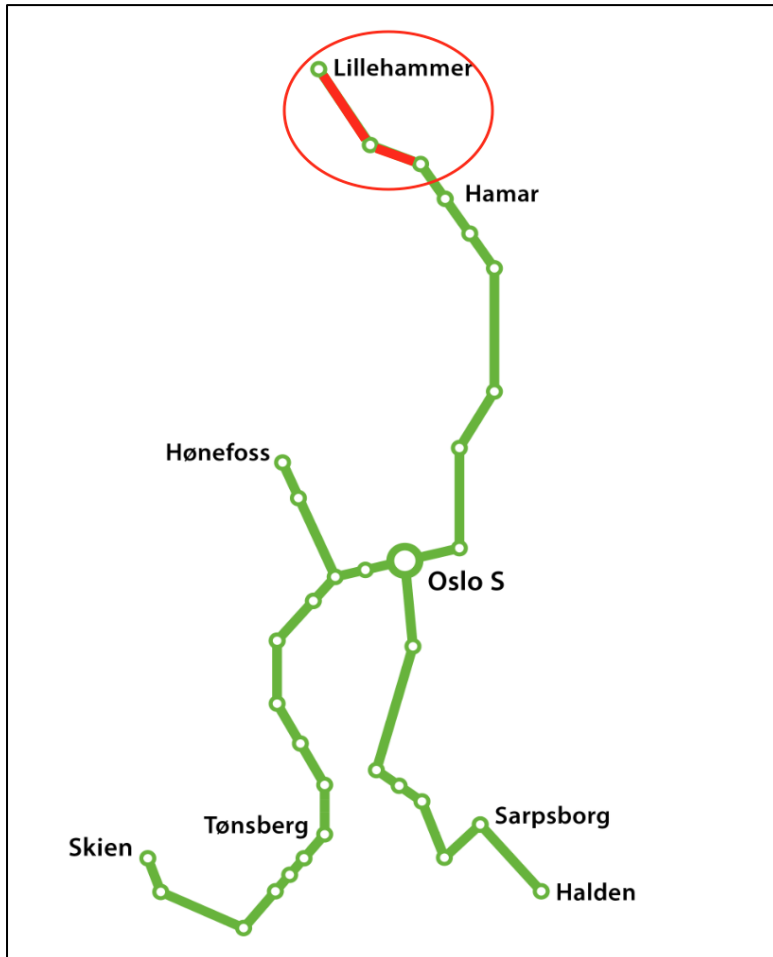
Formålet med IC er å avlaste hovedstadsområdet og bidra til utviklingen av attraktive og konkurransedyktige byer i østlandsregionen. Med en stor forventet befolkningsvekst, er det nødvendig å utvikle regionene rundt hovedstaden til attraktive pendlerområder, slik at befolkningen fordeles og ikke konsentreres i Oslo. Ved middels fruktbarhet, dødelighet, innvandring og innenlands flytting har Statistisk Sentralbyrå (SSB) i sin befolkningsframskriving beregnet at Norge vil runde 7 millioner innbyggere innen år 2060 (Statistisk sentralbyrå, 2016).

I NTP legger regjeringen frem sine planer med å utvide kollektivtrafikktilbudet for å få bukt med fremtidens befolkningsvekst (Samferdselsdepartementet, 2013, s. 62). Målet er at bilbruken skal senkes og at befolkningen skal reise mer kollektivt. Dette skal løses gjennom moderne og miljøvennlig kollektivtransport, slik at befolkningen enklere kan bosette seg utenfor hovedstaden. Med utbygging av dobbeltspor på Dovrebanen får befolkningen i regionen et mer fleksibelt togtilbud med høyere hastighet, kortere reisetid og hyppigere avganger (BaneNor, 2016).

Utredning av mulige traséer på den sørlige delen av Dovrebanen er allerede gjennomført og blir i løpet av 2017 behandlet av kommunal- og moderniseringsdepartementet. Strekningens nordlige del, Brumunddal-Lillehammer, er i startfasen med mulighetsstudie (BaneNor, 2013). Det er strekningen Brumunddal-Lillehammer som vil bli om handlet i denne oppgaven.

I Norge er det vanlig med konvensjonell jernbane som ligger nede i terrenget. Dette fører til store inngrep i naturen med mange tunneler og kulverter ved bygging av høyhastighetsbane. Denne konvensjonelle metoden vill i denne oppgaven bli utfordret gjennom å se på et nytt konsept som ikke tidligere er brukt i Norge, nemlig brubane. Brubane er en konstruksjon som ligger hevet over terrenget og fører til mindre naturinngrep, tunneler og kulverter.

Oppgaven er skrevet i samarbeid med Rambøll og Sweco. Bedriftene er begge en av de ledende konsulentfirmaene i landet og de fremste innen jernbane, transport og arealplanlegging. På strekningen Sørli-Lillehammer har Rambøll og Sweco er samarbeid og har opprettet et eget ANS, kalt Rambøll-Sweco ANS. Vi er stolte av å kunne presentere de som våre samarbeidspartnere.



Figur 1: InterCity-utbyggingen (Banenor, InterCity, 2013)

Figur 1 viser InterCity-strekningene. «InterCity-satsingen omfatter planlegging og bygging av sammenhengende dobbeltspor på Dovrebanen, Vestfoldbanen, Østfoldbanen og Ringeriksbanen.» (Lillejord, 2017). Strekningen Brumunddal-Lillehammer er vist med rødt.

1.2 Formål

Formålet med oppgaven er å gå dypere inn i noen av de utfordringene en møter ved valg av jernbanetrasé og linjeføring. Vi vil legge mesteparten av fokuset på å sammenligne en konvensjonell jernbane med brubane. Brubane har ikke tidligere blitt vurdert som aktuelt i Norge, antageligvis på grunn av antatte høye investeringskostnader og manglende erfaring blant utbyggere. Investeringskostnadene vil trolig utgjøre en mindre forskjell etter at aktuelle samfunnstemaer er tatt med i betraktningen.

Målet er også å bli bedre kjent med Novapoint Jernbane og AutoCAD, som vil gi en god illustrasjon av linjeføringer og strekningens topografi.

1.3 Hensikt

Oppgavens hensikt er å gå forfatterne mulighet til å fordype seg innen trasesøk og bruken av brubane. Utfordringer som dukker opp underveis vil bli utdypet. Videre vil ulike faktorer som vil påvirke kostnad- og samfunnsnyttens for henholdsvis konvensjonell- og brubane bli belyst.

1.3.1 Oppdragsgivers hensikt

Arbeidet som utføres og funnene som gjøres gjennom oppgaven vil være nyttig for RambøllSweco ANS i videre utrednings- og prosjekteringsarbeider for InterCity-prosjektet. Oppgaven vil synliggjøre alternative traséløsninger mellom Brumunddal og Lillehammer, i tillegg til en vurdering av plasseringen til Moelv stasjon. Videre vil oppgaven vurdere fordeler og ulemper ved bruken av brubane, som vil gi RambøllSweco ANS verdifull informasjon om en lite brukt byggemetode for norsk jernbane.

1.4 Problemstilling og mål for oppgaven

Problemstilling:

Kan jernbanen føres på en bedre trasé med et nytt konsept i Norge?

Delspørsmål:

- I hvilken grad påvirker samfunnskostnader konvensjonell jernbane kontra brubane?
- Hva kan være gode linjeføringer for konvensjonell- og brubane?
- Er dagens Moelv stasjon plassert optimalt?

Resultatmål:

- Alternative traséer for gods- og persontog
- Et økonomisk kostnadsoverslag for strekningen for begge banetyper

Delmål:

- Foreslå linjeføringer med hensyn på topografi
- Gjøre et økonomisk overslag for to alternative traséer tatt samfunnskostnader i betraktning
- Finne ut om plasseringen av Moelv stasjon er riktig

1.5 Forutsetninger og avgrensninger

Omfanget av bacheloren er begrenset til 500 timer per student, det er derfor ikke mulig å ta hensyn til alle forhold som har innvirkning på utbygging av jernbane. Derfor er følgende forutsetninger og begrensninger satt:

Forutsetninger:

- Muntlige kilder er troverdige
- Korrekt data er benyttet
- Fungerende programvarer
- Nyeste NTP benyttes, dags dato NTP 2014-2023 utgitt 12.4.2013

Avgrensninger:

- Signalanlegg og andre tekniske installasjoner
- VA-anlegg
- Eksisterende reguleringsplaner

- Plassering av dagens Brumunddal/Lillehammer stasjon, med tilhørende inn- og utkjøring er ikke vurdert som en del av oppgaven
- Utforming av stasjoner
- Klima (eks. ras/flom)
- Kulturmiljø
- Naturmangfold
- Anleggsfasen og anleggstekniske forhold
- Geotekniske forhold
- CO2

InterCity-prosjektet er delt inn i ulike strekninger. Det ble utarbeidet en teknisk hovedplan for den ca. 30 km lange strekningen Sørli – Brumunddal i mai 2016. Planen har dannet det tekniske grunnlaget for kommunedelplan for samme strekning. Kommunedelplanen som går gjennom de tre kommunene Stange, Hamar og Ringsaker er under behandling. Det foreligger vedtak i Stange og Ringsaker og det er forventet endelig vedtak i Hamar kommune i løpet av 2017. Ett av hovedformålene med kommunedelplanen for Sørli – Brumunddal har vært å avklare trase gjennom Hamar, og store deler av den tekniske hovedplanen, sammen med konsekvensutredningen, er rettet inn mot å sammenligne alternativene. Valg av korridor gjennom Hamar har vært omdiskutert og Bane NOR har besluttet at det i løpet av 2017 skal igangsettes et detaljprosjekt for den ca. 14 km lange strekningen Sørli – Åkersvika. Denne strekningen, som er innenfor Stange kommune, vil være et naturlig første byggetrinn i prosjektet.

Dette, i tillegg til reduksjon i bevilgninger og endring fra Jernbaneverket til Bane NOR, har medført at den planlagte oppstarten av forstudien på strekningen Brumunddal – Lillehammer har blitt skjøvet ut i tid. Dette medfører igjen at tilgjengelig prosjekteringsunderlag for strekningen er begrenset.

1.6 Metode

1.6.1 Generelt

I denne oppgaven er det benyttet flere metoder. Den kvantitative metoden har som formål å teste en hypotese basert på data man har, men tar samtidig for seg undersøkelser som analyserer et stort antall enheter (Dahlum, 2014).

Oppgavens hypotese vil bli testet basert på undersøkelser og analyser på et mindre antall enheter, samt informasjon fra intervju og følte faktorer (Kunnskapsbasert praksis, 2012). Den kvalitative metoden er en fleksibel forskningsmetode hvor det finnes mange forskjellige måter å fremskaffe informasjon på. Metoden brukes i hovedsak for å undersøke og beskrive menneskers opplevelse og erfaringer (Medisenteret, 2012). Svært mye av framskaffet informasjonen er erfaringsbasert informasjon som det ikke finnes norske kilder eller erfaringer rundt. En god blanding av begge metodene er derfor nødvendig for å komme i mål med god informasjonsanskaffelse.

Egne beregninger og bruk av ulike programmer er også metoder benyttet i oppgaven. Ved trasévalg er Novapoint jernbane benyttet og ved matematiske beregninger er det brukt kostnadsoverslag med Excel, byggeklossmodell. For illustrasjoner av brubane er SolidWorks benyttet.

1.6.2 Bakgrunnsinformasjon

Rambøll Sweco ANS har gitt faglig veiledning og hjulpet til med et kritisk blikk på relevant informasjon fra både egne ansatte, NTP, Bane NOR, prosjektrapporter og erfaring/forskning fra den svenske brubaneforkjemperen Per Corshammar.

Til teoridelen av oppgaven har informasjon om IC-prosjektet blitt hentet fra Regjeringens Nasjonale transportplan og Bane NORs hjemmeside. Moelv og Ringsaker kommunes planer og mål er hentet gjennom intervju med en spesialrådgiver i kommunen. Befolkningsdata er hentet fra SSB og Norges geologiske undersøkelses database (NGU).

De tekniske kravene er hentet fra Bane NORs Tekniske regelverk. I regelverket fremmes gjeldende bestemmelser og krav som påvirker og danner grunnlaget for valg av linjeføring, både for konvensjonell- og brubane. Spesielle bestemmelser for brubane er hentet fra Per

Corshammar. Kartgrunnlag til prosjektering av linjeføring er hentet fra Rambøll-Sweco ANS sine prosjektmodeller.

Erfaringer fra tidligere prosjekter i inn- og utlandet har gitt oss erfaringsbasert informasjon angående utfordringer, byggetid og priser. Sammen med Bane NORs byggeklossmodellen har dette dannet grunnlaget for samfunnsfaktor-kapittelets økonomiske resultat. De følte faktorene baseres på informasjon fra Bane NOR, prosjektrapporter og analyser fra Rambøll Sweco ANS, samt Per Corshammar.

Informanter

- Intervju med Per Corshammar, Manager railway technology at TÜV SÜD Denmark (Stockholm)
- Intervju med Ole Roger Strandbakke, Samfunnsplanlegger/spesialrådgiver strategi- og utviklingsseksjonen Ringsaker kommune.
- Veiledning fra Rambølls konsulenter: Torgeir Sønstabø, Kathrine Gjerde, Harald Kristoffer Hanssen, Petter Skulbru, Andreas Kiste, Johan Narvestad Fatnes, Pawel Kupiec, Andrea Elisabeth Landsverk, Torunn Hognestad og Erik Spilsberg
- Veiledning fra Swecos konsulenter: Viktor Johansson, Tore Sandbakke og Marius Fiskevold

1.6.3 Novapoint jernbane og AutoCAD

Novapoint er et digitalt prosjekteringsverktøy for infrastruktur- og samferdselsprosjekter. Novapoint Jernbane er en modul til programmet som brukes for å prosjektere jernbane. Med hjelp av programmet bruker jernbanekonstruktørens sin kunnskap og erfaring for å finne en god linjeføring, både horisontalt og vertikalt gjennom terrenget. Programmet kan også brukes til å gjøre masseberegninger, prosjektere sporvekselsløsninger, lage avanserte 3D-modeller m.m. Programmet leveres av Trimble Solutions (Trimble, 2017).

AutoCAD er en 2D og 3D applikasjonsprogramvare for dataassistert konstruksjon.

Programvaren har med årene blitt videreutviklet, og siden 2010 finnes også en mobil web- og skybasert applikasjon (Autodesk, 2017). AutoCAD og Novapoint benyttes som regel samtidig,

da linjenes oppgave lages i Novapoint, mens selve linjekonstruksjonen utføres i AutoCAD med modulen jernbane fra Novapoint.

Ved hjelp av disse programmene er traséforslagene for sammenligning av konvensjonell- og brubane utarbeidet.

1.6.4 ArcGIS

I dagens samfunn flommer det over av data fra blant annet satellitter og droner. Denne geografiske informasjonen kan benyttes til visuelle analyser, som gir et godt bilde av konsekvensene og innvirkningene av forskjellige nødvendige tiltak i prosjektet. Det geografiske informasjonssystemet (GIS) har pålitelige kart og data om tusenvis av forskjellige emner (Esri, 2017).

1.6.5 Byggeklossmodell

«Mal for byggeklosser til estimering i tidligfase planer – priser» er et Excel-dokument laget av Bane NOR. Dokumentet fungerer som en mal med erfaringsbaserte priser for bygging av konvensjonell jernbane på IC-strekninger. Prisene indeks-justeres årlig og er inndelt i ulike kostnadsklasser basert på spor, bebyggelse og topografiske forhold.

1.6.6 Figurer og kart

Figurer og kart i denne oppgaven er både hentet fra eksterne kilder og egenproduserte. Figurer er produsert i Microsoft Excel 2016, SolidWorks og Paint. Eksternt er noe hentet fra Per Corshammar, Bane NORs prosjektrapporter og tekniske regelverk. Tegninger er produsert i Novapoint jernbane, AutoCAD og ArcGIS. Som kartgrunnlag er Google Maps, kartverket, NGU og Rambøll Sweco ANS sine prosjektmodeller benyttet.

2 Litteratur Moelv

Litteraturkapittelet omfatter historie i området rundt Moelv og grunnlaget for bosetting. IC Dovrebanens interessenter, samt kommunens mål og planer for fremtiden omfattes også.

2.1 Historie

Moelv er en liten by i Ringsaker kommune og ligger midtveis mellom Hamar og Lillehammer i Hedmark (Nygård, 2017). Selv om området har røtter så langt tilbake som til byggingen av Ringsaker Kirke på 1100-tallet, oppnådde ikke Moelv Bystatus før i 2010 med like over 4000 innbyggere (Ekroll, 2012).

Det har vært en økning i antall innbyggere siden industrien inntok området. Industrien gjorde at man fikk utnyttet elvene og knyttet tettstedene rundt Mjøsa sammen. Først ut var brenneritradisjonene som førte til etableringen av jordbrukets første samvirkeforetak, Strand og Veldre brenneri i 1843 (Nyborg, 2010). Da jernbanestrekningen Hamar-Tretten på Dovrebanen ble åpnet i 1894, ble Moelvregionen knyttet tettere til de omkringliggende regionene og ned mot hovedstaden. Dette førte til vekst i området og til videre etableringer som Moelv Cellulosefabrikk i 1907. Fabrikken bygde arbeiderboliger, ga høye lønninger og ble fort området største arbeidsplass (Nyborg, 2017).

Mjøsa var frem til etableringen av jernbanen hovedferdselsåren mellom mjøsbyene. Etter at jernbanen kom, økte kommunikasjonen mellom byene, som igjen sørget for muligheten for etableringer av nye virksomheter med regional tilknytning. Dette dro Moelv industrier nytte av fra starten og etablerte et stabilt selskap med et bredt produktspekter, som den dag i dag står svært sterkt som et av de større tre-mekaniske konsernene i Skandinavia. Dette er de viktigste årsakene til at Moelv utviklet seg og at innbyggertallet økte kraftig på slutten av 1800-tallet og fram til dagens situasjon (Strandbakke, 2017).



Figur 2: Moelven stasjon ble åpnet 15.november 1894. Stasjonsbygningen ble tegnet av arkitekten Paul Due men ble i senere tid revet. Bildet fra 1905 viser stasjonsbygningen (Norsk jernbaneklubb, u.d.).

2.2 Interessenter

De som vil bli påvirket av planlegging og etablering av en ny dobbeltsporet jernbane i Moelv, kaller vi interessenter. Dette er de som blir direkte berørt av traséutbyggingen og brukerne av banen. Innbyggerne og næringslivet vil være avhengig av en velfungerende jernbane med kort reisetid. På Dovrebanen vil utbyggingen av dobbeltspor doble kapasiteten, samt redusere reisetiden mellom Oslo og Lillehammer med nærmere 50 min (BaneNor, u.d.). Dette kommer ikke bare folk i Mjøsregionen til gode, men også befolkning opp mot Trøndelag. Interessentenes forskjellige interesser vil gi et utvalg av forskjellige samfunnsfaktorer som må vurderes.

2.3 Kommunens mål og fremtidsplaner

2.3.1 Politikk

Regionens transportpolitikk bygger på føringer lagt i NTP, der regjeringen innretter transportpolitikken med et formål om å bidra til vekst og utvikling i hele landet slik at det blir en bærekraftig utvikling. På lang sikt skal togtilbudet sammen med annen kollektivtransport, sykkel og gående ta transportveksten ved en gradvis økning av kapasiteten. Det blir da viktig å

møte etterspørselen både i lokaltogtrafikken rundt byene og utbedre regiontogtilbudet slik at pendling mellom byområdene forenkles (Samferdselsdepartementet, 2013, s. 62).

Ringsaker kommune har en visjon om vekst og utvikling. Dette ønsker de å løse gjennom blant annet tilrettelegging for et mangfold av attraktive boområder samt være næringslivets favorittkommune. Innen 01.01.2018 er målet at kommunen skal ha nådd 35 000 innbyggere, for å nå dette må det være en befolkningsvekst på ca. 300 personer i året. Kommunen skal arbeide med og sikre utbygging av boligområder slik at kommunen kan tiltrekke seg folk i alle aldre (Strandbakke, 2017). «Byene må fremstå som attraktive, tiltalende og funksjonelle med et godt og mangfoldig servicetilbud.» (Ringsaker kommune, 2011)

Med dette ønsker kommunen og ta del i befolkningsveksten på opp mot 500 000 mennesker i Oslo de neste 15-20 årene. Hovedstaden klarer ikke denne veksten alene, så Ringsaker kommune vil i samarbeid med nabokommunene Lillehammer, Hamar, Gjøvik og Stange ta del i denne veksten gjennom å fremme vekst og utvikling på innlandet og bli en selvstendig bo- og arbeidsregion. Derfor streber de etter utbygging av infrastrukturen slik at reisetiden internt i regionen og ned til Oslo skal bli sterkt redusert (Strandbakke, 2017).

2.3.2 Boligutbygging

Med vekst og utvikling ønsker kommunen i de neste 50 årene og legge til rette for at særlige private aktører skal kunne bygge ut boliger, både i sentrumsområdene og de omkringliggende boligfeltene. De vil tilrettelegge slik at det er nok regulerte arealer til utbygging i kommunen. I hovedsak blir disse lagt til eksisterende boligområder for å styrke lokalmiljøet, redusere behovet for transport og skape gode bomiljøer for barnefamilier (Strandbakke, 2017). Kriteriene for lokaliseringen av bolig- og fritidsbebyggelse finnes i kommuneplanen til Ringsaker (Ringsaker kommune, 2011, ss. 23-24).

2.3.3 Næringsliv

For at tettstedene skal vokse må også næringslivet utvikles slik at det blir nok arbeidsplasser. Kommuneplanen beskriver de arealkrevende virksomhetene som kommer til å kreve mye plass. Jernbanen og E6 skal bygges ut og kommer til å ta deler av arealene som er regulert til

næringsarealer, og vil spesielt i Moelv gi lite tilgang på nye sentrumsnære næringsarealer (Ringsaker kommune, 2011, s. 15). Dette fører til at man må se på områder utenfor sentrum.

Et eksempel på at Ringsaker satser på lokal næring kommer frem under oppføringen av verdens høyeste trehus. Moelven Limtre leverer bærekonstruksjonen til Mjøstårnet som har planlagt byggestart 01.04.2017. Dette gir miljøgevinster med kortreiste byggematerialer og vil gi et godt ansikt utad for miljøtankegangen til kommunen. Går alt etter planen åpnes bygget med butikker, kontorer, hotell og leiligheter 01.03.2019 klokken 19, sier investoren Arthur Buchardt til Teknisk ukeblad (Teknisk ukeblad, 2017).

Sweco er på dette prosjektet rådgivende ingeniør, og har erfaring fra et annet bygg med bæresystem i tre, ved navnet «*Treet i Bergen*» som var verdens høyeste trebygning da det sto ferdig i 2015. Mjøstårnet vil bestå av et rent bjelkesystem som gir en mer åpen planløsning enn 'Treet' som besto av sammensatte moduler (Sweco, 2017).

2.3.4 Trafikk og Kollektivtransport

Med ny firefelts E6 fra Kolomoen til Moelv planlagt ferdigstilt i 2021, vil strekningen på 43 km sørge for å stimulere innlandskommunene i Mjøsområdet med økt trafiksikkerhet og bedre trafikkavvikling til de 18 000 passerende kjøretøy pr. døgn (Nyeveier, 2017). Dette er det første steget i målene til regionen, mens etableringen av nye dobbeltsporet jernbane er på trappene med planlegging den dag i dag. Denne utbyggingen krever nøysom planlegging og vil sørge for at skystasjonen i regionen kan videreutvikle seg. Strekningen frem til Hamar planlegges ferdigstilt i 2024, mens videreføringen opp mot Lillehammer ønskes ferdig i 2030. Det er i konseptvalgutredningen lagt opp til at det skal dimensjoneres for to tog i timen mellom Hamar og Lillehammer. Det ene toget stopper i Brumunddal og det andre en halvtime senere på Moelv (Strandbakke, 2017). Sammen med Gjøviksregionen har Ringsaker en sammenfallende intensjon om at gjøviksbanen ønskes sammenkoblet med Dovrebanen i Moelv på tvers av Mjøsa. Første steget med dette er tatt ved en konseptvalgutredning rundt Gjøvik der man ser bane og veg i sammenheng og sammenkobling over Mjøsa ved Moelv (Strandbakke, 2017).

2.3.5 Nytt sykehus på innlandet

Den fremtidige sykehusstrukturen på innlandet har et behov for forbedring om det skal kunne gi pasientene det beste helsetjenestetilbudet i 2040. Det er nye og moderne arbeidsformer som fører til nødvendighet for samling av fagmiljøer som er avhengige av hverandre. Med en antatt befolkningsvekst på 14 % på innlandet trengs det en utbedring av dagens tilbud. Dette har ført frem til utredningen av fire ulike modeller for sykehusstrukturen (Sykehuset Innlandet HF, 2017).

1. *Fremtidig modell med nytt hovedsykehus ved Mjøsbrua*
2. *Fremtidig modell med to store akuttisykehus i Mjøsregionen*
3. *Fremtidig modell med tre store akuttisykehus i Mjøsregionen*
4. *Fremtidig modell med fire akuttisykehus i Mjøsregionen (nullalternativet) (Sven Haugberg, 2017)*

Ole Roger Strandbakke forteller at Ringsaker kommune ønsker å få hovedsykehuset til Moelv. Derfor jobbes det strategisk for at forholdene skal ligge til rette for at modell 1 skal velges. Et argument for alternativet er byens sentrale beliggenhet i forhold til bosettingen på innlandet. Et annet godt argument er den planlagte utbyggingen av infrastrukturen som vil gi god tilgang til sykehuset med blant annet firefelts E6 passerende like ved.

Høringsperioden startet i februar, og en endelig beslutning tas i slutten av 2017 (Strandbakke, 2017). Sykehuset kan påvirke plasseringen av en planlagt samlokalisering av operasjonssentralen for politiet, akuttmedisinsk kommunikasjonsentral samt nødmeldingsentral for brann og redning. En mulig sentral kan da havne i Moelv (Freng, 2015).



Figur 3: Mulig plassering av et hovedsykehus i Moelv sentrum, med beliggenhet mellom næringsområdet og Mjøsa. Skisse: Atelier Holte Kilde: Ringsaker Blad (Freng, 2015)

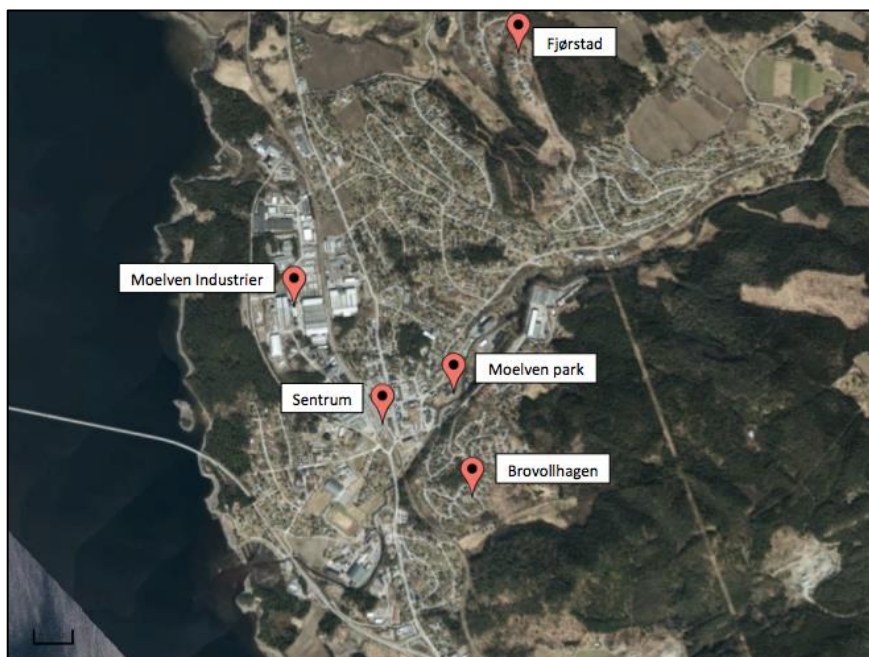
3 Dagens situasjon

Kapittelet tar for seg hvordan det er i Moelv og omegn den dag i dag. Det ses nærmere på befolkningen, arbeidsplasser, kollektivtilbud og jernbanestasjonens plassering.

3.1 Befolkning

Ringsaker kommune består blant annet av byene Moelv og Brumunddal med henholdsvis 4244 og 9723 innbyggere. Kommunen har totalt sett 33 597 innbyggere pr. 1.januar 2016 for hele kommunen (Statistisk sentralbyrå, 2016). Moelv har i dag et behov og mulighet for ytterligere bosetting i bykjernen, samt utvikle de eksisterende boligområdene.

Et av områdene det satses på er Strømmen Brug-tomta hvor det første byggetrinnet med 22 leiligheter allerede er under oppføring. Med under 400 meter gangavstand til Moelv togstasjon, vil disse leilighetene i Moelven Park være meget sentrumsnære og dermed attraktive (Håland, 2016). Et steinkast lengre sør-øst for sentrum ligger det utbygde boligområdet Bruvollhagan, hvor grunnforholdene ligger til rette for ytterligere utbygging. I tillegg er det et område litt nord for sentrum, Fjørstad, med store arealer som er planlagt for boligbygging (Strandbakke, 2017). Bolig- og industriområdene fremstilles i figur 4.



Figur 4: Boligområdene Fjørstad, Bruvollhagen og Moelven Park sammen med sentrum og industriområdet Moelven Industrier illustrert (Google/maps, 2010).

3.2 Arbeidsplasser

Like Nord-vest for Moelv stasjon ligger et stort næringsområde med blant annet en mekanisk bedrift, maskinverksted og ikke minst det store industrikonsernet Moelven Industrier.

3.3 Moelv stasjon

Moelv stasjon ligger godt etablert i sentrum, med butikker og boligbebyggelse i umiddelbar nærhet. Ole Roger Strandbakke i Ringsaker kommune mener stasjonen er så bra plassert at den også vil passe inn i den planlagte framtidige situasjonen (Strandbakke, 2017). Det ble i 2012 ferdigstilt en oppgradering av stasjonsområdet. Parallelt prosjekterte Rambøll også en sentrumsgate som knytter stasjonen sammen med rundkjøringen syd i sentrum. Området fremstår innbydende med et estetisk og funksjonelt løft som er med på å skape en varm velkomst i det du trer av toget. I tilknytning til stasjonen er det lagt til rette for 3500 m² med pendlerparkering og "kiss'n ride" (Rambøll, 2012).



Figur 5: Moelv stasjon i 2012 etter det estetiske og funksjonelle løftet, prosjektert av Rambøll for Jernbaneverket og Ringsaker kommune. Fotograf: Njål Svingheim Kilde: Bane NOR (Statistisk sentralbyrå, 2016)

3.4 Kollektivtilbud

Kommunen jobber med utbedringen av busstilbudene og det er nylig etablert en ny rute med en halvtimes bussfrekvens mellom Hamar og Brumunddal, via Nydal. I tillegg til det eksisterende tilbudet er det også nylig opprettet en ekspressbuss fra Gjøvik til Hamar som stopper på Brumunddal. Denne stopper ikke innom Moelv sentrum, men stopper på skysstasjonen på Birisiden av Mjøsbrua. Kommunens utbedringer fører til et mer attraktivt busstilbud og er med på å forbedre forbindelsen mellom byene, samt gi et økt bruk og en miljøgevinst for regionen.

Togtilbudet mellom Hamar og Lillehammer består av fire daglige avganger med regiontog mot Trondheim. I tillegg til dette er det én avgang i timen mellom byene, som da har stopp i Brumunddal og Moelv.

4 GIS-analyse av Moelv stasjon

Analysen har fokus på informasjon om Moelvs innbyggere og arbeidstakere, og skal gi svar på om dagens stasjon har en god plassering. Fokuset ligger på kundegrunnlaget med tanke på befolkningen og de ansatte i området for å se om de betjenes tilfredsstillende. Ved fastsettelse av akseptable avstander for henholdsvis gang-, sykkel- og kjøreavstand kan vi se hvordan forholdene for inn- og utpendling er.

Mulighetene for en høy konsentrasjon av boliger og arbeidsplasser i nærheten av stasjonsområdet er gode i Moelv, da byen er forholdsvis liten. Med et mål om 300 nye innbyggere i Ringsaker kommune de neste årene, vil veksten være så moderat at en GIS analyse av dagens stasjonsplassering også vil være representativ i et fremtidsrettet perspektiv (Strandbakke, 2017).

GIS-analysen er utført med ArcGIS maps applikasjon med kartgrunnlag og data hentet av Rambøll, levert av Geodata AS.

4.1 Usikkerhet

Landets befolkning er aggregert i et landsdekkende rutenett som leveres i ulike oppløsninger. Den minste oppløsningen i GeomapDemografiGrid, levert av Geodata AS, er 100x100 meter og benyttes i denne analysen (Geodata AS, u.d.). Rutenettet inneholder mengder av informasjon om befolkningen, men vi legger kun befolkningsmengden, ansatte og inn- og utpendlere til grunn i analysen.

Analysen omfatter ikke andre faktorer som spiller inn på antallet som benytter seg av togtilbudet. Dette gjelder faktorer som avgangsintervall, reisetid, reisestrekning, billettpriser og sikkerhet.

Ulempen med et rutenett på 100x100 m er at dette ikke gir helt nøyaktige tall, da rutenettet for eksempel kan krysse over boliger og næringsbygg. En annen potensiell feilkilde er registreringen av ansatte. Disse er registrert på adressen til bedriften og ikke nødvendigvis akkurat der arbeidstakeren fysisk jobber. Videre tar analysen for seg antallet med gang-, sykkel- og kjøreavstand i luftlinje fra stasjonen, men tar ikke hensyn til rutevalgene de individuelle reisene velger som potensielt kan bli lengre.

4.2 Forutsetninger

Det er forutsatt at informasjon fra kilder i Ringsaker kommune, om en moderat befolkningsvekst i fremtiden, er korrekt. Dette er sammen med manglene data for fremtiden, en direkte årsak til at det ikke ble utført en analyse for en potensiell situasjon om 50 år.

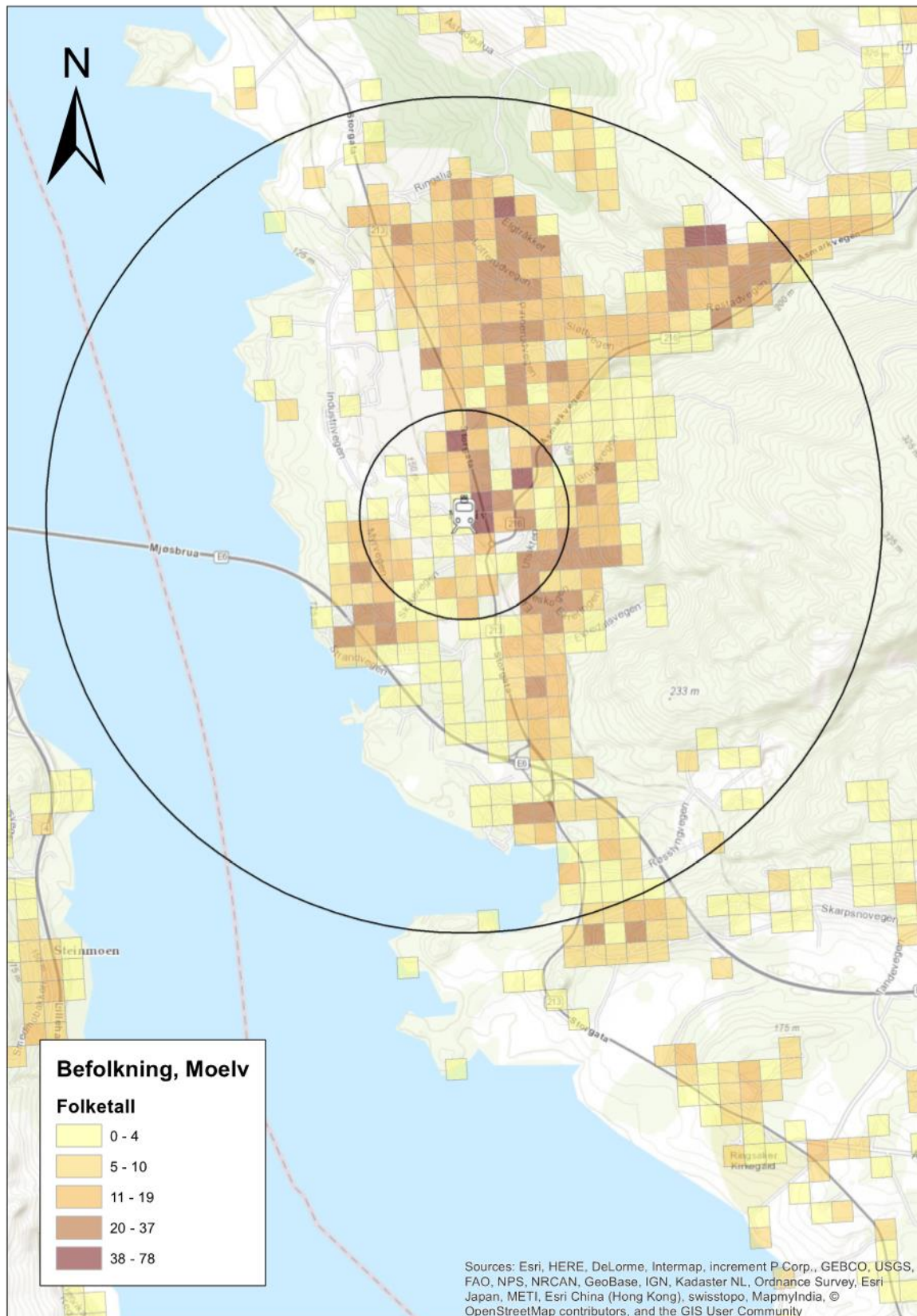
Det forutsettes videre at byen utvikles i henhold til gjeldende kommunale planer, samt regjeringens forutsetning om at utbygging i byer i hovedsak skal skje igjennom fortetting. Dette for å skape bedre bymiljø og tilrettelegging for gange, sykkel og kollektivtransport (Regjeringen, 2015).

4.3 Resultat

Resultatene av analysen fremstilles i figur 6, 7, 8 og 9 som illustrerer hvor befolkningen bor og arbeidsplassenes plassering i forhold til Moelv stasjon. Sirklene viser gang-, sykkel- og kjøreavstand med avstander på 500-, 2000- og 7000 meter. Til slutt fremstilles resultatet i tabell 1, der antallet inn- og utpendlere, ansatte og befolkningen fremstilles i forhold til avstanden til stasjonen.



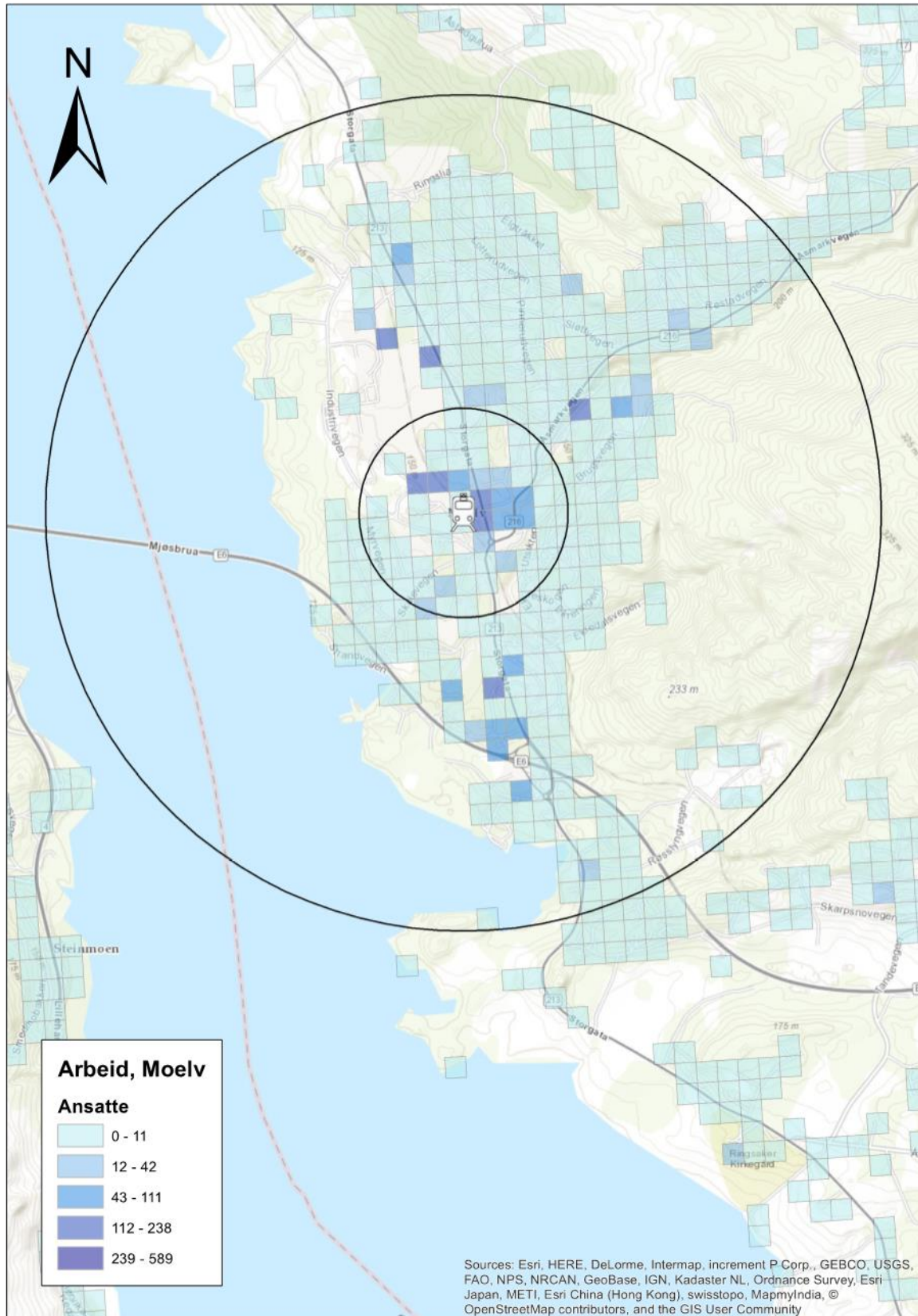
Figur 6: GIS-analyse av befolkning rundt Moelv, målestokk 1:100 000. Her vises områdets befolkning ut til en radius på 7km. Dette viser et noe begrenset kundegrunnlag utenfor Moelv sentrum. Kartgrunnlag: Geodata AS



Figur 7: GIS-analyse av befolkning i Moelv, målestokk 1:45 000. Her vises områdets befolkning i en radius på 500m og ut til 2km. Dette viser et noe begrenset kundegrnlag, likevel ser beliggenheten av Moelv stasjon ut til å være godt plassert i sentrum



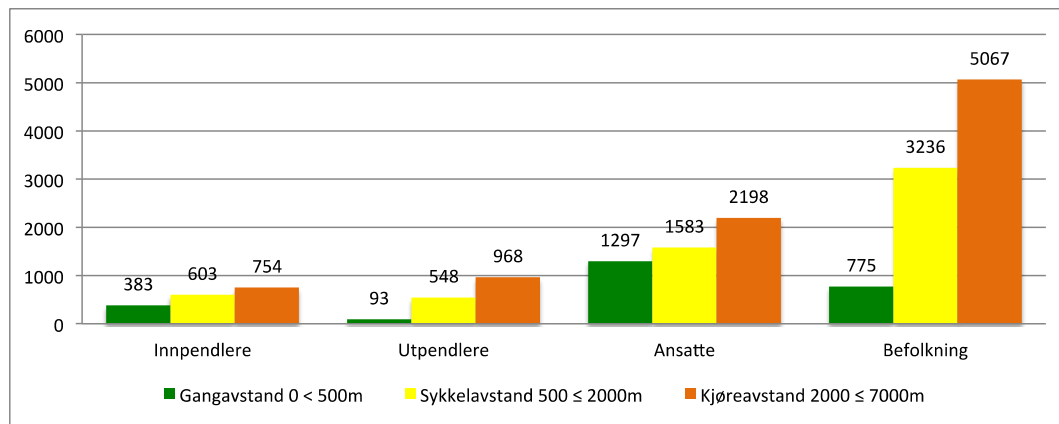
Figur 8: GIS-analyse av arbeidstakere rundt Moelv, målestokk 1:100 000. Her vises hvor arbeidstakeren er registrerte ansatte i området, ut til en radius på 7km. Dette viser et noe begrenset kundegrunnlag utenfor Moelv sentrum. Kartgrunnlag: Geodata AS



Figur 9: GIS-analyse av arbeidstakere i Moelv, målestokk 1:45 000. Her vises områdets befolkning i en radius på 500m og ut til 2km. Dette viser et noe begrenset kundegrunnlag, likevel ser beliggenheten av Moelv stasjon ut til å være godt plassert i s

Tabell 1: GIS-analysens resultat i tabellform tatt avstand fra stasjonen i betraktning. Tabellen tar for seg inn- og utpendlere, ansatte og befolkning med gang-, sykkel- og kjøreavstand.

Avstand fra Moelv stasjon	Gangavstand 0 < 500m	Sykkelavstand 500 ≤ 2000m	Kjøreavstand 2000 ≤ 7000m
Innpendlere	383	603	754
Utpendlere	93	548	968
Ansatte	1297	1583	2198
Befolkning	775	3236	5067



5 Tekniske krav

Dette kapitlet fungerer som et styringsdokument for hvilke tekniske krav en er nødt til å forholde seg til ved prosjektering, utforming og bygging av jernbane, konvensjonell- og brubane. Bane NORs Tekniske regelverk tar for seg den konvensjonelle jernbanen, mens «Per Corshammar» supplerer regelverket for brubanen.

5.1 Underbygning

5.1.1 Konvensjonell bane

Underbygningen er sålen av jernbanekonstruksjonen og har en rekke funksjoner. Den fordeler kreftene fra overbygningen og ned i terrenget, drenerer vann for å unngå telehiv, hindrer setninger og skaper jevn stabilitet i sporet (Margareta Viklund, 2015). Dette illustreres i figur 11.

Underbygningen består som regel av ikke-telefarlige masser og danner grunnlaget for sportraséen. Nødvendig trasébredde ligger på 30-50 m avhengig av vegetasjon og helning på terrenget.

5.1.2 Brubane

For brubaner med fast ballast av betong, vil ikke de samme kravene om drenering og ikke-telefarlige materialer ha like stor betydning som for konvensjonelle baner. Nødvendig trasébredde for dobbeltsporet brubane er ifølge Per Corshammar 20 m. Denne kan bli bredere om det for eksempel er svært høy vegetasjon som hindrer sikt. En visuell illustrasjon fremkommer i figur 31.

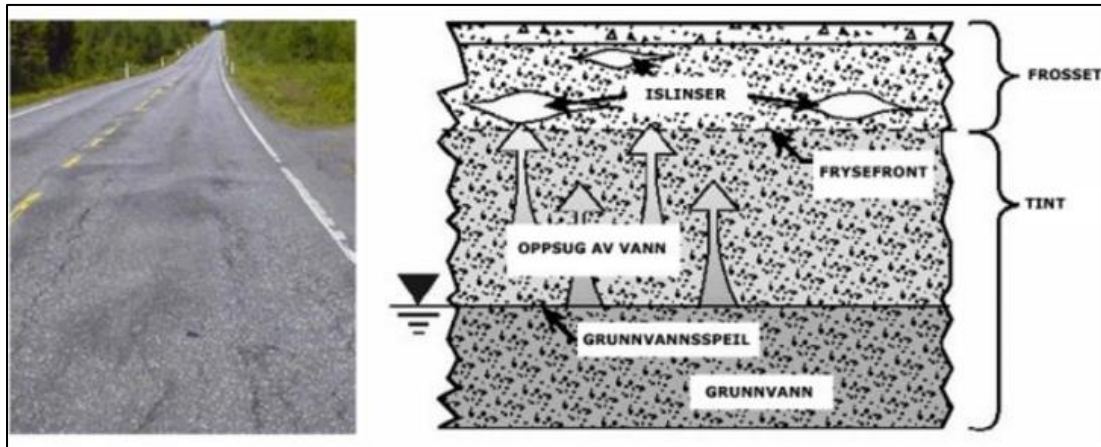
5.1.3 Telehiv

5.1.3.1 Generelt

Telehiv oppstår når elementene telefarlig materialet, vann og minusgrader er til stede på samme tid. Når vann blir sugd opp nedenfra og fryser, vil det gradvis gjennom vinteren dannes større og større isklumper/islinser i underbygningen, se figur 10.

Når vannet utvider seg med ca. 10 % kan dette føre til at ballasten hever seg. Utfordringen kommer på våren når isen i underbygningen smelter og svekker bæreevnen. Da vil

underbygningen sette seg forskjellig og ujevn telehiv er et faktum. For å unngå at dette fører til farlige situasjoner og kostbart vedlikehold, bør etablering av jernbanen konstrueres med ikke telefarlige materialer og god drenering (vegvesen, 2017).



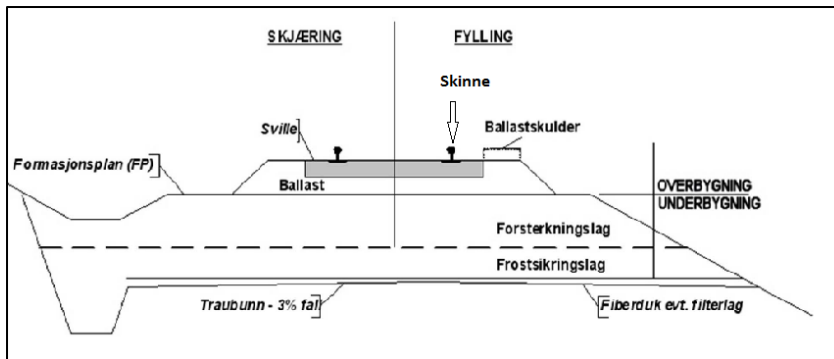
Figur 10: Telehiv og dannelse av islinser (Vegvesen, 2017b)

5.1.3.2 Telehiv på brubane

På grunn av at søylene vil bli plassert under frostdybden vil det ikke oppstå telehiv på brubane. Om søylen må plasseres over frostdybden og for eksempel fundamenteres, har kineserne en løsning for å takle langsomme bevegelser fra grunnen. En hydraulisk arm vil regulere med opp til 0,5 meter for å justere bruplanet og automatisk forsøke å holde planet rett. Det finnes løsninger på slike bru-bæresystemer, for eksempel *MAURER Hydraulic Dampers* (Maurer, u.d.).

5.2 Overbygning

Overbygning omfatter elementene sporets trasé, skinner, sviller, sporveksler, skinnebefestigelse, skjøter, ballast og planoverganger. I figur 11 illustreres den prinsipielle oppbygningen av det konvensjonelle jernbanesporet, med elementer tilhørende over- og underbygning.



Figur 11: Prinsippskisse for over- og underbygning (Teknisk regelverk, 2017c)

5.2.1 Ballast

Sålen sporets sviller legges i, er det man kaller ballast. Laget deles opp i øvre- og nedre ballastlag og består ofte av materialet pukk. Hovedoppgaven er å føre kreftene fra skinner og sviller nedover og ut i underbygningen (Banenor, 2017).

Ballastskulder kan benyttes som ekstra vekt mot utsklidning og forflyttelse av spor.

5.2.2 Ballastfritt spor

Normalt på konvensjonelle jernbaner ligger svillene under skinnene i et lag av ballastpukk. For å få et spor med mindre byggehøyde og mer stabil sporgeometri som krever mindre vedlikehold, benyttes ballastfritt spor i tunneler og bruer, som avbildet i figur 12. Da befestigelsen til skinnene støpes inn i sålen vil man få mindre eller ingen justeringsmuligheter etter sålen er ferdig støpt og herdet (BaneNor, 2017b).



Figur 12: Fast ballast benyttet i Tyskland (Railway-Technology, 2017) og spor med konvensjonell ballast, henholdsvis til venstre og høyre.

5.2.3 Sporavstand på linjen

Sporavstand er den horisontale avstand mellom sporene. På dobbeltsporede eller flersporede strekninger skal sporavstanden ikke være mindre enn som vist i figur 13 (Teknisk regelverk, 2017b).

Radius [m]	Sp [m]
$R < 350$	4,70
$350 < R < 500$	4,68
$500 < R < 600$	4,66
$600 < R < 1000$	4,64
$1000 < R < 4000$	4,60
$4000 < R < 5000$	4,56
$R > 5000$	4,40

Figur 13: Minste sporavstander på linjen, nye baner. Kurveutslag er inkludert i sporavstanden (Teknisk regelverk, 2017d).

5.2.4 Gjeldende avstand i forhold til støyskjerm

Avstand fra senterlinjer spor til støyskjerm skal ikke være mindre enn 3500 mm, som vist i figur 14 (Teknisk regelverk, 2017a). Avstanden illustreres ved tegning i vedlegg 14.

Hastighet [km/h]	Bredde [mm]
0 - 100	≥ 3100
100 - 200	≥ 3300
200 - 300	≥ 3500

Figur 14: Avstand til støyskjerm (Teknisk regelverk, 2017e).

For å kunne bytte spor trengs det en sporveksel som leder toget fra sporet det kjører på til det nye. Utforminger og kombinasjoner av sporveksel velges ut i fra funksjonsmessige og økonomiske overveielser. (Banenor, www.banenor.no, 2016). Dagens regelverk tillater ikke sporveksel på bru.

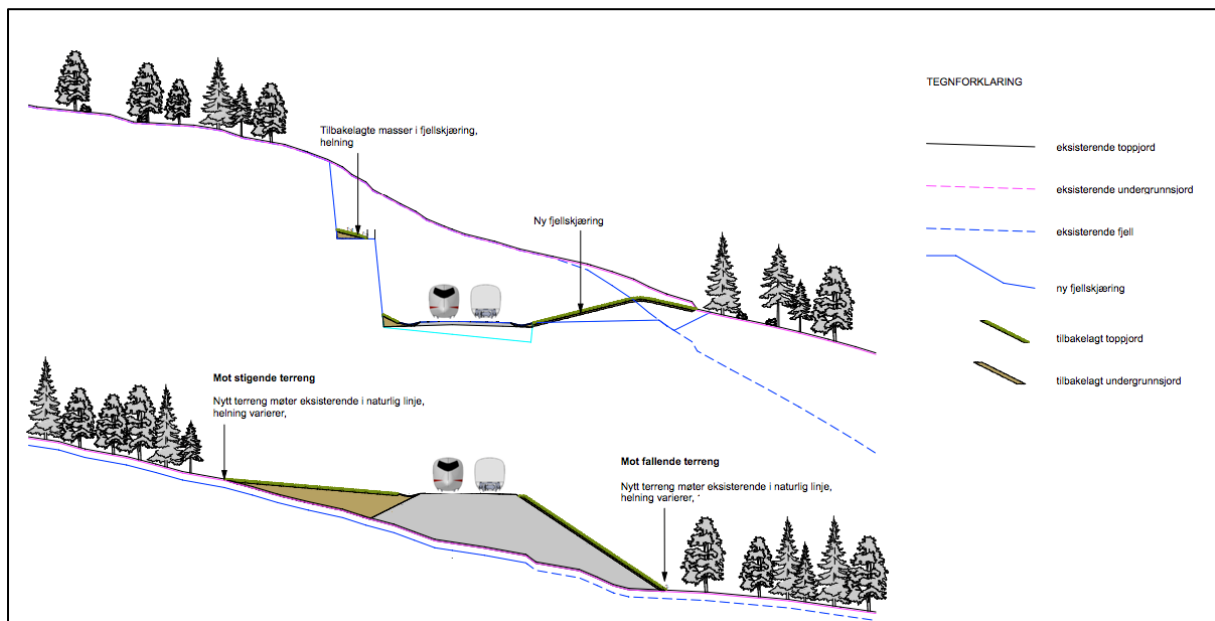


Figur 15: Jernbanespor med flere sporvekslere (studievalg.no, 2017).

5.3 Fylling og skjæring

Fylling er en tilleggs masse som brukes for å heve undergrunnen til ønsket høyde og kan både hentes fra området du er i eller fra fabrikk om du ønsker et annet materiale med spesifikke egenskaper.

Steder hvor undergrunnen bør reduseres fordi høyden er over ønsket nivå, skjæres dette bort og vi kaller dette skjæring. Det er ønskelig med en 50-50 fordeling mellom fylling og skjæring for å unngå økonomiske kostnader knyttet til deponering, innkjøp og transport av masser skaper. Prinsippskisse i figur 16.



Figur 16: Prinsippskisse fylling og skjæring i terrenget henholdsvis nederst og øverst.

5.4 Trasé

Ved valg av trasé/linjeføring finnes det regler om infrastruktur som skal følges.

«II. Infrastruktur

§ 3-3. Trasé m.m.

Ved valg av trasé for ny jernbaneinfrastruktur skal det tas hensyn til kurvatur, stigningsforhold og grunnforhold slik at en sikker og hensiktsmessig trafikkavvikling kan oppnås.

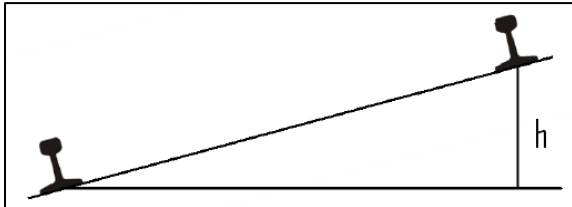
For traseer som ligger i rasfarlige områder eller områder med ustabile grunnforhold, skal det iverksettes tiltak slik at virksomheten drives innenfor akseptabel risiko.

Spor for hensetting av kjøretøy skal sikres slik at kjøretøyet ikke kommer ut i spor der det kjøres tog» (Lovdata, 2011).

5.4.1 Hastighet og horisontalkurvatur

Jernbanens kurvatur er helt avgjørende for traséstudiet. Kurvatures radius avhenger av hastigheten som igjen påvirker overhøyden.

Overhøyden er den vertikale høydeforskjellen fra ytterskinne til innerskinne i en kurvatur, som vist i figur 17. Denne varierer med radius og hastighet.



Figur 177: Illustrasjon av overhøyde (h) i en venstrecurve (Skarsæterhagen, Sporgeometri, 2016).

Slik figur 18 viser, vil minimum tillatte horisontale radius være 3400 meter, for hastighet på 250 km/t, med de normale krav vi streber etter å forholde oss til. Men i utfordrende topografiske områder tillates minstekravet på 2900 m.

Horisontalkurvatur kan også regnes ut spesifikt med en egen formel. Beregningene har vi utført i vedlegg 1, hvor vi ser at svaret blir omtrent det samme som det fremkommer i figur 18, uten sikkerhetstillegg.

Hastighet 250 km/h				
Hastighet 250 km/h	Normale krav		Minste krav	
F.o.m. radius [m]	L [m]	h [mm]	L [m]	h [mm]
2900			189	125
3000			181	120
3200			159	105
3400	179	90	136	90
3600	169	85	128	85
3800	159	80	121	80
4000	159	80	113	75
4500	139	70	98	65
5000	129	65	91	60
6000	109	55	75	50
7000	89	45	68	45
8000	79	40	60	40
9000	69	35	53	35
10000	69	35	45	30
15000	50	25	30	20

Figur 18: Traseringsstabell for nye baner med hastighet 250 km/h (Teknisk regelverk, 2014).

5.4.2 Vertikalkurvatur

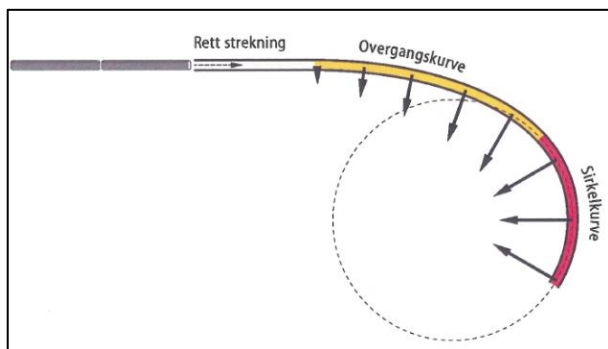
Ser man banen fra siden er det krav til vertikalkurvatures høy- og lavbrekk, dette regnes ut med formelen vist i figur 19.

Normale krav	Minste krav
$R_V = V^2/2,6$ [m]	$R_V = V^2/3,9$ [m]
Minste $R_V = 4000$ m	Minste $R_V = 2500$ m

Figur 18: Krav til vertikalkurver for nye baner (Teknisk regelverk, 2017f).

5.4.3 Overgangskurver

Overgangskurve, også kalt klotoide, fungerer som et bindeledd mellom en rett strekning og en sirkelkurve med hensikt å gi en jevn overgang inn i kurvaturen.



Figur 20: Overgang fra en rett strekning til en sirkelkurve (Skarsæterhagen, 2016)

Lengden på overgangskurven varierer med hastighet og radius på sirkelkurven, og kommer tydelig fram i figur 17 «Traséringstabell for nye baner med hastighet 250 km/h» (179 m). Det er også regnet ut nøyaktig lengde for overgangskurver i vedlegg 2 og 3.

Grunnen til at radius på sirkelkurver bestemmes ut i fra farten, har med sideakselerasjon (sentripetalakselerasjon) å gjøre. Blir farten for høy i forhold til dimensjonerende radius vil toget tippe over ende. Her kommer også likevekts hastighet inn, uten at vi vil gå noe nærmere inn på dette.

5.5 Fall og Stigning

Trasévalgene legges til rette for persontog, godstog, og person- og godstog på samme strekningen og har ulike fall- og stigningskrav.

For nye baner med blandet trafikk på strekning Brumunddal-Lillehammer, er kravet til maksimal stigning satt til 17 ‰, noe som er et unntak for denne strekningen da maksimal stigning normalt er 12,5 ‰ (Kupiec, 2017). For persontrafikkbaner er normalkravet 25 ‰. Unntak finnes og kommer fram gjennom figur 21 og 22 under.

	Største bestemmende stigning/fall [o/oo]	
	Baner med blandet trafikk	Persontrafikkbaner
Normale krav	12,5	20
Minste krav	20 ¹⁾	25

Figur 21: Største bestemmende stigning/fall (Teknisk regelverk, 2017g).

1. Tillates i en lengde opp til 3 km etter en inngående vurdering av stigningsforholdene på vedkommende banestrekning.

	Største absolutte stigning/fall [o/oo]		
	Baner med blandet trafikk	Persontrafikkbaner	Sidespor
Normale krav	20	25	30
Minste krav	30 ¹⁾	35	35

Figur 22: Største absolutte stigning/fall (Teknisk regelverk, 2017g).

1. For å hindre at et helt godstog blir stående i maksimal stigning tillates ikke stigning over 20 ‰ i sammenhengende lengde på mer enn 300 meter (Banenor, www.banenor.no, u.d.)

På strekning Brumunddal-Lillehammer har Rambøll tidligere utført en form for «stigningsanalyse» som gir dispensasjon fra å følge normale krav. «Teknisk designbasis» sier at en kan maksimalt ha gjennomsnittlig stigning/fall på 17 ‰ over en snittstrekning på 1000 m. Unntaksvis kan det benyttes en konstant stigning på 17 ‰ over en strekning på maksimalt 3 km. Største absolutte stigning for persontrafikkbaner er 25 ‰.

6 Linjeføring

Å finne en god og dynamisk linjeføring er viktig for å oppnå at jernbanelinjen tilpasses omgivelsene på en god måte, og for å unngå unødvendige store naturinngrep i landskap og estetikk. Traséen utarbeidet har blitt benyttet til å sammenligne konvensjonell jernbane og brubane.

Linjeføringen strekker seg over den nordre delen av IC Dovrebaneprosjektet. Det er tidligere kun gjort utredninger av den sørlige delen av prosjektet, men det har likevel gitt den nødvendige informasjonen og forutsetninger.

Kartgrunnlaget hentet fra tidligere utredninger har vært begrenset til én aktuell korridor langs Mjøsa. Kartgrunnlaget har ikke vært bredt nok til å dekke tegningspresentasjonene fullt ut, men tilstrekkelig til at linjeføringen og nærliggende terreng fremkommer, se vedlegg 5-10.

Topografien mellom Brumunddal og Lillehammer er varierende. Utfordringene dette gir jernbanens linjeføring førte til at etablering av dagens bane langs Mjøsa ga mange kurver og lav hastighet. For å kunne konstruere gode alternative linjeføringer i det utfordrende terrenget var det nødvendig å gjennomgå Bane NORs tekniske regelverk for dimensjonerende hastighet på 250 km/t. Dette er krav som skal overholdes av sikkerhetsmessige årsaker og påvirker linjeføringens horisontal- og vertikalkurvatur, noe som er avgjørende for linjeføringens valgmuligheter. Under konstrueringen av linjen er det, i samråd med veilederen i Sweco, kommet frem til at det ikke skal tegnes inn klotoider, da det er lite hensiktsmessig i en forstudie.

Etter å ha konstruert flere alternative linjeføringer viste det seg at person- og godstrafikk ikke bør benytte samme trasé mellom Brumunddal og Moelv. Grunnen til dette er kravene til stigning og fall, samt en planlagt godsterminal på Rudshøgda (Jernbaneverket, 2016). På bakgrunn av dette ble det besluttet at godstoget mellom Brumunddal og Moelv vil benytte eksisterende trasé, mens den nye traséen på samme strekning vil konstrueres i henhold til persontog-krav. Begge linjer møtes like nord for Moelv og kobles sammen til en felles linje videre mot Lillehammer. Mellom km 1,500 og 13,500 på den nye linjen, vil det kun gå persontog. Dette gir større frihet til kravene om stigning/fall, samt at det blir mulig å øke kapasiteten da godstrafikken blir ført bort fra persontrafikkbanen og benytter godsterminal

på Rudshøgda. For å gi en god visuell fremstilling, er dagens eksisterende enkeltsporslinje i tegningspresentasjonen markert med oransje farge.

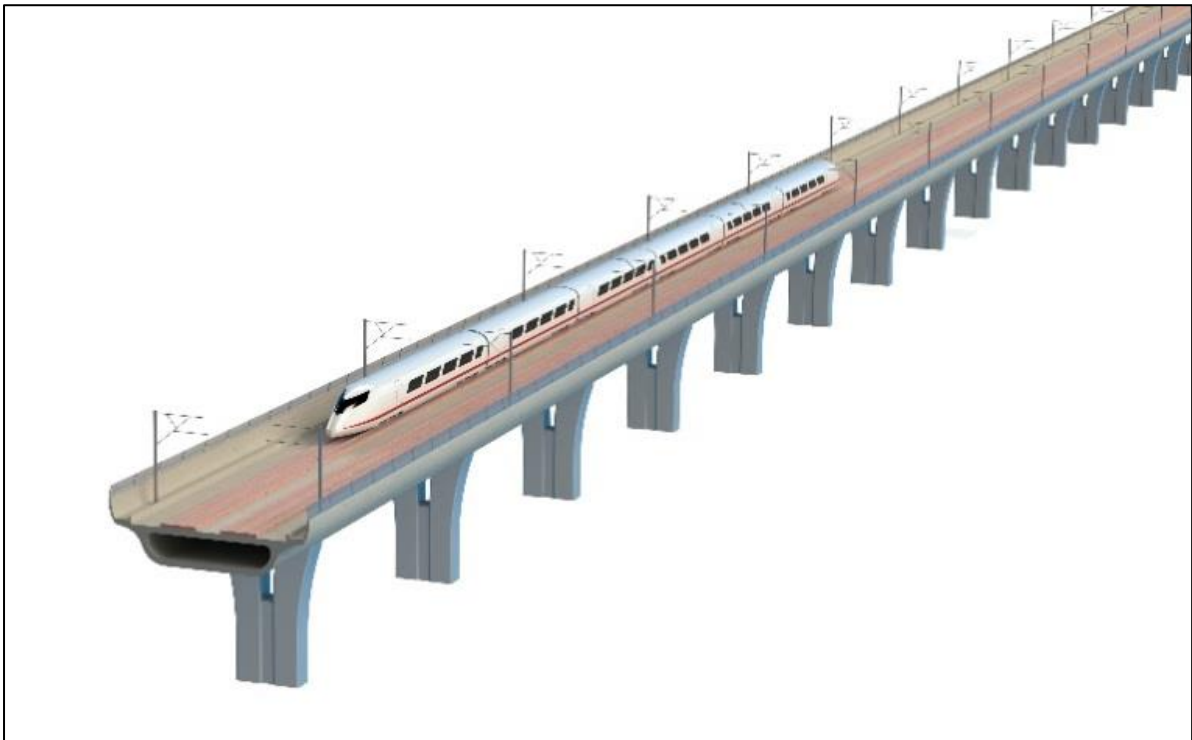
Linjen som fremkommer i tegningspresentasjonene i vedlegg 5-10, anses som et godt alternativ tatt markinngrep og det tekniske regelverket i betraktning.

Videre illustrerer den vertikale tegningspresentasjonen hvordan en konvensjonell- og brubane vil ligge i terrenget markert i henholdsvis blått og rødt. For at presentasjonen av alternativene skal illustreres best mulig har vi valgt brubanen til å ligge konstant 15 meter over den konvensjonelle linjen. I senere faser vil brubanen bli ytterligere tilpasset i forhold til terrenget. Da det på enkelte deler av strekningen for eksempel ikke vil være hensiktsmessig å legge brubanen høyere enn 5 meter over terrenget. Lengden på søylene brubaneelementene står på, vil derfor i praksis variere med terrenget og topografien. Dette illustreres i vedlegg 11-13 der normalprofilen for begge banetypene sammenstilles.

Kostnadsklasser som er benyttet på forskjellige deler av strekningen er markert i form av bokser over linjene, i blått og rødt, henholdsvis for konvensjonell- og brubane.

7 Brubane

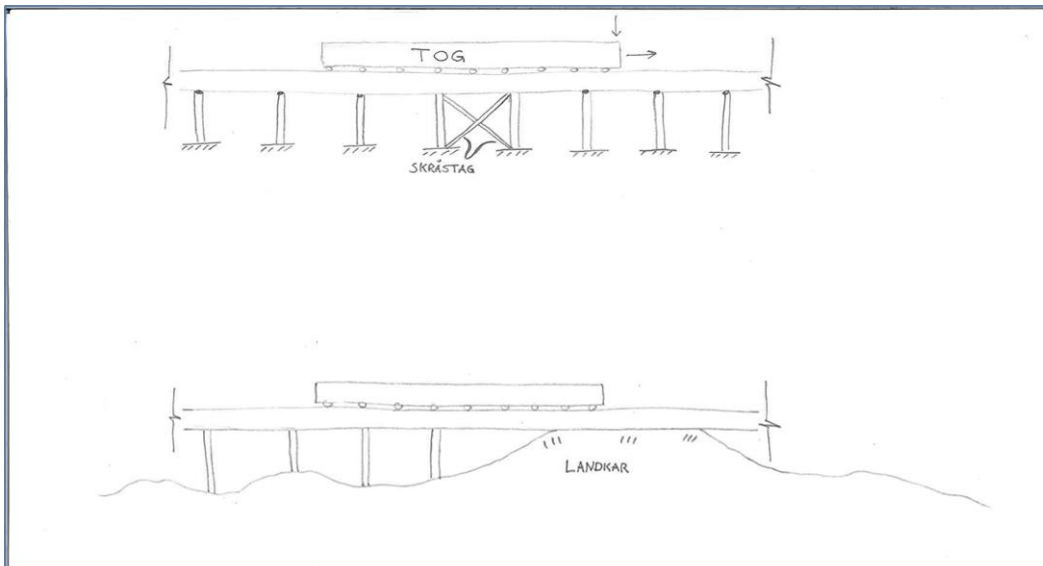
En brubane er en jernbane som er plassert over bakkenivå med varierende søylelengder. Bruelementene kan støpes på stedet ved hjelp av en glideforskaling, eller leveres som prefabrikkerte element. Lengden på søylene vil variere med terrenget og for baner med varierende terreng kan det derfor bli vanskelig å prefabrikere elementer, og det bør i slike tilfeller vurderes om elementene heller støpes på stedet.



Figur 23: Illustrasjon av brubane (Hvassing, 2017).

Figur 23 viser hvordan en tenkt brubane kan se ut.

Søylar og dekker dimensjoneres i henhold til gjeldende standarder. Krefter banen må dimensjoneres for, er blant annet horisontale krefter fra for eksempel akselerasjon og retardasjon, og vertikale krefter. Om banen ligger kontinuerlig over bakkenivå på en lengre strekning må banen dimensjoneres for å kunne ta opp de horisontale kreftene. Dette kan gøres ved å plassere skråstag mellom to søylar med et gitt intervall, som en form for avlåsning av det statiske systemet, som vist i figur 24. Dersom høyden varierer slik at bruelementet kan forankres i landkar med et akseptabelt intervall, vil grunnen ta opp de horisontale kreftene uten behov for skråstag. Forankring og bruk av skråstag illustreres i figur 24.



Figur 24: Eksempel 1 - Illustrasjon av behovet for skråstag for de horisontale vikende kreftene. Eksempel 2 – bruk av landkar for forankring av de horisontale kreftene.

Prefabrikkerte element er store og tunge og krever ofte spesialtilpassede tilhengere som vist i figur 25.



Figur 25: Frakt av bruelement (osCommerce, 2017b)

8 Samfunnsfaktorer

Ved prosjektering, bygging og vedlikehold av jernbaner spiller økonomi og samfunnsnytte en viktig rolle. Dette er med på å avgjøre hvilken type bane, konvensjonell- eller brubane, som er det beste alternativet. Her sammenlignes banetyperne både økonomisk og med noen utvalgte samfunnsøkonomiske temaer. I kapittel 8.1 vil prissatte faktorer bli gjennomgått, med en gjennomgang av resultatene i kapittel 8.2. I kapittel 8.3 blir følte faktorer gjennomgått, før resultatene fremkommer i kapittel 8.4

8.1 Prissatte faktorer

I dette delkapittelet vil prissatte faktorer bli gjennomgått. Definerte prissatte faktorer er pris, byggetid og renter, byggemetoder, dyrepåkjørsler, vegetasjonskontroll og vedlikehold. Dette vil bli gjennomgått i de påfølgende delkapitlene.

8.1.1 Pris og erfaring

Å bygge jernbane på bru, også der hvor det i utgangspunktet ikke er behov for bru kan vi kalle en kontinuerlig brubane. Det finnes lite erfaring med brubane og den faktiske kostnaden å bygge dette i Norge. I Sverige har «Per Corshammar» gjort flere studier og rapporter som tar for seg pris og brubanens fordeler ved dette konseptet. Prisene er basert på erfaring fra tidligere prosjekt i både Japan, Kina og Tyskland.

Erfaringsmessig er det mer tidkrevende og dyrere å bygge bru, sammenlignet med vanlig bane på bakkenivå.

Men om strekningen er på minimum 30-40 km reduseres prisen betraktelig ifølge «Per Corshammar» og andre utenlandske rapporter. Prefabrikkerte element kan bidra til å redusere både pris og byggetid gjennom masseproduksjon av betong og stål. Bruk av utenlands arbeidskraft kan også bidra til reduserte kostnader.

Strekninger på 30-40 km skaper ifølge «Per Corshammar» og andre utenlandske rapporter en lønnsomhet ved prefabrikkerte elementer. Både med tanke på pris og byggetid, og bruk av utenlandsk arbeidskraft.

De erfaringsbaserte prisene mottatt fra Per Corshammar, vil på brubane ligge på 230 000 kroner per løpemeter uten prisindeks-justeringer. Bane NOR har laget en byggeklossmodell som presenterer pris per løpemeter konvensjonell jernbane med ulike forhold tatt til grunn. Her ligger også pris for dobbeltsporet bane på bru, 805 591 kr per løpemeter inkludert prisindeks-justering. Denne prisen mener vi ikke er representativ, da bru ofte er konstruert til å klare store spenn og ofte er spesialkonstruert for å tilpasse området. Prisene er satt sammen i et Excel-ark og viser den økonomiske forskjellen mellom den konvensjonelle- og brubanen basert på tidligere brukte priser. Se vedlegg 14. **Resultatet vil bli nærmere gjennomgått i kapitel 8.2**

8.1.2 Byggetid og renter

Byggetiden er i de fleste prosjekter svært viktig og påvirker flere avgjørende faktorer. I jernbanesammenheng vil en lengre byggeperiode «forsinke» samfunnsnyttene og påvirke den totale kostnaden på grunn av renta. For statlige investeringer ligger kalkulasjonsrenten på 4 %. Det vil si at hvert år man binder opp kostnader uten å få realisert nytten har en samfunnsøkonomisk kostnad på 4 % av den bundne kostnaden (Hoff, 2017).

NTP fungerer som regjeringens transportpolitikk og sier noe om planene og ikke minst pengeforbruket tiltenkt transport i Norge de neste 10 år. Planen revideres hvert 4. år og fungerer som et styringsdokument som påvirker byggetiden, og fordeler deretter pengene jevnlig over den planlagte byggeperioden med styring fra de økonomiske planene.

Om et planlagt prosjekt vil ta for eksempel 20 år, men utførelsestiden av ulike årsaker kan reduseres, vil dette gi store rentebesparelser og en fremskynding av samfunnsnyttene. I kulepunktene under er noen av de positive aspektene med samfunnsnyttene listet opp:

- **Miljø** (mindre forurensning)
- **Effektivt** (tidsbesparende på grunn av hastighet)
- **Trafikksikkerhet** (færre ulykker)
- **Øker pendlermuligheten** (oppnår tidligere ICs mål)
- **Befolkningsvekst** (oppnår tidligere kommunale fremtidsmål)

De overnevnte punktene er samfunnsfaktorer som tjener folk og samfunn. Siste punkt, *befolkningsvekst*, er i hovedsak hva hele InterCity handler om, å spre befolkningstettheten utover de nærliggende byene for å takle veksten i Oslo-området på en bedre måte. Reduseres byggetiden vil IC-byer tidligere bli aktuelle for pendlere, som igjen avlaster Oslo og framskynder prosjektets hovedmål.

Prisforskjell i forhold til byggetid og renter er nærmere illustrert i vedlegg 15. Byggetiden på henholdsvis 5- og 3 år, baseres på erfaringer fra tidligere prosjekter «Per Corshammar» har tatt del i, hvor brubane og bruk av prefabrikkerte elementer og utenlandske byggemetoder har resultert med en lavere byggetid.

8.1.2.1 Byggemetoder

Erfaringsbaserte brubyggemetoder fra andre land er blant annet å benytte seg av prefabrikkerte element eller glideforskaling med støp på byggeplassen. Norge har mye å lære om høyhastighetsbaner og effektiviserte byggemetoder. Allerede i 1959 bygde Japan strekningen Tokyo-Osaka 515 km på 5 år (dr_kazuchan, 2011). I figur 26 illustreres montering av prefabrikkerte element.



Figur 26: Montering av prefabrikkerte element Kilde: (Teacherweb)

En planlagt strekning på 30 km i Norge, nærmere bestemt Sørli-Brumunddal, har en planlagt oppstart på byggeperiode i 2020 med første driftsår i 2024. Dette gir en byggetid på 4 år. Denne strekningen ville ut ifra en gjennomsnittsberegning på Tokyo-Osaka prosjektet, tatt 3,5 måneder. Tatt disse to prosjektene i betraktning bruker Norge 14 ganger så lang tid per km enn hva Japan bruker på anleggsperioden.

I Tyskland samkjørte de tyske og utenlandske arbeidere for effektivisering av brubanebyggingen på strekningen Leipzig/Halle – Meyenburg. Dette prosjektet danner grunnlaget for løpemeterprisen vi bruker for brubane i oppgaven vår. Prisene er fra et østerriksk firma, PORR (Technology, 2017).

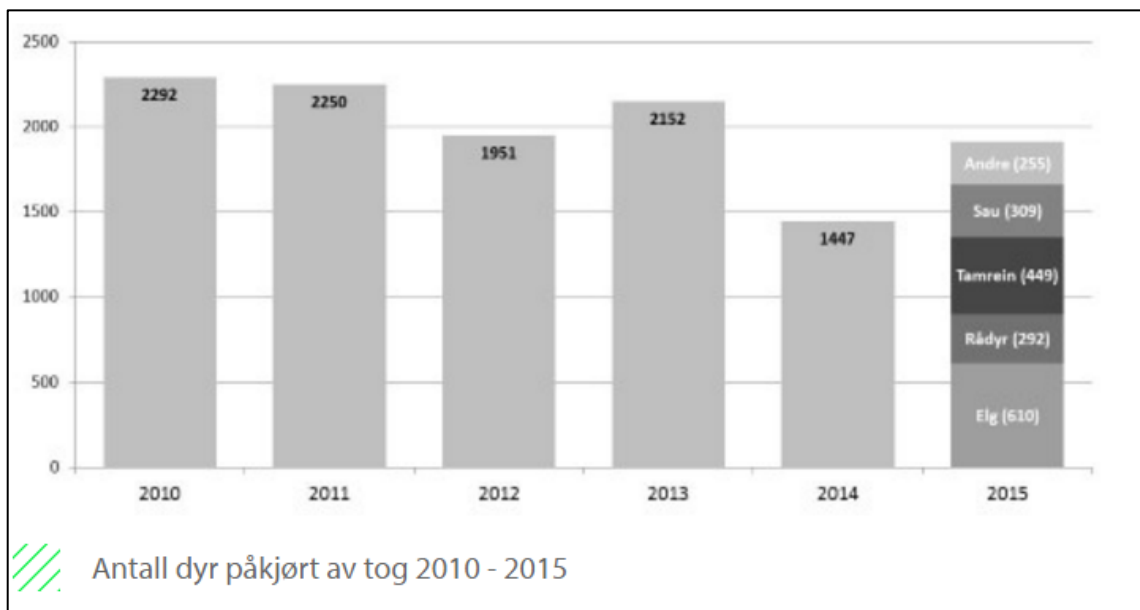
I følge «Per Corshammar» kan et annet tiltak være å opprette en nærliggende midlertidig betongfabrikk ved strekningen hvor det skal bygges. Dette vil forenkle logistikken, minimere utgifter, skape flere arbeidsplasser og redusere byggetiden.

Når det kommer til hvor mye masse som må transporteres ved utbygging, varierer dette stort på banene. En konvensjonell bane får store mengder å flytte på, da det blir store mengder med fylling og skjæring. Dette kan studeres nærmere i vedlegg 16, hvor massene viser prosentfordelingen av fylling/skjæring. En viss usikkerhet er det rundt dette da tilgjengelig datagrunnlag har vært noe begrenset. Ved utbygging av brubane er nødvendigheten av anleggsveger svært begrenset på grunn av prefabrikkerte elementer. Den nødvendige massetransporten blir da svært liten når det også er kun utgraving for søyler som er nødvendig.

8.1.3 Dyrepåkjørsler

Med tog som transportmiddel hvor framføringen er bestemt på et fast spor til gitte tider, er presisjon en svært viktig faktor for å få en god togframføring. Dyrepåkjørsler er med på å forsinke togframføringen, som igjen forplanter seg som følgeforsinkelser til andre tog.

I 2015 ble det registrert 1915 dyrepåkjørsler, se figur 27. Dette er et problem for både dyrevelferd, næringsaktører og togtrafikken. Bane NOR jobber kontinuerlig for å finne gode løsninger for tiltak mot dyrepåkjørsler (Banenor, 2016). Ikke bare er dette et samfunnsøkonomisk problem, men også et økonomisk tap hvor hvert enkelt dyr som går tapt er et tap for grunneier og kan gi staten et økonomisk erstatningskrav (BaneNor, 2016). Etter Bane NORs handlingsplan mot dyrepåkjørsler gjøres det i dag flere tiltak for å få bukt med antall påkjørte dyr. Den mest effektive metoden er vegetasjonsrydding, selv om andre tiltak som bruk av helikopter ved innsamling og oppsett/vedlikehold av gjerder også benyttes.



Figur 27: Antall dyr påkjørt av tog 2010-2015 (Bane NOR, 2016).

Med en brubane vil dyr kunne ferdes fritt med mer eller mindre fri passasje under bruen og med en svært liten sannsynlighet for påkjørsler. Siden søylene til en brubane vil variere, vil også nødvendig høyde på bruen variere, som igjen påvirker behovet for vegetasjonsrydding (Banenor, Dyrepåkjørsler, 2016).

Kort oppsummert vil dyrepåkjørsler kunne påvirke togets punktlighet og banens oppetid. Videre vil skader på tog/trasé medføre kostnader, påkjørsler kan gi økonomiske erstatningskrav og påvirke grunneiers inntekt.

8.1.4 Vedlikehold

Mye av vedlikeholdet på jernbaner går på det forebyggende. Målet er å oppdage og fjerne feil før de får konsekvenser som påvirker togtrafikken. Bane NOR har startet et prosjekt for å overvåke komponenter på drivmaskiner, sporfelt og varmesystem i sann tid.

Jernbanen i Norge bygges med en antatt levetid på omtrent 50 år. I mellomtiden må både spor, skinner og nærliggende vegetasjon vedlikeholdes. Alle komponenter slites over tid, og selv skinner av stål vil med tiden behøve vedlikehold for å forhindre at toget i verste fall sporer av (Banenor, Banenor, 2016). Sviller i ballasten kan bevege på seg og endre sporvidden, for tett nærliggende skog vil for lokomotivfører forverre sikt eller være en trussel mot kontaktledningsanlegget. Uansett type vedlikehold utgjør dette store ekstra kostnader.

Kostnaden på vedlikeholdet er avhengig av størrelse på tiltak og ikke minst syklus, og er svært vanskelig å måle og sette en fast prislapp på.

8.1.5 Vegetasjonskontroll

Vegetasjonskontroll må gjennomføres både i og ved sporet for å opprettholde krav til sikkerhet, robust drift og komfort. Her fjernes vekst og forhindrer fremtidig vekst. Rydding av større skog for å hindre fall over kontaktledning og trasé er her en viktig del. Denne delen av vedlikeholdet vil trolig bli noe ulikt på konvensjonell- og brubane.

8.2 Økonomisk resultat

Bane NOR benytter seg av erfaringsbaserte priser når de skal anslå kostnadene for en utbygging. For prosjekter i tidligfase er det vanlig å benytte en byggeklossmodell (beregningsmodell) for å estimere kostnader. Denne beregningsmodellen deles inn i kostnadsklasser på grunnlag av topografi, bebyggelse, geologiske forhold og hvilke av konstruksjonselementene bru, tunnel eller daglinje, som benyttes. Tabell 2 viser en oversikt over hvilke kostnadsklasser som er benyttet i den økonomiske beregningen. Tilhørende er lengder i meter, pris og total sum, både uten renter og inkludert renter med to års forskjell i byggetid. En detaljert oversikt over strekningen med tilhørende brukte kostnadsklasser vises i vedlegg 17.

Oversikt over kostnadsklasser:

- **A2** – Daglinje dobbeltspor, middels tett bebyggelse/ middels byggeforhold
- **A3** – Daglinje dobbeltspor, tett bebyggelse bystrøk småhus/ vanskelige byggeforhold
- **A8** – Daglinje dobbeltspor, tett bebyggelse bystrøk småhus/ vanskelige byggeforhold, nærføring (er dyrere på grunn av at ny linje bygges nærmere enn 10 meter til eksisterende linje)
- **B3** – Bru dobbeltspor, store spennvidder
- **C3** – Tunnel dobbeltspor, vanskelige byggeforhold

Tabell 2: Kostnadsdifferanse inkludert renter for konvensjonell- og brubane. Brukte kostnadsklasser er pris-indeksjustert.

Konv. Bane			
	Strekning (m)	Pris (kr)	
A2 - U/tunell, moderate byggeforhold	6 200	229 217	kr 1 421 145 400,00
A3 - U/tunell, vanskelige byggeforhold	19 500	319 452	kr 6 229 314 000,00
B3 - bru dobbeltspor, store spennvidde	4 200	805 591	kr 3 383 482 200,00
C3 - Tunell dobbeltspor, vanskelige byg	5 050	574 854	kr 2 903 012 700,00
A8 - U/tunell, nærføring	4 450	399 314	kr 1 776 947 300,00
Tot. lengde	39 400		
Tot. pris			kr 15 713 901 600,00
Brubane			
	Strekning (m)	Pris (kr)	
BE - bruelement	32 200	235 750	kr 7 591 150 000,00
C3 - Tunell dobbeltspor, vanskelige byg	3 000	574 854	kr 1 724 562 000,00
B3 - bru dobbeltspor, store spennvidde	4 200	805 591	kr 3 383 482 200,00
Tot. lengde	39 400		
Tot. Pris			kr 12 699 194 200,00
Renter inkl 4 %			
Konv. Bane 5 år	kr	17 703 204 426,27	
brubane 3 år	kr	13 742 492 266,44	
Differanse kostnad inkl renter			
kr			3 960 712 159,84

Her er den tradisjonelle, konvensjonelle jernbanen 3 milliarder kr dyrere enn brubanen.

Hvis man i tillegg tar hensyn til rentekostnaden ved at brubane bygges raskere vil differansen øke med ytterligere 1 milliard kr. Byggetid på 5 år for konvensjonell og byggetid på 3 år for brubane utgjør dermed en total differanse på ca. 4 milliarder kr.

Prisindeks-justeringer, tapt/tjent samfunnnytte og levetid er ikke tatt med i dette regnestykket.

8.3 Følte faktorer

8.3.1 Reisebehov for folket

Ved utbygging av infrastruktur ønsker befolkningen å berøres i minst mulig grad. Dette med tanke på lokalmiljøet hvor innbyggerne daglige ferdes, samt naturopplevelsene i området. Likevel er nødvendigheten av et moderne, sikkert og fremtidsrettet transportsystem økende i takt med befolkningsveksten. For å gi befolkningen transportsystemer som flest mulig kan benytte seg av, vil det også gi konsekvenser for deler av befolkningen. Sammen med de prissatte, er det mange ikke-prissatte faktorer som har en betydelig innvirkning og engasjerer parter av ulik grad. De følte faktorene vil bli gjennomgått i de påfølgende delkapitlene.

8.3.2 Støy

Støy er uønsket lyd, og opplevelsen av denne er individuell. Objektivt sett er det derfor vanskelig å si hvilken plagegrad støyen gir hver enkelt. Derfor anser vi støy som en følt faktor.

Støy forekommer i jernbanesammenheng under utbygging- og vedlikeholdsprosjekter samt fra den daglige togdriften. I anleggsfasen er det viktig å overholde støykravene som er satt, dette for at eksponeringen for tredjeparter skal bli minst mulig. Som prosjekteier er Bane NOR pliktig til å følge opp at entreprenøren(e) følger de satte krav.

Støyen fra togdriften stammer i hovedsak fra kontaktpunktene mellom hjul og skinne. Ujevnheter i skinne- og hjuloverflaten skaper vibrasjoner i sviller, skinner og hjul. Disse vibrasjonene fører til en utstråling av lyd som forplanter seg videre, både i grunnen og til nærliggende bygninger (Jernbaneverket, 2013).



Figur 28: Ujevnheter på skinneoverflaten hvor et vedlikeholds inngrep er nødvendig (Jernbaneverket, 2013).

8.3.2.1 Støytiltak

Et av jernbanens hoved-fortrinn er den lave støyen sammenlignet med vegtrafikken, noe som er den største kilden til støyplager i Norge. I løpet av det siste tiåret har støy fra jernbanen blitt betydelig redusert ved hjelp av mer stillestående tog, skinnesliping og støyskjerming (Samferdselsdepartementet, 2013, s. 32). Arbeidet med å redusere støyplager skal ifølge NTP fortsette og føre til at antallet personer som utsettes for over 38 dB innendørs skal reduseres med 30 prosent innen 2020 (Samferdselsdepartementet, 2013, s. 82). Videre arbeid med støykartlegging og støyberegninger danner grunnlaget for tiltaksplaner slik at støyforebyggingstiltakene imøtekommer skjerpede støykrav.

En slik kartlegging har Rambøll Sweco ANS utført for Bane NOR på første del av Dovrebanen, Sørli-Brumunddal. Rapporten foreslår tiltak mot støy for en forventet trafikksituasjon i 2050. En tilsvarende fagrapport om støy vil bli utarbeidet for strekningen Brumunddal-Lillehammer etter hvert som denne delen av prosjektet tar form (Jernbaneverket, 2016, s. 3).

I anleggsfasen er støyende arbeid noe man ikke kan unngå, men noen grep kan man ta. Midlertidige støyskjermer og arbeid lagt utenom innsovningsperioder, er tiltak som normalt benyttes. Svært utsatte tredjeparter kan i noen tilfeller få tilbud om midlertidig bosted (Staurem, 2013).

Under baner i drift er det tiltak som Bane NOR ikke påtar seg ansvaret for, men togselskapene må stå for selv. Dette gjelder støyen på deres rullende materiell. Tiltaket med mere støysvake tog er det mest effektive fordi dette gir effekt alle steder hvor materialet blir brukt (Staurem, 2013).

Vedlikeholdstiltaket *skinnesliping* utføres for å utjevne overflaten på skinneneprofilet og dermed å bedre komforten og sikkerheten ved togframføringen. Skinnesliping har best effekt for moderne tog med godt vedlikeholdte hjul. Derfor har introduksjonen av de nye Stadler Flirt togene til NSB og utfasing av eldre togsett, gitt redusert støy (Staurem, 2013).



Figur 29: For redusert støy, god kvalitet på sporet og lang levetid på skinnene utføres det jevnlig skinnesliping. Foto: Stig Arne Brenden (Ramstad, 2012).

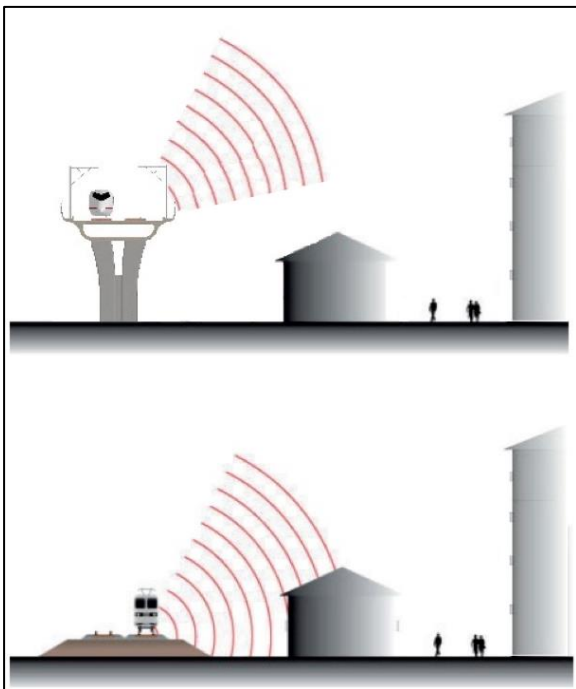
De minst kostnadseffektive tiltakene man utfører, er på eller ved bygninger. Selv som denne type tiltak akustisk sett er mest effektiv, gir den kun nytte innendørs for den aktuelle bygningen tiltaket er utført på (Staurem, 2013).

Et mere brukt og kostnadseffektivt tiltak er støyskjermer. Disse gir lavere støynivå i de laveste etasjene i hus samt dempet lydnivå i utendørsområder. Grunnen til dette er at de plasseres nære støykilden, altså i sporet (Staurem, 2013).

8.3.2.2 Støy fra Brubane

Støytiltakene Bane NOR utfører på konvensjonell bane er gode og godt etablert. Når det gjelder brubane er det mangel på erfaring. Man tenker seg kanskje at man kan direkte overføre erfaringen fra vanlig konvensjonell jernbane på bru som produserer 3-6dB mere støy enn bane på grunn, men dette lar seg ikke gjøre da brubane-konstruksjonen vil ha innebygd ytterligere støydempende tiltak. Generelt sett vil tiltakene mot støy bli utført likt på begge banetyper, men visse fordeler ser det ut til å være med brubanens konstruksjon (Sanbakke, 2017).

Siden brubanen ligger 5-15 meter høyere enn konvensjonell bane, vil høyden og betongelementene sammen med integrerte støyskjermer føre lyden oppover, før den sprer seg utover. I motsetning til konvensjonell bane der lyden spres direkte ut til sidene langs terrenget. Dette vil føre til mindre støy for bebyggelse i umiddelbar nærhet på bakkeplan, tettest på brubanen. Området får en fordel med mindre støy, på høyde med områder lengre unna, hvor støyen vil bli tilnærmet lik dagens situasjon med konvensjonell bane (Sanbakke, 2017). De som bor i 4-5 etasjers høyhus vil ikke få samme fordel, da lydstryen i prinsippet flyttes opp et par etasjer og sender lyden opp og ut omtrent 45° ut fra banen, slik som figur 30 illustrerer.



Figur 30: Illustrerer hvordan støyen fra bru- og konvensjonell bane brer seg utover.

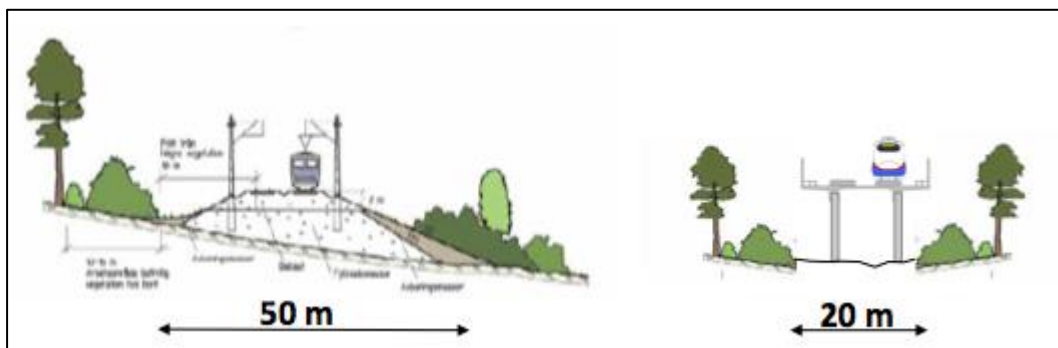
8.3.3 Sikt

8.3.3.1 Passasjerer

Ved bruk av togreiser ønsker mange passasjerer en behagelig, avslappet reise, fylt av praktfull norsk natur. For å få til dette på toppen av den trygge og sikre reisen jernbanen gir, må det ryddes for vegetasjon. Selv om vegetasjonsrydding i hovedsak utføres på grunn av sikkerhetsgevinsten, er sikt for passasjerer en positiv konsekvens (Anders Wåla, 2013).

Enkelte baner er viktige som turistbaner og reiselivsprodukt, hvor utsikten fra toget er en essensiell del. Et eksempel på dette er Raumabanen, hvor det i året som gikk ble fullført en omfattende skogrydding hvor 6000 kubikkmeter vegetasjon ble tatt ned (Svingheim, Bedrer utsikten for Raumabanen, 2016).

På konvensjonell bane vil det selv med godt ryddet vegetasjon gi begrenset sikt, og ubehagelige flimring fra trær vil også forekomme. Her er det en fordel med at brubane ligger høyere oppe og man kan se over mye av vegetasjonen. Samt at synsbildet ut over terrenget blir bedre og naturen kan nytes med mindre grad av flimring.



Figur 31: Inngrep Per Corshammar mener er nødvendig på konvensjonell- og brubane (Corshammar, 2017).

8.3.3.2 Innbyggere

Det at en brubane vil gi et visuelt fremtredende inntrykk er ingen hemmelighet. Befolkningen i nærheten ville antakeligvis protestert på en eventuell etablering, selv om banen plasseres i samme trasé som den konvensjonelle banen. Den delen av befolkningen som er vant til den eksisterende jernbanetraséen aksepterer antakeligvis brubanen på en bedre måte enn dem som vil få en helt ny visuell fremtredelse i nærmiljøet enn tidligere.

Befolkningen vil helst slippe å bli berørt av etableringen av nye baner og byggetradisjoner. Den totale samfunnsnytt og transportbehovet må likevel prioriteres, slik at det gagnar det samlede samfunnet.

8.3.4 Estetikk

8.3.4.1 Landskapsbilde

Vegetasjon og terrengformasjoner er elementene som danner det vi kjenner som landskapsrom. Sammen med naturlige og menneskeskapte landskapselementer som fjelltopper, skogspartier, sjøer, bygninger, veger og jernbane, danner disse landskapsbildet (Vegdirektoratet, 2014, ss. 10, 26).

En jernbane har veldig stiv linjeføring, noe som vanskeliggjør tilpasning til landskapsbildet. Ved bygging av veier kan de tilpasses terrenget nøye med nokså fri linjeføring, for å gi et mindre visuelt inngrep i landskapsbildet. Like lett er det ikke for jernbane da den, spesielt ved høye hastigheter som på IC-strekningene, har en meget stiv linjeføring, spesielt ved. Dette fører til at jernbanen blir mer dominerende i landskapsbildet og gir flere brudd i landskapssilhuetten. Bruddene konvensjonell jernbanen gir er dype skjæringer gjennom åser og høye fyllinger. Uheldige konsekvenser er at store deler av den dyrkede marken i området må avsettes og gir stygge sår i landskapsbildet. Utdraget fra fagrapporten om landskapsbildet beskriver dette:

«Jernbaneelementene vil bli synlig fra lenger avstand enn i dag, både fra veg og fra eksisterende bebyggelse. Det er viktig for omgivelsene, og for allmennhetens opplevelse av området, at estetiske kvaliteter sikres.» (Jernbaneverket, 2016, s. 19).

Ved etablering av en jernbane unngår man bruddene i landskapssilhuetten, men banen vil bli noe dominerende i landskapsbildet. For at banen skal bli minst mulig dominerende, justeres lengden på søylene etter terreng og behov. En stor fordel med etablering av bane på denne måten, er at områdene under banen blir frigitt. Dette betyr at eksisterende vegnett kan bestå, man kan ferdes fritt på undersiden og arealene kan nyttiggjøres (Corshammar, 2017).

8.3.4.2 Inngrep i naturen

I Ringsaker Kommune finner vi jordbruks-, fjell-, og ravineområder som sammen med forbindelsen mellom land og Mjøsa preger landskapsbildet. Karaktertrekkene og de menneskelige virksomheter er visuelt tydelige, og tildeles naturhistorisk tradisjonelt høy verdi. Det er derfor viktig å avklare miljø og samfunnsverdier, slik skal at de blir tatt hensyn til når tiltak planlegges. Konsekvensutredningen gir en anbefaling som sammen med kommunedelplanen sendes til politisk behandling (Jernbaneverket, 2016, ss. 7, 12).

For en god arealutnyttelse, er det viktig at den konvensjonelle banen opptar minst mulig mark fra omgivelsene. Derfor ser landskapsarkitektene i Rambøll-Sweco mye på innvirkningene fra skjæringer og fyllinger (Hogenstad, 2017). Dette er en krevende oppgave da den dimensjonerende hastigheten på 250 km/t gir lite handlingsrom. Noe som videre også fører til en omfattende jobb med omlegging av kommunale anlegg og veier, med etablering av kulverter og overgangsbruer (Jernbaneverket, 2016, s. 44).



Figur 32: En av de alternative linjeføringene fra sør, inn mot Hamar viser hvordan en skjæring kan være et dominerende inngrep i naturen og gir et brudd i landskapsilhuetten (Jernbaneverket, 2016, s. 44).

Det totale arealet inngrepet konvensjonell bane gir, blir fort stort når linjeføringen fører til høye fyllinger, dype skjæringer, omlegging av kommunale anlegg og etablering av kulverter og overgangsbruer som illustreres i figur 32 (Hogenstad, 2017). Sammenligner vi det totale avtrykket til konvensjonell bane med brubane, er det en betydelig forskjell. Dominerende fyllinger og skjæringer blir ikke lengre et element i landskapet, men erstattes av en bane som lar terrenget eksistere nærmest uberørt. Da brubanen står på søyler 5-15 meter over marken

kan eksisterende vegnett og kommunale anlegg bestå som i dag uten nevneverdige inngrep. Brubanekonstruksjonen eliminerer behovet for kulverter og overgangsbruer.

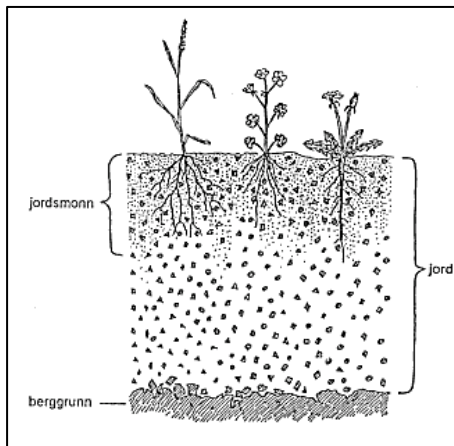
Arealbeslaget til en brubane er meget lav, da kun arealet til stolpene opptar marken. Arealet kan da i motsetning til konvensjonell bane benyttes, eksempelvis til dyrket mark, næring, etablering av grønnstruktur i byer og tettsteder, ikke bygge om eksisterende vegnett som i figur 33 (Corshammar, 2017).



Figur 33: Skøyen togstasjon. Her ser vi hvordan vegnettet går under en kort brubane. Foto: Sebastian Horn Baksaas.

Naturvern er opptatt av at vi trenger en fornuftig naturforvaltning slik at vi tar vare på naturens egenverdi, artsmangfold og rekreasjonsverdi. Naturens naturlige prosesser og økosystemer forandrer seg over svært langt tidsperspektiv. Dagens artsutrydding foregår i et tempo om lag tusen ganger raskere enn naturlig. For å bremse dette tempoet, jobber forbundet for en fornuftig forvaltning og god naturpolitikk slik at presset på en sårbar natur ikke blir for stort (Naturvernforbundet, 2014). Derfor er det viktig å ta vare på jordsmonnet i størst mulig grad, da dette sammen med vann og luft er grunnlaget for liv på planeten vår, og innehar over en fjerdedel av verdens arter (Svendgård-Stokke, 2015). I naturvernforbundets øyne vil mindre inngrep i naturen være positivt. Altså vil det være store fordeler knyttet til

brubanen som gir mindre inngrep og lar naturen i større grad eksistere slik den i nåværende situasjonen er. Oppbygningen av jordsmonn er vist i figur 34.



Figur 34: Illustrasjon av jordsmonn laget i jordskorpen. Denne er normalt under norske forhold på rundt en meter (Trømborg, 1999).

8.3.5 Sikkerhet

I NTP legger regjeringen frem at de som etappemål skal opprettholde og styrke det høye sikkerhetsnivået i jernbanetransport. «Regjeringen vil ut fra en samlet risikovurdering prioritere tiltak for å forebygge ulykker ved planoverganger, tiltak for å forhindre sammenstøt mellom tog og sikring mot skred og flom. Tiltakene vil omfatte både investeringsprosjekt, vedlikehold og fornyelse av jernbanenettet.» (Samferdselsdepartementet, 2013, s. 202). Gjennom en offensiv satsing på investeringer skal vedlikeholdsetterslepet prioriteres slik at færre uønskede hendelser inntreffer.

8.3.5.1 ERTMS

Signalanleggene på det Norske jernbanenettet er gammelt og på slutten av sin tekniske levealder. Nødvendigheten av et nytt signalsystem er derfor reelt for å øke sikkerhet, pålitelighet og kapasitet for fremtiden. Derfor planlegges det å prioritere implementeringen av det felles europeiske signalanlegget, European Rail Traffic Management System (ERTMS), også i Norge (Samferdselsdepartementet, 2013, s. 203).

ERTMS erstatter dagens optiske signaler langs sporet, med informasjon om kjøretillatelse og hastighet. Denne informasjonen sendes trådløst til togets førerrom og gir lokomotivføreren informasjonen via panelet.

«ERTMS er et databasert system som reduserer sannsynligheten for menneskelige feil.

ERTMS som system består av følgende:

- ETCS (European Train Control System-hastighetsovervåkning og signalering)
- GSM-R (for kommunikasjon mellom tog og signalanlegg)
- Felles europeiske trafikkregler»

ERTMS systemets grunnleggende funksjonalitet kan leses mere om i Bane NOR sitt “ERTMS for dummies 1” (Jernbaneverket, 2014, s. 2).

8.3.5.2 Bane NOR

Bane NOR har systemansvaret for samfunnstrygghet og forsvarsberedskap knyttet opp til jernbanen i Norge. De skal koordinere arbeidet opp mot togselskapene, samt kontinuerlig kartlegge, fjerne og utbedre risikopunkter som kan føre til uønskede hendelser og skader på mennesker, miljø og materiell (Svingheim, BaneNor sitt ansvar, 2012).

8.3.5.3 Planoverganger

En av de største sikkerhetsutfordringene på det norske jernbanenettet er de 3610 planovergangene (Jernbaneverket, 2015, s. 36). Planoverganger er etablert på steder det er absolutt nødvendig med ferdsel over spor og er sikret med hel- eller halvbommer, lyd- og lyssignal eller bare med grunder. Bane NOR har ansvaret for tryggheten på planoverganger og bedrer sikkerheten, dette for å følge internasjonale standarder (Svingheim, Planoverganger, 2014). Derfor brukes det om lag 75 millioner kroner årlig for sikring og fjerning av planoverganger, med halvering i antall planovergangsulykker som mål. Bare de siste 15 årene er om lag 1500 planoverganger fjernet (Jernbaneverket, 2015, s. 30).

Følgende internasjonale regler gjelder for hastighet over planoverganger:

- Strekninger hvor toget kjører opp til 130 km/t, usikret planovergang tillatt
- Strekninger hvor toget kjører opp til 160 km/t, planovergang skal ha automatisk veibomanlegg; halvbom eller helbom
- Strekninger hvor toget kjører mer enn 160 km/t, planoverganger er ikke tillatt (Svingheim, Planoverganger, 2014).

For denne oppgaven betyr dette at med dimensjonerende hastighet på 250 km/t må være planfrie løsninger. Enten ved bruk av undergang eller bru for den konvensjonelle jernbanen, mens brubanen vil av seg selv «sveve» over eksisterende planoverganger. Besparelse av arealbruken blir større, da underganger og bruer ikke er nødvendig og ikke tar opp mark. Dette er meget nyttig i områder med tett bebyggelse med lite tilgjengelige arealer som ofte helst brukes til utbedring av byrom. Figur 35 viser en nylig bygget kulvert under eksisterende jernbanen. Bildet er tatt under en ekskursjon til Kongsberg.



Figur 35: Vegkulvert etablert under den eksisterende jernbane i Kongsberg. Foto: Sebastian Horn Baksaas

8.3.5.4 Ulovlig ferdsel

Å redusere farten og stanse et tog tar tid og krever lang bremselengde.

Retardasjonshastigheten til et godstog i 100 km/t, er ifølge kjøretidsberegningene til Bane NOR på Dovrebanen om lag 1600 meter, mens et persontog i 250 km/t buker drøye 4000 meter (Gjerde, 2017). Det er derfor en umulig oppgave å hindre påkjørsel av personer og dyr som ferdes i sporet. Ifølge norsk lov er det ikke tillatt å ferdes på jernbanelinjer eller i områder i tilknytning av linjen. Likevel registreres det jevning ulovlig ferdsel, med klypte hull i gjerder som indikerer bruken av snarvei. Derfor har Bane NOR (daværende Jernbaneverket), laget video om hvor farlig det er å ferdes i sporet (Svingheim, Mennesker i sporet, 2013).

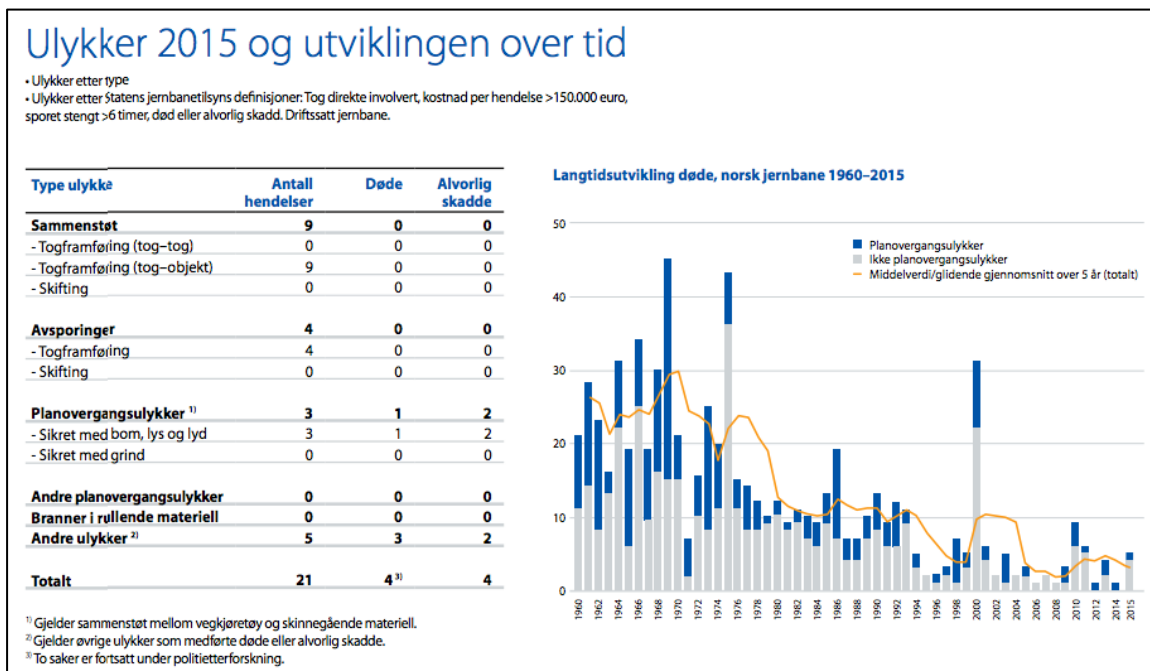
Gjerder settes opp for å verne mot farlig ferdsel for mennesker og dyr. Selv om Bane NOR ikke har en generell plikt til å sette opp gjerder, må de følge gjerdeplikten som følger i særskilt

rettsgrunnlag som lover, forskrifter og vedtak fra stortinget og plan- og bygningsloven (Svingheim, Gjerde, 2013).

For brubanens del vil det ikke være mulig å komme seg opp på bruene. I forhold til gjeldende sikkerhetsregler vil det bli plassert stiger som fører ned til bakkenivå for å tilkomme kravet om rømningsveg. For å komme seg ned fra brua, må en luke åpnes. Denne luken kan kun åpnes fra oversiden, med mindre du er i besittelse av en spesialnøkkel som i utgangspunktet kun er for vedlikeholds personell. Eventuelle inntrengere vil derfor ikke ha muligheten til å komme seg opp på brua.

8.3.5.5 Ulykker og hendelser i Norge

Selv om jernbane er tryggere enn andre transportmidler, forekommer det ulykker. På det norske jernbaneanlegget jobbes det godt og satses mye penger på sikkerheten, men det forekommer likevel ulykker som avsporinger og planovergangsulykker. Heldigvis viser langtidsutviklingen at antall ulykker og dødsfall går nedover, se figur 36.



Figur 36: Ulykkesstatistikken i 2015 og den langsiktige utviklingen. Planovergangsulykker vil med brubane forhindres. (50 side, vedlegg 2)

8.3.5.6 Risiko i driftsfasen

Som en del av den totale konsekvensutredningen av Dovrebanen, har Rambøll Sweco ANS laget en fagrapport, risiko- og sårbarhetsanalyse. Den tar for seg sannsynlighet og risiko for at

de identifiserte hendelsene inntreffer, samt forslag til risikoreduserende tiltak. Denne rapporten er i hovedsak laget for strekningen sør for Brumunddal, men den er likevel aktuell da den inkluderer Ringsaker Kommune, som dekker store deler av strekningen nord for Brumunddal opp mot Lillehammer (RambøllSweco, 2016, s. 1).

I Ringsaker kommune identifiserer rapporten totalt seks uønskede hendelser knyttet til driftsfasen. Tre av hendelsene medfører akseptabel risiko (Grønt risikoområde). De resterende tre hendelsene medfører litt høyere enn akseptabel risiko, men ikke høyt nok til å være uakseptabel risiko (Gult risikoområde). Ingen hendelser er identifisert som uakseptable (Rødt risikoområde) (RambøllSweco, 2016, ss. 51-55).

8.4 Resultat følte faktorer

Det høye sikkerhetsnivået er jernbanens største styrke og ivaretas gjennom regjeringens transportpolitikk. Videre er det Bane NOR som har systemansvaret for kvaliteten på det norske jernbanenettet. Konvensjonell- og brubane har mange av de samme sikkerhetsegenskapene da det samme signalsystemet og like tekniske krav til jernbanekonstruksjonene benyttes. Forskjellene som trekkes frem gjelder planoverganger og ulovlig ferdsel på jernbanelinjer. Disse fordelene forekommer når man velger brubane, fordi tilgjengeligheten til sporet for uvedkommende minskes og planoverganger ikke vil eksistere på linjen. Til sammenligning er det enkel tilgang til spor og farlige situasjoner ved planoverganger på konvensjonell bane.

Støyen fra konvensjonell- og brubane vil bre seg forskjellig ut over terrenget. Støyen fra en konvensjonell bane presses rett til siden som brer seg langs bakken. Støypåvirkningen fra brubanekonstruksjonen vil ved hjelp av bruelementene og støyskjermer presse lyden mer opp og til siden. Dette fører til mindre støy i nærmeste tilknytning til banen på bakkenivå, men vil ikke gi fordel for høye bygninger.

Det at brubanen ligger 5-15 meter høyere enn konvensjonell bane gir bedre sikt fra toget, både for passasjerer og lokfører. Nødvendigheten av vegetasjonsrydding blir mindre, da faren

for nedfall av trær over linjen og kontaktledning minskes, samt at sikten for å oppdage dyr i traséen øker.

Etablering av konvensjonell jernbane vil gi brudd i landskapssilhuetten med dype skjæringer og fyllinger. Sammen med etablering og omlegging av kulverter, overgangsbruer, kommunale veier og anlegg, vil dette medføre stort arealbehov. En brubane vil ha mindre nødvendighet for areal. Noe som fører til at arealet under kan bli benyttet til veier, anlegg, næring, dyrket mark eller grønnsstruktur i byer og tettsteder. Brubanen vil dog dominere landskapsbildet å sjenere mer enn hva en konvensjonell bane vil gjøre.

Hvert enkelt individ vil veie de følte faktorene forskjellig. Dette fører til mange meninger om hvordan regjeringen bør satse. Regjeringens mål er: «å tilby et effektivt, tilgjengelig, sikkert og miljøvennlig transportsystem som dekker samfunnets behov for transport og fremmer regional utvikling.» (Samferdselsdepartementet, 2013, s. 71).

Ut ifra de følte faktorene, fremstilles de positive og negative sider i tabell 3 ved henholdsvis konvensjonell- og brubane i en poengtabell. Poengfordelingen i sammenstillingen av alternativene er gitt med fargeangivning grønn (+1 p), gul (0 p) og rød (-1 p), hvor strekningen Brumunddal-Lillehammer sees på.

Tabell 3 Poengtabell for de følte faktorene.

Parameter	Alternativ 1 Konvensjonell bane	Alternativ 2 Brubane
Reisebehov for folket	Reisebehov mellom Brumunddal og Lillehammer, i forhold til eksisterende situasjon. +1	Reisebehov mellom Brumunddal og Lillehammer, i forhold til eksisterende situasjon. +1
Støy	Støyen brer seg utover til sidene og langs terrenget, kan medføre støyplager selv med støyforebyggende tiltak. 0	Støyen vil ved hjelp av konstruksjonen presse lyden i større grad opp, dette fører til mindre støy i direkte tilknytning til banen på bakkenivå. +1
Sikt passasjerer	Passasjerer får begrenset utsikt fra toget på grunn av lange tunneler, dype skjæringer og ubehagelig flimring fra vegetasjon. 0	Ved plasseringen 5-15 meter høyere oppe, vil dette alternativet gi bedre sikt for passasjerene pga. kortere tunneler, mindre skjæringer og flimring. +1
Sikt lokfører	Nødvendig med kontinuerlige tiltak. 0	Kun mindre tiltak nødvendig +1
Sikkerhet	Identisk med dagens. 0	Minimale muligheter for ulovlig ferdsel i sporet. +1
Estetikk	Brudd i landskapssiluetten. 0	Gir et nytt dominerende element i landskapet. -1
Arealbeslag	Mindre brudd i landskapssiluetten, med skjæringer, fyllinger, tunneler, bruer. 0	Innebærer mindre terrenginngrep og omlegging av kommunale anlegg. +1
Poengfordeling	+1	+5

9 Diskusjon

Hovedmålet med denne bacheloroppgaven var å se nærmere på muligheten for å føre jernbanen på et nytt konsept i Norge. Plassering av jernbane på bru, også i områder hvor «bru» ikke er nødvendig, er nytt og gir et visuelt fremtredende element som kan det bli møtt med motstand fra samfunnet.

Hvordan hver enkelt person velger å veie følte- og økonomiske faktorer, er ofte basert på egne interesser og behov. Det er derfor vanskelig å svare på om det bør bygges konvensjonell- eller brubane tatt allmennhetens interesser og behov i betraktning. På grunn av dette er det i tabell 3, framstilt et antatt gjennomsnittlig syn på de følte faktorene.

Kildekritikk

Innledningsvis i oppgaven ble det satt en rekke avgrensninger som i det store bildet kan føre til en viss usikkerhet angående de løsningene som fremmes. Det er derfor muligheter for at resultater som fremmes ikke er realistisk mulig.

Under innhenting av informasjon fra rapporter, analyser og intervjuer til litteraturstudiet, har kilders troverdighet blitt vurdert med et kritisk øye. Ved innhenting av informasjon er det i betydelig grad benyttet pålitelige kilder som Bane NOR og NTP. Likevel kan disse analysene og rapportene sammen med intervjuobjektens informasjon potensielt inneholde feil. Da oppgaven skrives over vårsemesteret 2017, kan nye oppdateringer om strekningen publiseres i etterkant uten at de er tatt i betraktning. Eventuelle feil og/eller endringer i brukte kilder vil ha innvirkning på denne bacheloroppgavens resultater og konklusjoner.

En annen potensiell feilkilde er forfatterens kildeoppfatning og eventuelle feil i innhentet teori, manuelle beregninger og unøyaktig input i benyttede programvarer. Men gjennom faglig nøyaktighet og punktlig grunnarbeid er det ingen grunn til å tro at det finnes direkte feil i oppgaven. Potensialet for feil i data og installasjon av programvare vil likevel være tilstede.

Faktorer som ikke er tatt hensyn til

Et jernbaneprojekt er svært komplekst med mange faktorer som spiller inn. Flere av avgrensningene som ble satt i innledningen av oppgaven, vil potensielt ha stor innvirkning på

resultatet til et prosjekt som dette. Avgrensningene ble valgt med grunnlag i hva forfatterne og samarbeidspartnere ønsket å få ut av oppgaven, nemlig å se på potensialet for en jernbane på bru. Et eksempel på en faktor som har betydning på om de alternative banene faktisk er teknisk mulig er grunnforholdene. Da oppgaven ikke tar for seg geotekniske grunnhold er det en usikkerhet i om det eventuelt kan bli dyrere å bygge i dette området enn hva som er forutsatt. Det samme gjelder for eksempel ras og utglidninger, noe som kan gi store skader på konstruksjoner og eventuelt stenge banen.

Diskusjon av alternativene

Jernbane på ballastspor i terrenget er den konvensjonelle måten å bygge jernbane på. Denne metoden gir både fordeler og ulemper for samfunnet. Selv om sikkerheten på jernbanen er svært god, må det trekkes fram faremomenter ved planoverganger og ulovlig ferdsel på sporet. Linjeføringen til banen er stiv og gir utfordringer når den er lagt i terrenget. Potensialet for brudd i landskapsilhuetten og sår i terrenget vil eksistere i form av dype skjæringer og fyllinger. Videre gir dette utfordringer for dyr som har sine faste trekk mønstre hvor det må etableres viltoverganger for optimal tilrettelegging.

Fordelen med den konvensjonelle byggemetoden er at den er godt innarbeidet og det finnes erfaring rundt denne metoden i det norske markedet. Befolkningen har et forhold til konvensjonell jernbane da mange har en i nærmiljøet i dag og vet hvordan den ser ut. Det vil da lettere kunne aksepteres en ny slik bane i samme område, siden de følte faktorer ikke gir større negative innvirkninger enn hva dagens bane gjør.

Jernbane etablert på en brukonstruksjon er en metode som ikke tidligere er benyttet i Norge, men utprøvd med suksess i utlandet. Her vil det også være fordeler og ulemper og trekke frem. Den største barrieren for etablering av en slik jernbane kan være en negativ innstilling og manglende ønske om å utfordre innarbeidede rutiner og regelverk. Enkelte kan til og med potensielt trekke frem det estetiske og vinkle det negativt, uten at fordelene er tatt i betraktning.

Når jernbanen ligger på bru over terrenget kan arealene under benyttes og man kan ferdes fritt. Dette gir store gevinster for lokalmiljøet og sikkerheten, da brubanen gir lite arealbeslag.

Faremomenter rundt planoverganger og ulovlig ferdsel i sporet hindres. For at denne byggemetoden skal la seg gjennomføre i Norge er man avhengig av engasjerte personer som ønsker å utfordre dagens system. Regelverket til Bane NOR må oppdateres og entreprenører må være villige til å tilegne seg ny kunnskap gjennom erfaring fra prosjekter i utlandet, alternativt at det kommer utenlandske entreprenører som bygger brubanen.

Sammenligning

Topografien på strekningen er svært krevende og vil gi dominerende konstruksjoner i terrenget. Her viser resultatene at brubanen vil ha større friheter og gi kortere tunneler. Selv om den gir et mere dominerende estetisk uttrykk, gir ikke brubanen brudd i landskapssilhuetten med dype skjæringer eller store fyllinger slik som konvensjonell bane vil gi. Sikkerhetskravene til utforming av banene er identiske, men det er en stor fordel med bane på bru da det ikke lenger er mulig med viltkrysninger. Området som en konvensjonell bane ville tatt opp med sitt store fotavtrykk kan da benyttes til andre formål som grønnstruktur og etablering av næring. Men den største gevinsten vil ligge i infrastrukturen i tilknytning til jernbanen som sammen med myke trafikanter kan ferdes fritt under brukonstruksjonen.

Støynivået fra de to banene vil bli identisk, men vil oppleves forskjellig nære banen på bakkeplan. Grunnen til dette er at brubanen flytter støyen noen etasjer opp og presser lyden mer oppover. Dette vil ikke gi mindre støy for høye bygninger i direkte tilknytning, men lavere støy i umiddelbar nærhet av brukonstruksjonen.

Videre arbeid

Byggetiden og kostnadene til den konvensjonelle jernbanen er godt dokumentert gjennom lang erfaring. Prosjektene er store og med mye penger inne i bildet kan potensiell økonomisk besparelse være reell. På tross av dette virker interessen for å utfordre eksisterende metoder og regelverk laber. Vi håper derfor at denne bacheloroppgaven fører til ytterligere vurderinger av konseptet, slik at de gamle tradisjoner, regler og byggemetoder kan utvikles for potensielt å gi en billigere jernbane, som kan bygges på kortere tid. Produksjon av

brubaneelementer på nærliggende fabrikker vil gi kortere transport og mindre logistiske utfordringer. Det vil igjen spare miljøet og redusere ned byggetiden, noe som øker samfunnsnyttien og tjener samfunnet.

Gamle vaner er vonde å vende, men vi må stille oss spørsmålet; Hva er viktigst – bygge jernbane effektiv og samfunnsnyttig eller verne om gamle tradisjoner og byggemetoder?

10 Konklusjon

Det har blitt vurdert ulike linjeføringer for en ny trasé på IC Dovre nordlige del. Etter sette begrensninger og valgte avgjørende faktorer, presenteres den beste løsning for linjeføring i vedlegg 5-13.

Brubane gir positive effekter gjennom redusert «fotavtrykk», byggetid og kostnader. Den åpner for industrialisering av infrastrukturbygging, noe som kan gi økt sysselsetting både nasjonalt og lokalt. Som for innkjøp av forsvarsmateriell kan en etablere lokale ordninger, som sikrer «tilbakekjøpsavtaler» for lokale bedrifter. Industrien vil ha klare paralleller til norsk offshoreindustri, hvor betong har vært svært mye benyttet, og vil kunne eksporteres i form av produkter og kompetanse.

3 avgjørende faktorer i konklusjonen:

- Byggekostnader – 25 % lavere for brubane
- Byggetid – 40 % lavere med brubane
- Fotavtrykk – 30-60 % lavere for brubane

Oppgaven bygges på problemstillingen; *Kan jernbanen føres på en bedre trasé med et nytt konsept i Norge?*

Jernbanen kan føres på en ny trasé med et nytt konsept i Norge. Hvorvidt om dette er lønnsomt er en vurdering opp til hver enkelt person, ettersom faktorer innenfor samfunnsnyttens veies ulikt. Basert på forfatterens vurderinger og beregnede kostnader, er dette mulig, og bør absolutt undersøkes nærmere. Det anbefales derfor til videre studier knytte til brubane generelt, og omkring pris for prefabrikkerte bruelement og geologiske undersøkelser av anleggsområdet spesielt.

Bibliografi

- (u.d.). Hentet fra <http://www.banenor.no/Jernbanen/Miljo/Miljorapportering/miljorapport-2015/dyrepakjorsler/>
- Anders Wåla, T. B. (2013, Mai 29). *Vegetasjonskontroll*. Hentet fra <http://www.banenor.no/Jernbanen/Miljo/Miljopavirkning/Vegetasjonskontroll/>
- Autodesk. (2017). *www.autodesk.no*. Hentet fra <http://www.autodesk.no/products/autocad/features>
- Banenor. (2013). InterCity.
- BaneNor. (2013). *www.banenor.no*. Hentet fra <http://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter/dovrebanen/brumunddal-lillehammer/>
- Banenor. (2016, Oktober 3). *Banenor*. Hentet fra Banenor.no: <https://trv.jbv.no/ValgfagHiOA/2016/tilstandskontrollHiOA2016.pdf>
- Banenor. (2016). *Dyrepåkjørsler*. Hamar: Banenor.
- Banenor. (2016, April 27). *Dyrepåkjørsler*. Hentet fra <http://www.banenor.no/Jernbanen/Miljo/Miljorapportering/miljorapport-2015/dyrepakjorsler/>
- Banenor. (2016, Desember 22). *www.banenor.no*. Hentet fra Teknisk regelverk: <https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering/Sporveksler>
- BaneNor. (2016). *www.banenor.no*. Hentet fra <http://www.banenor.no/Jernbanen/Miljo/Miljorapportering/miljorapport-2015/dyrepakjorsler/>
- BaneNor. (2016, September 23). *www.banenor.no*. Hentet fra <http://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter/intercity/hvorfor-intercity/>
- Banenor. (2017, 1 4). *Jernbaneverket*. Hentet fra <https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Bygging/Ballast>
- BaneNor. (2017b, Februar 15). Hentet fra https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering/Sporkonstruksjoner#Ballastfritt_spor
- Banenor. (u.d.). *www.banenor.no*. Hentet fra Teknisk regelverk, 4.1 Fall og stigninger: https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering/Sporets_tras%C3%A9
- BaneNor. (u.d.). *www.banenor.no*. Hentet fra InerCity Dovrebanen: <http://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter/dovrebanen/brumunddal-lillehammer/>
- Corshammar, P. (2017, Mars 21). Brubane. (S. H. Baksaas, Intervjuer)
- Dahlum, S. (2014, Juni 13). <https://snl.no>. Hentet fra https://snl.no/kvantitativ_analyse
- dr_kazuchan. (2011). Hentet fra http://blog.livedoor.jp/dr_kazuchan/archives/3697386.html
- Ekroll, Ø. o. (2012). Hentet fra <http://www.kirkesok.no/kirker/Ringsaker-kirke>
- Esri. (2017). *www.arcgis.com*. Hentet fra <https://www.arcgis.com/features/features.html>
- Freng, G. (2015, Februar 20). Hentet fra <https://www.ringsaker-blad.no/moelv/politi/sykehus-og-politisentral-kan-samles-i-moelv/s/5-79-10266>
- Geodata AS. (u.d.). Hentet fra <http://geodata.no/hva-tilbyr-vi/innhold-og-tjenester/demografi/rutenett-100x100-m/>
- Gjerde, K. (2017, April 18). Kjøretidsberegninger. (S. H. Baksaas, Intervjuer)

- Google/maps. (2010). *www.google.no/maps*. Hentet fra <https://www.google.no/maps/place/2390+Moelv/@60.9388058,10.6787484,4295m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x466a782592c72211:0x91be00a28d7978b1!8m2!3d60.9382268!4d10.6998338>
- Håland, J. S. (2016, Mai 24). Hentet fra <https://www.ringsaker-blad.no/nyheter/bolig-og-eiendom/moelv/starter-byggingen-i-moelv/s/5-79-55586>
- Hoff, A. H. (2017, 03 28). Kalkulasjonsrente, samferdselsdepartementet. (J. Hvassing, Intervjuer)
- Hogenstad, T. (2017, April 03). Landskapsinngrep|. (S. H. Baksaa, Intervjuer)
- Hvassing, J. (2017, April 03). Brubane. (J. Hvassing, Intervjuer)
- Jernbaneverket. (2013, Mai 28). *Støy*. Hentet fra http://www.banenor.no/contentassets/1310c139b88a44dd8041c9f350ed763d/jbv_godsstrategi_2016_trykk.pdf
- Jernbaneverket. (2014). *ERTMS for dimmies 1*. Jernbaneverket.
- Jernbaneverket. (2015, Juni). *Jernbaneverkets virksomhet 2015*. Hentet fra <http://www.banenor.no/contentassets/3279c389ae78493793ebaf3592f493d2/pa-skiner-2014.pdf>
- Jernbaneverket. (2016). *Fagrapport landskapsbildeet*. Jernbaneverket.
- Jernbaneverket. (2016). *Godsstrategi for jernbanen*. Hamar: Oktober.
- Jernbaneverket. (2016). *KU Fagrapport - Støy*. Hamar: Jernbaneverket.
- Kunnskapsbasert praksis. (2012). *www.kunnskapsbasertpraksis.no*. Hentet fra <http://kunnskapsbasertpraksis.no/kritisk-vurdering/kvalitativ-metode/>
- Kupiec, P. (2017, Mars 02). Stigningsrapport. (J. Hvassing, Intervjuer)
- Lillejord, H. (2017, Januar 10). Hvorfor InterCity. (S. H. Baksaa, Intervjuer)
- Lovdata. (2011, Juli 1). *www.lovdata.no*. Hentet fra https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-04-11-388/KAPITTEL_3#KAPITTEL_3
- Margareta Viklund. (2015, August 24). *www.jernbaneverket.no*. Hentet fra <https://trv.jbv.no/ValgfagHiOA/2015/underbygning-intro.pdf>
- Maurer. (u.d.). Hentet fra http://www.maurer.eu/fileadmin/medien/05_downloads/Prospekte/EN/BSS/Prosp_MAUERER_Structural_Protection_of_Railway_Bridges_en.pdf
- Medisenteret, H. i. (2012). *www.kunnskapsbasertpraksis.no*. Hentet fra <http://kunnskapsbasertpraksis.no/kritisk-vurdering/kvalitativ-metode/>
- Naturvernforbundet. (2014, April 08). *Naturvern*. Hentet fra <https://naturvernforbundet.no/naturvern/>
- Norsk jernbaneklubb. (u.d.). Hentet fra Moelv stasjon 1905: <http://forsk.njk.no/stdb/index.php?sid=1347&mod=st&Stnr=3306&detaljert=1&banelD=>
- Nyborg, C. (2010, Oktober 5). Hentet fra https://lokalhistoriewiki.no/index.php/Strand_og_Veldre_brennerier
- Nyborg, C. (2017, januar 4). Hentet fra https://lokalhistoriewiki.no/index.php/Moelven_Cellulosefabrikk
- Nyeveier. (2017, Februar 01). Hentet fra <http://www.nyeveier.no/veiprosjektene/e6-kolomoen-moelv/>
- Nygård, T. (2017, Januar 13). *www.lokalhistoriewiki.no*. Hentet fra <https://lokalhistoriewiki.no/index.php/Moelv>

- osCommerce. (2017). Hentet fra http://www.robs-mw.com/shop//product_info.php?cPath=23_25&products_id=38
- osCommerce. (2017a). Hentet fra http://www.robs-mw.com/shop//product_info.php?cPath=23_25&products_id=38
- osCommerce. (2017b). *www.robs-mw.com*. Hentet fra http://www.robs-mw.com/shop//product_info.php?cPath=23_25&products_id=38
- Railway-technology. (2017). *www.railway-technology.com*. Hentet fra <http://www.railway-technology.com/projects/erfurtleipzighalle-high-speed-line/erfurtleipzighalle-high-speed-line3.html>
- Rambøll. (2012). Hentet fra <http://www.ramboll.no/projects/rno/moelv-stasjon-sentrumsgate>
- RambøllSweco. (2016). *ROS-analyse Dovrebanen*. Hamar: Jernbaneverket.
- Ramstad, E. K. (2012, August 29). *Skinnesliping*. Hentet fra <https://www.laagendalsposten.no/kongsberg/nyheter/matte-slipe-jernbanen/s/2-2.1601-1.7513192>
- regelverk, T. (2017, januar 30). *www.banenor.no*. Hentet fra Teknisk regelverk: https://trv.jbv.no/wiki/Bruer_og_konstruksjoner/Prosjektering_og_bygging/Generelle_tekniske_krav
- regelverk, T. (2017, Mars 24). *www.Banenor.no*. Hentet fra https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering/Sporets_tras%C3%A9#Sporavstand_p.C3.A5_linjen
- regelverk, T. (2017f). *www.banenor.no*. Hentet fra https://www.google.no/search?q=underbygning+jernbane&biw=1536&bih=770&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjZnPe-99_RAhWD6CwKHcwAAVwQ_AUIBigB#tbm=isch&q=ylling+og+skj%C3%A6ring&imgsrc=d-Dvxw3A-GZsgM%3A
- Regjeringen. (2015, September 03). Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/sub/stedsutvikling/ny-emner-og-eksempler/fortetting-ny/id2363894/>
- Ringsaker kommune. (2011, Oktober 05). Hentet fra http://www.ringsaker.kommune.no/getfile.php/1752515.1897.eeabwucccd/Planprogram_H%C3%B8ring.pdf
- Ringsaker kommune. (2011). Planprogram Ringsaker. I R. kommune. Ringsaker kommune.
- Samferdselsdepartementet. (2013, April 12). *www.regjeringen.no*. Regjeringen Stoltenberg 2. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/e6e7684b5d54473dadeeb7c599ff68b8/no/pdfs/stm201220130026000dddpdfs.pdf>
- Sanbakke, T. (2017, Mars 23). *Støy*. (S. H. Baksaas, Intervjuer)
- Skarsæterhagen, M. (2016). Hentet fra Sporgeometri: <https://trv.jbv.no/ValgfagHiOA/>
- Skarsæterhagen, M. (2016). Hentet fra <https://trv.jbv.no/ValgfagHiOA/2016/sporgeometriHiOA2016.pdf>
- Statistisk sentralbyrå. (2016, Desember 06). Hentet fra <https://www.ssb.no/befolkning/statistikker/befteett/aar/2016-12-06?fane=tabell&sort=nummer&tabell=285841#tab-tabell>
- Statistisk sentralbyrå. (2016). *Befolkningsfremskrivinger 2016-2100*. Statistisk sentralbyrå.
- Statistisk sentralbyrå. (2016, 12 06). *Innbyggere i Moelv og Brumunddal*. Hentet fra <https://www.ssb.no/befolkning/statistikker/befteett/aar/2016-12-06?fane=tabell&sort=nummer&tabell=286024>

- Statistisk sentralbyrå. (2016, Desember 06). *Innbyggere Ringsaker*. Hentet fra <https://www.ssb.no/befolkning/statistikker/befteft/aar/2016-12-06?fane=tabell&sort=nummer&tabell=285841#tab-tabell>
- Staufem, T. A. (2013, Mai 28). *Støy*. Hentet fra <http://www.banenor.no/Jernbanen/Miljo/Miljopavirkning/Stoy/>
- Strandbakke, O. R. (2017, Januar 26). Moelv. (S. H. Baksaa, Intervjuer)
- Structural Protection Systems. (u.d.). *www.maurer.eu*. Hentet fra http://www.maurer.eu/fileadmin/medien/05_downloads/Prospekte/EN/BSS/Prosp_MAUER_Structural_Protection_of_Railway_Bridges_en.pdf
- studievalg.no. (2017). *www.studievalg.no*. Hentet fra <http://www.studievalg.no/yrker/teknologi-ingenirfag-og-arkitektur/banemontor>
- Sven Haugberg, I. N. (2017, Januar 18). Hentet fra <https://sykehuset-innlandet.no/seksjon/styret/Documents/2017-01/004-2017%20Vedlegg%2001%20Samfunnsanalyse.pdf>
- Svendgård-Stokke, S. (2015, Juli 01). *Jordsmonnåret 2015*. Hentet fra http://www.skogoglandskap.no/temaer/jordsmonnaret_2015
- Svingheim, N. (2012, Mai 08). *BaneNor sitt ansvar*. Hentet fra <http://www.banenor.no/Sikkerhet/JBV-sitt-ansvar/>
- Svingheim, N. (2013, Oktober 29). *Gjerde*. Hentet fra <http://www.banenor.no/Sikkerhet/Gjerde/>
- Svingheim, N. (2013, Oktober 29). *Mennesker i sporet*. Hentet fra <http://www.banenor.no/Sikkerhet/Menneske-i-sporer/>
- Svingheim, N. (2014, Januar 07). *Planoverganger*. Hentet fra <http://www.banenor.no/Sikkerhet/Planoverganger/>
- Svingheim, N. (2016, Juni 07). *Bedrer utsikten for Raumabananen*. Hentet fra <http://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter-old/Vedlikeholdsprosjekter/saker-om-vedlikeholdstiltak-2016/bedrer-utsikten-for-raumabananen/>
- Sweco. (2017, Februar 10). Hentet fra <http://www.sweco.no/nyheter/nyhetsartikler/2017/sweco-prosjekterer-verdens-hoyeste-trehus---igjen/>
- Sykehuset Innlandet HF. (2017, Februar 02). Hentet fra <https://sykehuset-innlandet.no/seksjon/fremtidig-sykehusstruktur>
- Teacherweb. (u.d.). Prefab bridges.
- Technology, R. (2017). *www.railway-technology.com*. Hentet fra <http://www.railway-technology.com/projects/erfurtleipzighalle-high-speed-line/>
- Teknisk regelverk. (2014). *www.banenor.no*. Hentet fra https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering/Sporets_tras%C3%A9/Vedlegg/Traseringstabeller_for_nye_baner_og_linjeomlegginger#Hastighet_250_km.2Fh
- Teknisk regelverk. (2017a, januar 30). *www.banenor.no*. Hentet fra Teknisk regelverk: https://trv.jbv.no/wiki/Bruer_og_konstruksjoner/Prosjektering_og_bygging/Generelle_tekniske_krav
- Teknisk regelverk. (2017b, Mars 24). *www.banenor.no*. Hentet fra https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering/Sporets_tras%C3%A9#Sporavstand_p.C3.A5_linjen
- Teknisk regelverk. (2017c). *www.banenor.no*. Hentet fra https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering_og_bygging/Banelegeme

- Teknisk regelverk. (2017d). *www.banenor.no*. Hentet fra https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering/Sporets_tras%C3%A9#Sporavstand_p.C3.A5_linjen
- Teknisk regelverk. (2017e). *www.banenor.no*. Hentet fra https://trv.jbv.no/wiki/Bruer_og_konstruksjoner/Prosjektering_og_bygging/Generelle_tekniske_krav
- Teknisk regelverk. (2017f). *www.banenor.no*. Hentet fra https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering/Sporets_tras%C3%A9
- Teknisk regelverk. (2017g). *www.banenor.no*. Hentet fra https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering/Sporets_tras%C3%A9
- Teknisk ukeblad. (2017, Februar 12). Hentet fra https://www.tu.no/artikler/i-april-starter-byggingen-av-verdens-hoyeste-trehus-i-brumunddal/376266?utm_source=newsletter-2017-02-13&utm_medium=email&utm_campaign=newsletter
- Trimble. (2017). *Novapoint*. Hentet fra <http://www.novapoint.no/produkter/novapoint/novapoint-jernbane>
- Trømborg, O. P. (1999, Mars 02). *Undervisning om løsmasser*. Hentet fra <http://www-bib.hive.no/tekster/hveskrift/rapport/1999-03/rapp199903-03.html>
- Vegdirektoratet. (2014). *Vegen i landskapet*. Vegdirektoratet .
- Vegvesen. (2017b). *www.vegvesen.no*. Hentet fra <http://www.vegvesen.no/fag/veg+og+gate/televiv>
- vegvesen, S. (2017, Mars 7). *www.vegvesen.no*. Hentet fra <http://www.vegvesen.no/fag/veg+og+gate/televiv>

Vedleggsliste

Vedlegg 1	-	Beregning av horisontalkurvatur	A
Vedlegg 2	-	Overgangskurvens lengde, normalkrav	B
Vedlegg 3	-	Overgangskurvens lengde, minstekrav	C
Vedlegg 4	-	Brubane	D
Vedlegg 5-10	-	Tegningspresentasjoner – linjeføring	E
Vedlegg 11-13	-	Normalprofil	K
Vedlegg 14-15	-	Kostnadsberegninger	N
Vedlegg 16	-	Massebalanse trasé	P
Vedlegg 17	-	Kostnadsklasser – detaljert	Q

Vedlegg 1: Beregning av horisontalkurvatur

Horisontalkurvaturen dimensjoneres av hensyn til sikkerhet, komfort og vedlikeholdsbehov. Slik at traséens topografiske situasjoner takles slik at komforten blir høy og vedlikeholdsbehovet blir lavt.

$$v = 0,291 \times \sqrt{R(h + I_{maks})}$$

$$R = \left(\frac{v}{0,291}\right)^2 \times \frac{1}{(h + I_{maks})} = \left(\frac{250}{0,291}\right)^2 \times \frac{1}{(90 + 130)} \approx 3355m$$

Av sikkerhetsmessige grunner er radiusen i teknisk regelverk avrundet til høyeste hele 100, altså 3400 m.

Forklaringer:

Hastighet v : 250 km/t

Manglende overhøyde I_{maks} : 130 mm (for radius > 600 på nye baner)

Overhøyde h : 90 mm (for radius > 600m på nye baner)

Vedlegg 2: Overgangskurvens lengde, normalkrav

For å regne ut overgangskurvens lengde må tre kriterier oppfylles, hvor den lengste blir dimensjonerende.¹ Her beregnes overgangskurvens lengde ved normalkrav horisontalradius 3400m ved 250 km/t.

1. Krav til maksimal rampestigning:

$$L1 \geq \frac{h}{p_{maks}} = \frac{90}{2,5} = 36m$$

2. Krav til maksimal rampestigningshastighet:

$$L2 \geq v \times \frac{h}{\Delta D_{maks}} = 69,45 \times \frac{90}{35} \approx 179m$$

3. Krav til maksimalt rykk:

$$L3 \geq v \times \frac{ju}{\psi_{maks}} = 69,45 \times \frac{0,83}{0,33} \approx 175m$$

Krav 2 (rampestigningshastighet) blir dimensjonerende: L = 179m

Forklaringer:

$$\text{Fart : } v = \sqrt{R \times \left(\frac{g \times h}{s} + ju \right)} = \sqrt{3400 \times \left(\frac{9,81 \times 90}{1500} + 0,83 \right)} = 69,45 \text{ m/s (250 km/t)}$$

Overhøyde : h

$$\text{Maks rampestigning : } p = \frac{\Delta h}{\Delta l} \quad p_{maks} = \frac{1}{400} = 2,5 \text{ ‰}$$

$$\text{Grenseverdi for rykk : } \psi_{maks} = 0,33 \text{ m/s}^3$$

$$\text{Ukompensert sideakselerasjon : } ju = \frac{v^2}{R} - \frac{g \times h}{s} = \frac{\left(\frac{250}{3,6}\right)^2}{3400} - \frac{9,81 \times 90}{1500} = 0,83 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Endring av overhøyde per tidsenhet : } \Delta D_{maks} = 35 \text{ mm/s tilsvarer } \frac{1}{8} \times v$$

¹ <https://trv.ibv.no/ValgfagHiOA/2016/sporgeometriHiOA2016.pdf>, slide 29

Vedlegg 3: Overgangskurvens lengde, minste krav

For å regne ut overgangskurvens lengde må tre kriterier oppfylles, hvor den lengste blir dimensjonerende². Her beregnes overgangskurvens lengde ved minste krav horisontalradius 2900m ved 250 km/t.

1. Krav til maksimal rampestigning:

$$L1 \geq \frac{h}{p_{maks}} = \frac{125}{2,5} = 50m$$

2. Krav til maksimal rampestigningshastighet:

$$L2 \geq v \times \frac{h}{\Delta D_{maks}} = 69,53 \times \frac{125}{35} \approx 248m$$

3. Krav til maksimalt rykk:

$$L3 \geq v \times \frac{ju}{\psi_{maks}} = 69,53 \times \frac{0,83}{0,33} \approx 175m$$

Krav 2 (rampestigningshastighet) blir dimensjonerende: L = 248 m

Forklaringer:

$$\text{Fart : } v = \sqrt{R \times \left(\frac{g \times h}{s} + ju \right)} = \sqrt{2900 \times \left(\frac{9,81 \times 125}{1500} + 0,85 \right)} = 69,53 \text{ m/s (250 km/t)}$$

Overhøyde: h

$$\text{Maks rampestigning : } p = \frac{\Delta h}{\Delta l} \quad p_{maks} = \frac{1}{400} = 2,5 \text{ ‰}$$

$$\text{Grenseverdi for rykk : } \psi_{maks} = 0,33 \text{ m/s}^3$$

$$\text{Ukompensert sideakselerasjon : } ju = \frac{v^2}{R} - \frac{g \times h}{s} = \frac{\left(\frac{250}{3,6}\right)^2}{2900} - \frac{9,81 \times 125}{1500} \approx 0,85 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Endring av overhøyde per tidsenhet : } \Delta D_{maks} = 35 \text{ mm/s tilsvarer } \frac{1}{8} \times v$$

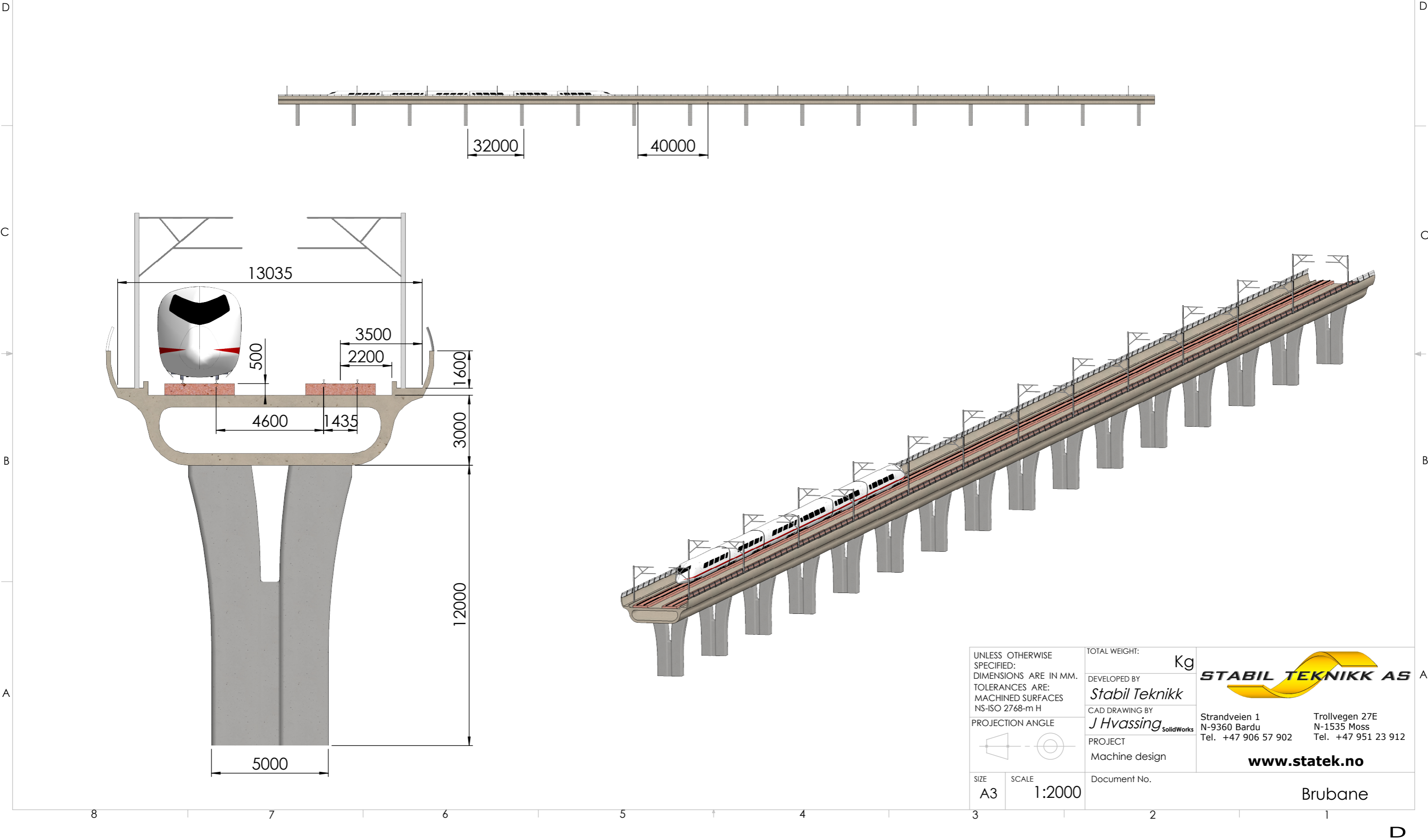
² <https://trv.ibv.no/ValgfagHiOA/2016/sporgeometriHiOA2016.pdf>, slide 29

Vedlegg 4

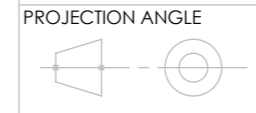
THIS DRAWING AND THE INFORMATION CONTAINED IN IT ARE PROPRIETARY AND THE SOLE PROPERTY OF **STABIL TEKNIKK AS**

ANY USE, REPRODUCTION OR DISTRIBUTION, IN WHOLE OR IN PART, WITHOUT THE PRIOR WRITTEN CONSENT OF **STABIL TEKNIKK AS** IS PROHIBITED.

REV.	DATE	DESCRIPTION	DRAWN	CHECKED	APPROVED
-	28.03.17	CONSTRUCTION	J Hvassing		
A	09.04.17	Revidert.	J Hvassing		



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MM.
TOLERANCES ARE:
MACHINED SURFACES
NS-ISO 2768-m H



SIZE
A3

TOTAL WEIGHT:
Kg

DEVELOPED BY
Stabil Teknikk

CAD DRAWING BY
J Hvassing SolidWorks

PROJECT
Machine design

Document No.

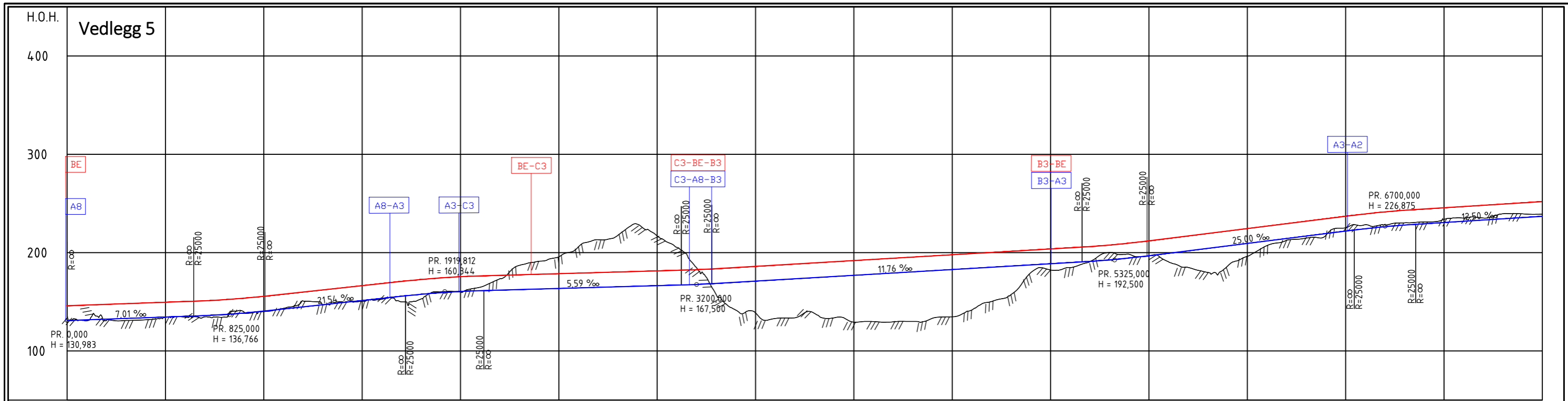


Strandveien 1
N-9360 Bardu
Tel. +47 906 57 902

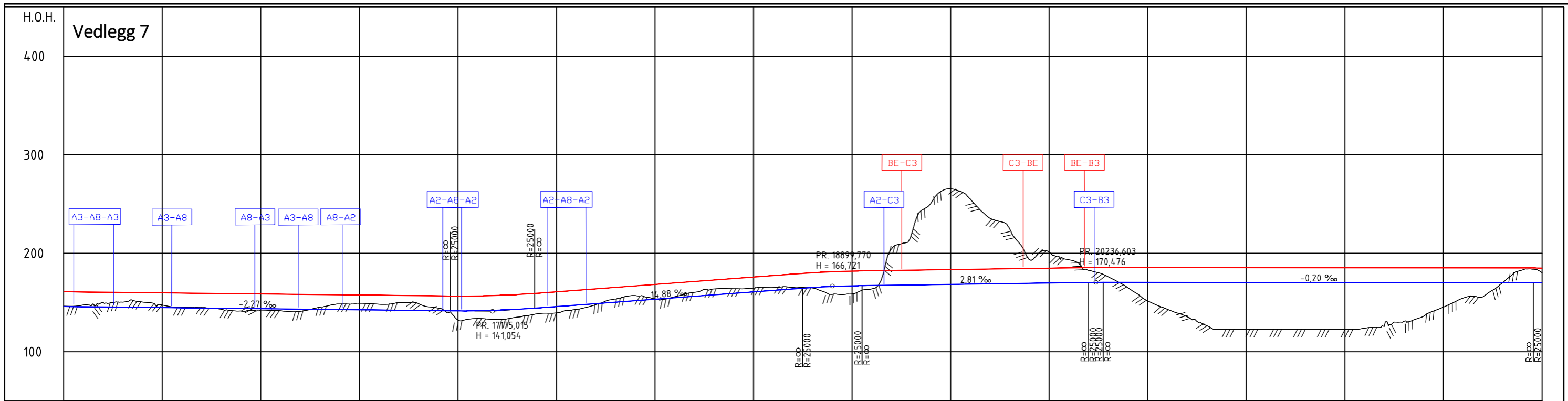
Trollvegen 27E
N-1535 Moss
Tel. +47 951 23 912

www.statek.no

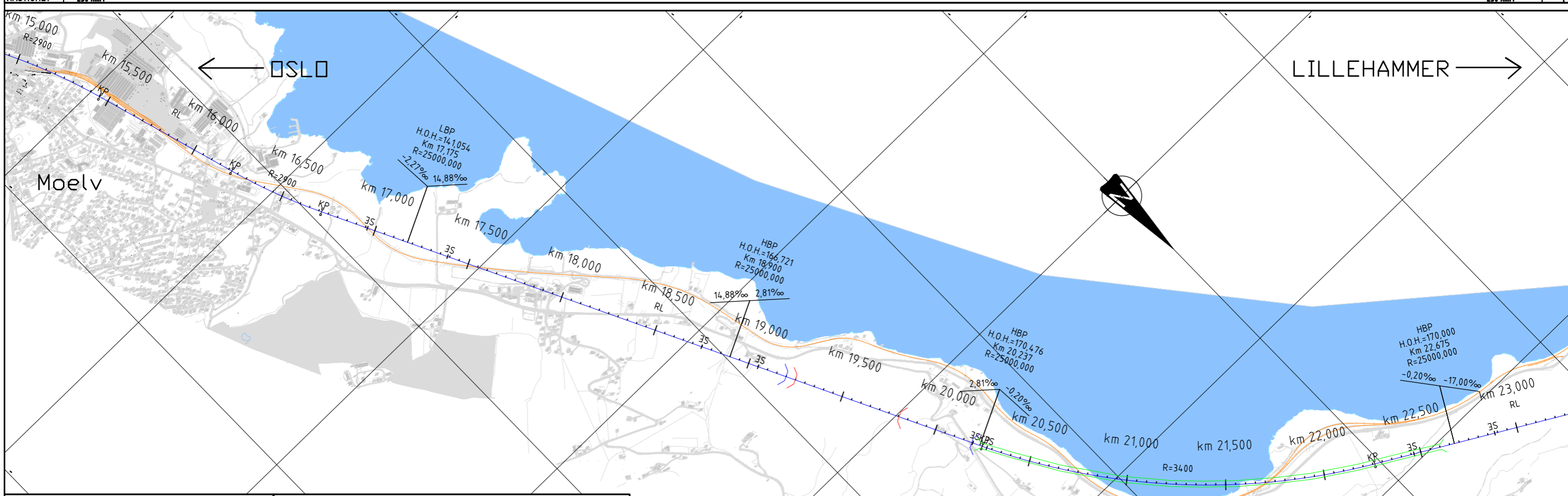
Brubane



PROFIL NR.	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
HOR. KURV. h	R=∞		R=2900,000				R=∞		R=3400,000		R=∞		R=3400,000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
HOR. KURV. v	h=0mm		h=125mm				h=0mm		h=90mm		h=0mm		h=90mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
OVERHØYDE	h=0mm		h=125mm				h=0mm		h=90mm		h=0mm		h=90mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
OVERHØYDE	h=0mm		h=125mm				h=0mm		h=90mm		h=0mm		h=90mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
PROFIL H.	130,983	131,684	132,385	133,086	133,787	134,488	135,189	135,890	136,591	137,292	137,993	138,694	139,395	140,096	140,797	141,498	142,199	142,900	143,601	144,302	145,003	145,704	146,405	147,106	147,807	148,508	149,209	149,910	150,611	151,312	152,013	152,714	153,415	154,116	154,817	155,518	156,219	156,920	157,621	158,322	159,023	159,724	160,425	161,126	161,827	162,528	163,229	163,930	164,631	165,332	166,033	166,734	167,435	168,136	168,837	169,538	170,239	170,940	171,641	172,342	173,043	173,744	174,445	175,146	175,847	176,548	177,249	177,950	178,651	179,352	180,053	180,754	181,455	182,156	182,857	183,558	184,259	184,960	185,661	186,362	187,063	187,764	188,465	189,166	189,867	190,568	191,269	191,970	192,671	193,372	194,073	194,774	195,475	196,176	196,877	197,578	198,279	198,980	199,681	200,382	201,083	201,784	202,485	203,186	203,887	204,588	205,289	205,990	206,691	207,392	208,093	208,794	209,495	210,196	210,897	211,598	212,299	212,900	213,601	214,302	215,003	215,704	216,405	217,106	217,807	218,508	219,209	219,910	220,611	221,312	222,013	222,714	223,415	224,116	224,817	225,518	226,219	226,920	227,621	228,322	229,023	229,724	230,425	231,126	231,827	232,528	233,229	233,930	234,631	235,332	236,033	236,734	237,435	238,136	238,837	239,538	240,239	240,940	241,641	242,342	243,043	243,744	244,445	245,146	245,847	246,548	247,249	247,950	248,651	249,352	250,053	250,754	251,455	252,156	252,857	253,558	254,259	254,960	255,661	256,362	257,063	257,764	258,465	259,166	259,867	260,568	261,269	261,970	262,671	263,372	264,073	264,774	265,475	266,176	266,877	267,578	268,279	268,980	269,681	270,382	271,083	271,784	272,485	273,186	273,887	274,588	275,289	275,990	276,691	277,392	278,093	278,794	279,495	280,196	280,897	281,598	282,299	282,900	283,601	284,302	285,003	285,704	286,405	287,106	287,807	288,508	289,209	289,910	290,611	291,312	292,013	292,714	293,415	294,116	294,817	295,518	296,219	296,920	297,621	298,322	299,023	299,724	300,425	301,126	301,827	302,528	303,229	303,930	304,631	305,332	306,033	306,734	307,435	308,136	308,837	309,538	310,239	310,940	311,641	312,342	313,043	313,744	314,445	315,146	315,847	316,548	317,249	317,950	318,651	319,352	320,053	320,754	321,455	322,156	322,857	323,558	324,259	324,960	325,661	326,362	327,063	327,764	328,465	329,166	329,867	330,568	331,269	331,970	332,671	333,372	334,073	334,774	335,475	336,176	336,877	337,578	338,279	338,980	339,681	340,382	341,083	341,784	342,485	343,186	343,887	344,588	345,289	345,990	346,691	347,392	348,093	348,794	349,495	350,196	350,897	351,598	352,299	352,900	353,601	354,302	355,003	355,704	356,405	357,106	357,807	358,508	359,209	359,910	360,611	361,312	362,013	362,714	363,415	364,116	364,817	365,518	366,219	366,920	367,621	368,322	369,023	369,724	370,425	371,126	371,827	372,528	373,229	373,930	374,631	375,332	376,033	376,734	377,435	378,136	378,837	379,538	380,239	380,940	381,641	382,342	383,043	383,744	384,445	385,146	385,847	386,548	387,249	387,950	388,651	389,352	390,053	390,754	391,455	392,156	392,857	393,558	394,259	394,960	395,661	396,362	397,063	397,764	398,465	399,166	399,867	400,568	401,269	401,970	402,671	403,372	404,073	404,774	405,475	406,176	406,877	407,578	408,279	408,980	409,681	410,382	411,083	411,784	412,485	413,186	413,887	414,588	415,289	415,990	416,691	417,392	418,093	418,794	419,495	420,196	420,897	421,598	422,299	422,900	423,601	424,302	425,003	425,704	426,405	427,106	427,807	428,508	429,209	429,910	430,611	431,312	432,013	432,714	433,415	434,116	434,817	435,518	436,219	436,920	437,621	438,322	439,023	439,724	440,425	441,126	441,827	442,528	443,229	443,930	444,631	445,332	446,033	446,734	447,435	448,136	448,837	449,538	450,239	450,940	451,641	452,342	453,043	453,744	454,445	455,146	455,847	456,548	457,249	457,950	458,651	459,352	460,053	460,754	461,455	462,156	462,857	463,558	464,259	464,960	465,661	466,362	467,063	467,764	468,465	469,166	469,867	470,568	471,269	471,970	472,671	473,372	474,073	474,774	475,475	476,176	476,877	477,578	478,279	478,980	479,681	480,382	481,083	481,784	482,485	483,186	483,887	484,588	485,289	485,990	486,691	487,392	488,093	488,794	489,495	490,196	490,897	491,598	492,299	492,900	493,601	494,302	495,003	495,704	496,405	497,106	497,807	498,508	499,209	499,910	500,611	501,312	502,013	502,714	503,415	504,116	504,817	505,518	506,219	506,920	507,621	508,322	509,023	509,724	510,425	511,126	511,827	512,528	513,229	513,930	514,631	515,332	516,033	516,734	517,435	518,136	518,837	519,538	520,239	520,940	521,641	522,342	523,043	523,744	524,445	525,146	525,847	526,548	527,249	527,950	528,651	529,352	530,053	530,754	531,455	532,156	532,857	533,558	534,259	534,960	535,661	536,362	537,063	537,764	538,465	539,166	539,867	540,568	541,269	541,970	542,671	543,372	544,073	544,774	545,475	546,176	546,877	547,578	548,279	548,980	549,681	550,382	551,083	551,784	552,485	553,186	553,887	554,588	555,289	555,990	556,691	557,392	558,093	558,794	559,495	560,196	560,897	561,598	562,299	562,900	563,601	564,302	565,003	565,704	566,405	567,106	567,807	568,508	569,209	569,910	570,611	571,312	572,013	572,714	573,415	574,116	574,817	575,518	576,219	576,920	577,621	578,322	579,023	579,724	580,425	581,126	581,827	582,528	583,229	583,930	584,631	585,332	586,033	586,734	587,435	588,136	588,837	589,538	590,239	590,940	591,641	592,342	593,043	593,744	594,445	595,146	595,847	596,548	597,249	597,950	598,651	599,352	600,053	600,754	601,455	602,156	602,857	603,558	604,259	604,960	605,661	606,362	607,063	607,764	608,465	609,166	609,867	610,568	611,269	611,970	612,671	613,372	614,073	614,774	615,475	616,176	616,877	617,578	618,279	618,980	619,681	620,382	621,083	621,784	622,485	623,186	623,887	624,588	625,289	625,990	626,691	627,392	628,093	628,794	629,495	630,196	630,897	631,598	632,299	632,900	633,601	634,302	635,003	635,704	636,405	637,106	637,807	638,508	639,209	639,910	640,611	641,312	642,013	642,714	643,415	644,116	644,817	645,518	646,219	646,920	647,621	648,322	649,023	649,724	650,425	651,126	651,827	652,528	653,229	653,930	654,631	655,332	656,033	656,734	657,435	658,136	658,837	659,538	660,239	660,940	661,641	662,342	663,043	663,744	664,445	665,146	665,847	666,548	667,249	667,950	668,651	669,352	670,053	670,754	671,455	672,156	672,857	673,558	674,259	674,960	675,661	676,362	677,063	677,764	678,465	679,166	679,867	680,568	681,269	681,970	682,671	683,372	684,073	684,774	685,475	686,176	686,877	687,578	688,279	688,980	689,681	690,382	691,083	691,784	692,485	693,186	693,887	694,588	695,289	695,990	696,691	697,392	698,093	698,794	699,495	700,196	700,897	701,598	702,299	702,900	703,601	704,302	705,003	705,704	706,405	707,106	707,807	708,508	709,209	709,910	710,611	711,312	712,013	712,714	713,415	714,116	714,817	715,518	716,219	716,920	717,621	718,322	719,023	719,724	720,425	721,126	721,827	722,528	723,229	723,930	724,631	725,332	726,033	726,734	727,435	728,136	728,837	729,538	730,239	730,940	731,641	732,342	733,043	733,744	734,445	735,146	735,847	736,548	737,249	737,950	738,651	739,352	740,053	740,754	741,455	742,156	742,857	743,558	744,259	744,960	745,661	746,362	747,063	747,764	748,465	749,166	749,867	750,568	751,269	751,970	752,671	753,372	754,073	754,774	755,475	756,176	756,877	757,578	758,279	758,980	759,681	760,382	761,083	761,784	762,485	763,186	763,887	764,588	765,289	765,990	766,691	767,392	768,093	768,794	769,495	770,196	770,897	771,598	772,299	772,900	773,601	774,302	775,003	775,704	776,405	777,106	777,807	778,508	779,209	779,910	780,611	781,312	782,013	782,714	783,415	784,116	784,817	785,518	786,219	786,920	787,621	788,322	789,023	789,724	790,425	791,126	791,827	792,528	793,229	793,93



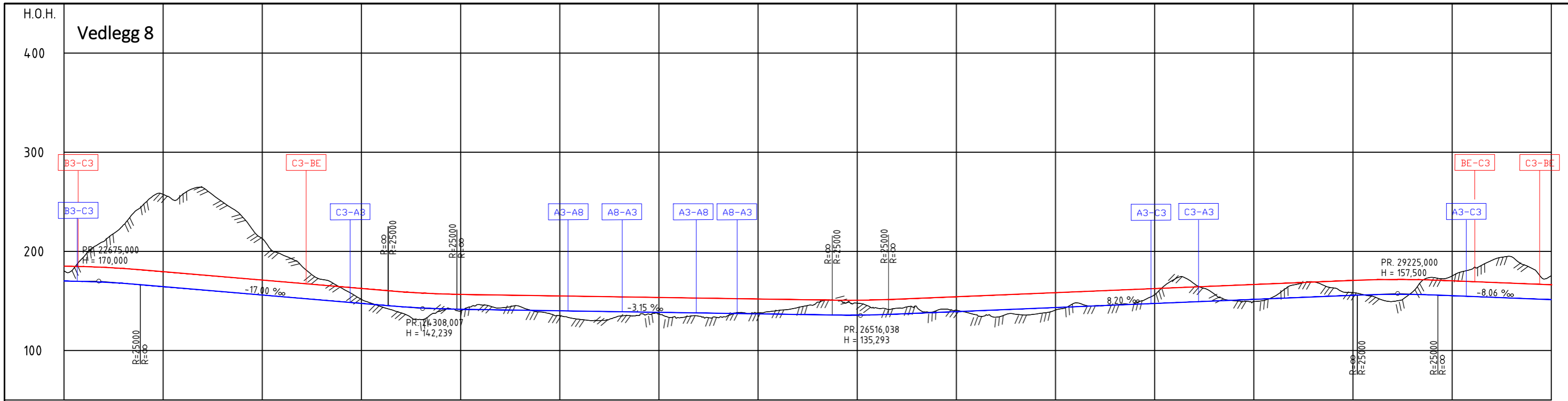
PROFIL NØ	5000	15500	16000	16500	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000	21500	22000	22500																																																																																																																																						
HOR.KURV. h	R=2900,000		R=∞	R=2900,000					R=∞						R=3400,000	R=∞																																																																																																																																						
HOR.KURV. v																																																																																																																																																						
OVERHØYDE	h=125mm		h=0mm	h=125mm					h=0mm						h=90mm	h=0mm																																																																																																																																						
OVERHØYDE																																																																																																																																																						
PROFIL H.	146,824	145,986	147,433	145,757	149,787	145,533	150,397	145,304	147,445	144,857	145,000	144,624	144,800	144,397	143,188	144,117	141,350	143,944	141,481	143,117	141,638	143,497	141,059	143,264	145,263	143,037	148,480	142,811	148,464	144,584	148,257	142,357	149,941	142,131	148,854	141,904	144,337	141,677	132,263	141,487	133,787	141,672	132,704	142,143	135,107	143,073	138,454	144,402	139,450	145,890	143,072	147,378	147,786	148,866	153,521	150,355	157,011	151,843	153,278	153,331	155,823	154,819	160,378	156,307	163,801	157,795	163,985	159,288	164,644	160,772	165,627	162,260	165,515	163,748	164,725	165,184	158,343	166,267	158,647	166,957	163,871	167,283	204,554	167,564	218,477	167,845	250,895	168,126	265,308	168,407	254,912	168,688	235,428	168,969	224,287	169,250	193,560	169,531	201,394	169,812	193,435	170,093	182,668	170,374	176,045	170,464	164,943	170,445	151,579	170,425	143,071	170,405	135,459	170,386	126,409	170,366	122,940	170,347	122,938	170,327	122,935	170,308	122,940	170,288	122,940	170,269	122,940	170,249	122,940	170,230	123,912	170,210	126,132	170,191	131,010	170,171	136,227	170,151	145,325	170,132	154,511	170,112	155,785	170,093	170,008	170,073	183,000	170,054	180,336	169,995
TERRENG H.	146,824	145,986	147,433	145,757	149,787	145,533	150,397	145,304	147,445	144,857	145,000	144,624	144,800	144,397	143,188	144,117	141,350	143,944	141,481	143,117	141,638	143,497	141,059	143,264	145,263	143,037	148,480	142,811	148,464	144,584	148,257	142,357	149,941	142,131	148,854	141,904	144,337	141,677	132,263	141,487	133,787	141,672	132,704	142,143	135,107	143,073	138,454	144,402	139,450	145,890	143,072	147,378	147,786	148,866	153,521	150,355	157,011	151,843	153,278	153,331	155,823	154,819	160,378	156,307	163,801	157,795	163,985	159,288	164,644	160,772	165,627	162,260	165,515	163,748	164,725	165,184	158,343	166,267	158,647	166,957	163,871	167,283	204,554	167,564	218,477	167,845	250,895	168,126	265,308	168,407	254,912	168,688	235,428	168,969	224,287	169,250	193,560	169,531	201,394	169,812	193,435	170,093	182,668	170,374	176,045	170,464	164,943	170,445	151,579	170,425	143,071	170,405	135,459	170,386	126,409	170,366	122,940	170,347	122,938	170,327	122,935	170,308	122,940	170,288	122,940	170,269	122,940	170,249	122,940	170,230	123,912	170,210	126,132	170,191	131,010	170,171	136,227	170,151	145,325	170,132	154,511	170,112	155,785	170,093	170,008	170,073	183,000	170,054	180,336	169,995
HASTIGHET	250 km/t																250 km/t																																																																																																																																					



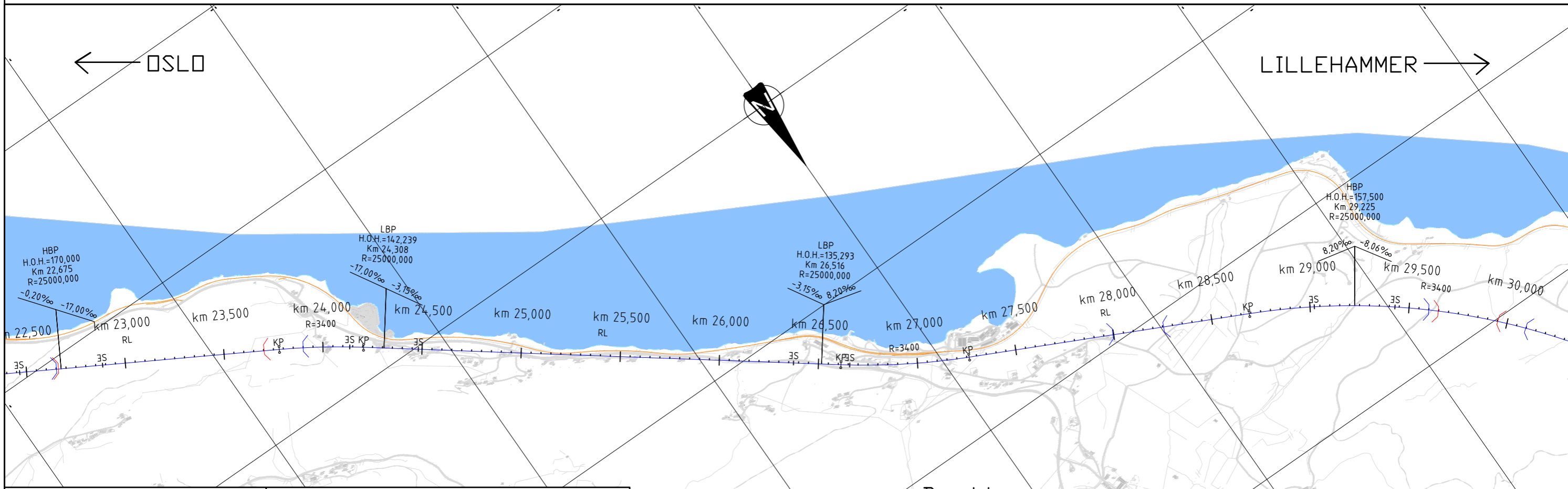
Tegnforklaring

- Brubane
- Konvensjonell bane
- Tunnelportal brubane
- Tunnelportal konv. bane
- Bru

Tegningspresentasjon, konvensjonell- og brubane på strekningen Brumunddal - Lillehammer
 Plan og profil - Del 3: km 15,000-22,500
 Joakim Hvassing og Sebastian Horn Baksaas



PROFIL NØ	22500	23000	23500	24000	24500	25000	25500	26000	26500	27000	27500	28000	28500	29000	29500	30000
HOR.KURV. h			R=∞		R=3400,000			R=∞			R=3400,000			R=∞		R=3400,000
HOR.KURV. v																
OVERHØYDE			h=0mm		h=90mm			h=0mm			h=90mm			h=0mm		h=90mm
OVERHØYDE																
PROFIL H.	180,336	170,010	169,650	169,650	169,650	169,650	169,650	169,650	169,650	169,650	169,650	169,650	169,650	169,650	169,650	169,650
TERRENG H.	180,336	170,010	169,650	169,650	169,650	169,650	169,650	169,650	169,650	169,650	169,650	169,650	169,650	169,650	169,650	169,650
HASTIGHET	250 km/h															



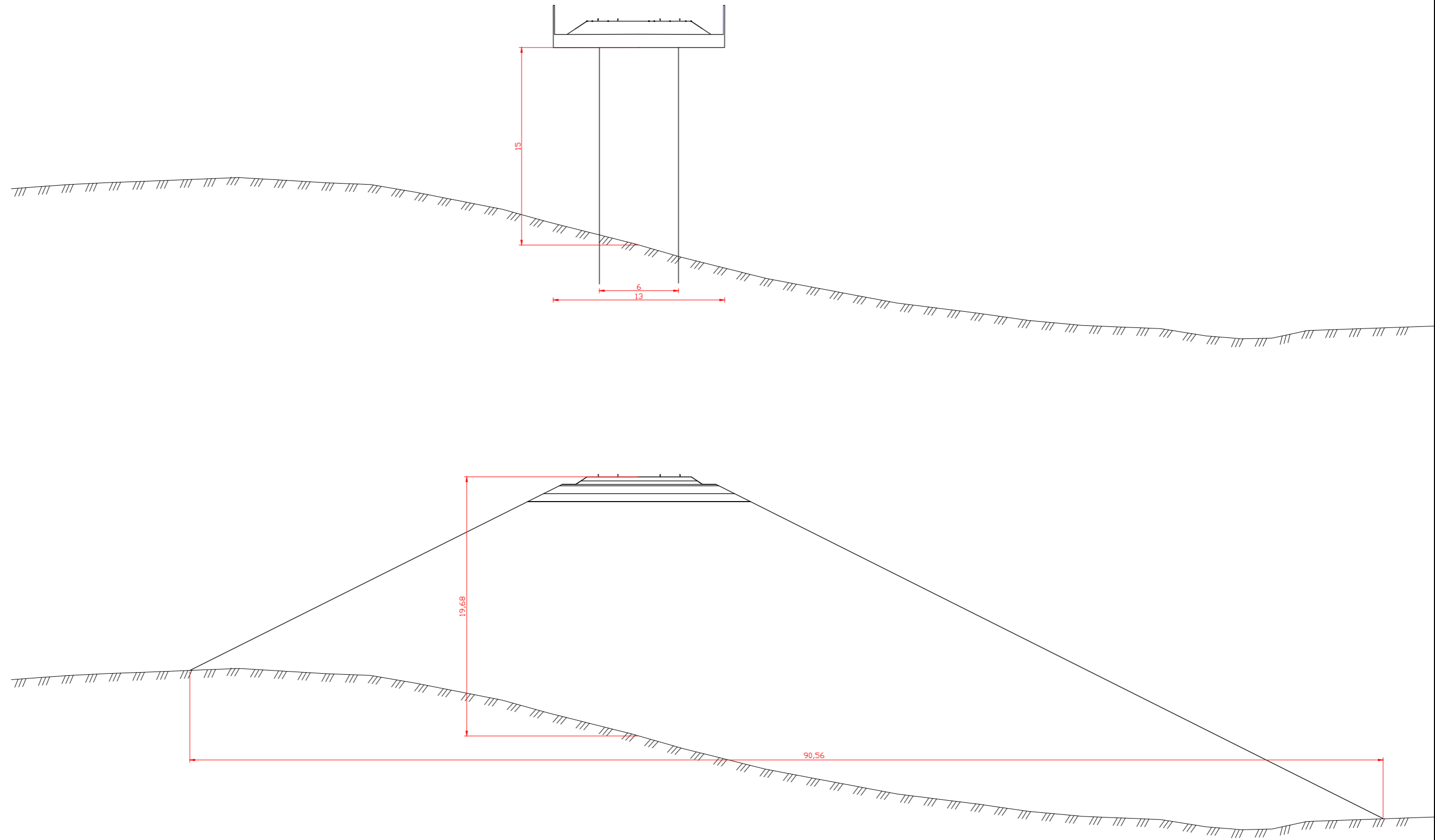
Tegnforklaring

- Brubane
- Konvensjonell bane
- Tunnelportal brubane
- Tunnelportal konv. bane
- AB-A3 Kostnadsklasse
- Bru

Tegningspresentasjon, konvensjonell- og brubane på strekningen Brumunddal - Lillehammer
 Plan og profil - Del 4: km 22,500-30,000
 Joakim Hvassing og Sebastian Horn Baksaas

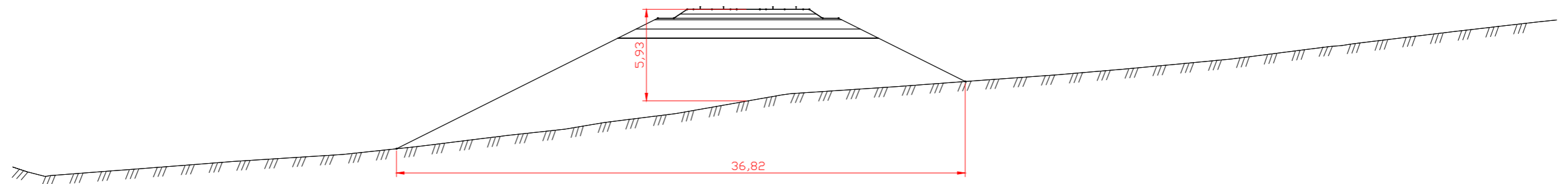
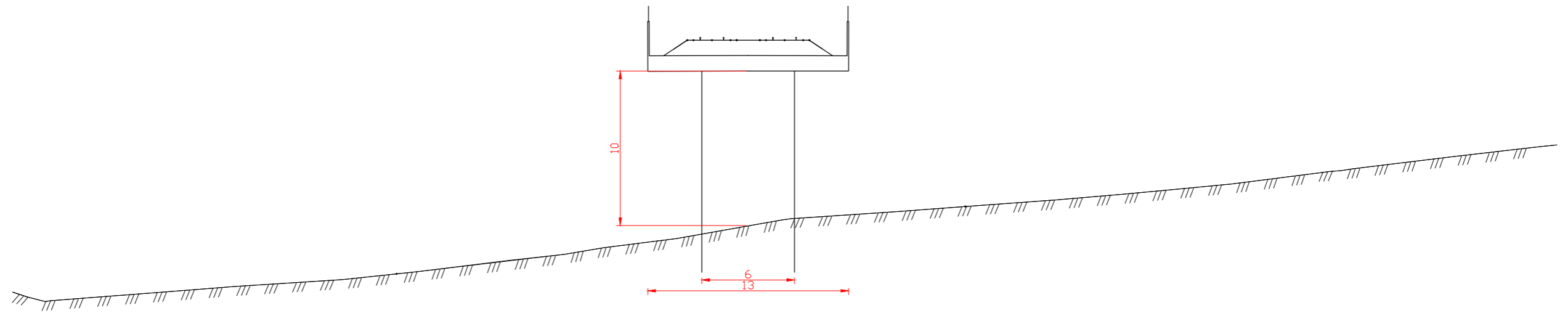
Brøttum

H

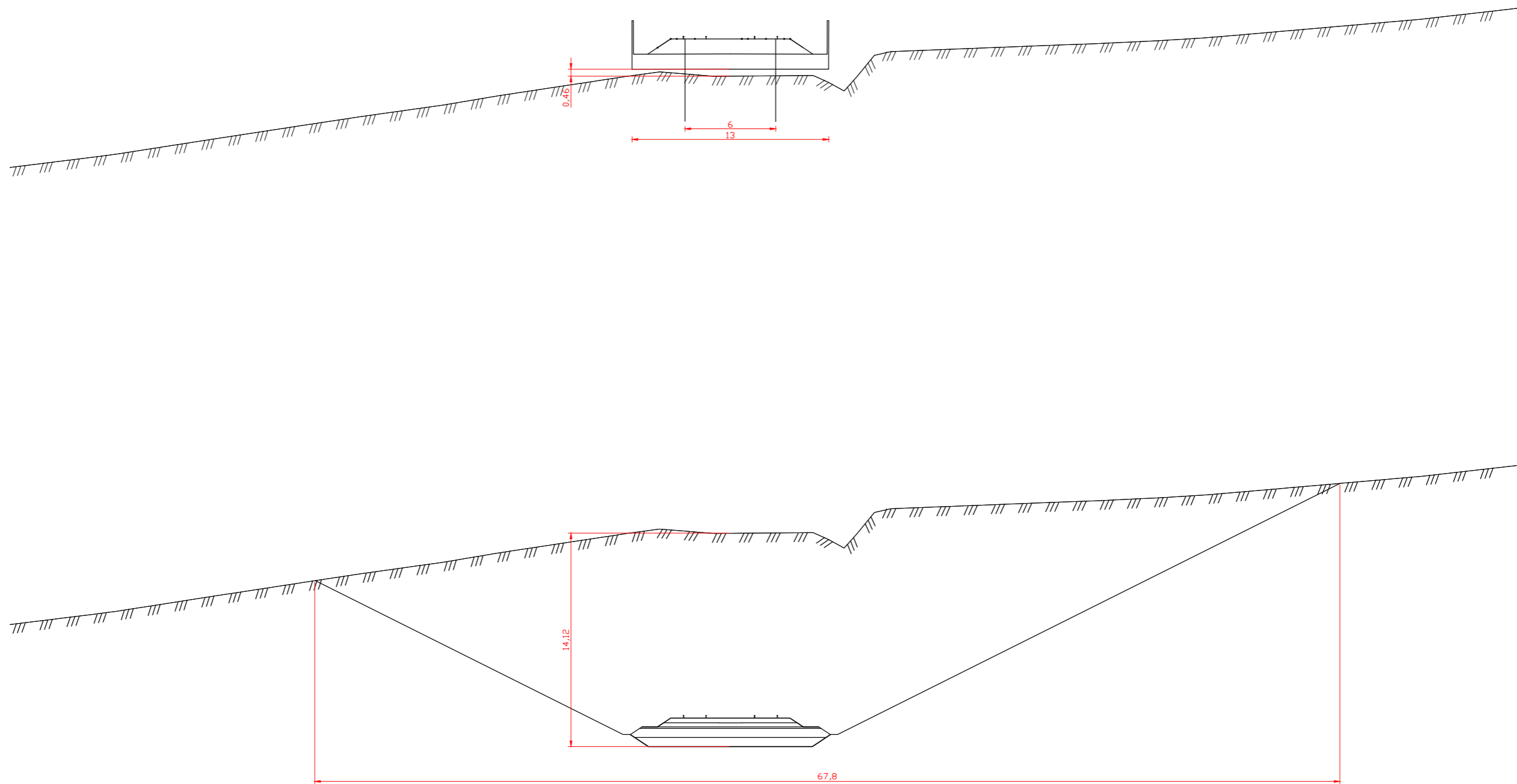


Tegningspresentasjon, konvensjonell- og brubane
på strekningen Brumunddal - Lillehammer
Normalprofil - Del 1 km. 5,900
Øverst: Brubanel
Nederst: Konvensjonell banel
Joakim Hvassing og Sebastian Horn Baksaas

Vedlegg 12



Tegningspresentasjon, konvensjonell- og brubane
på strekningen Brumunddal - Lillehammer
Normalprofil - Del 2 km. 13,200
Øverst: Brubanel
Nederst: Konvensjonell banel
Joakim Hvassing og Sebastian Horn Baksaas L



Tegningspresentasjon, konvensjonell- og brubane
på strekningen Brumunddal - Lillehammer
Normalprofil - Del 3 km. 26,500
Øverst: Brubane
Nederst: Konvensjonell banel
Joakim Hvassing og Sebastian Horn Baksaas M

Vedlegg 14

Konv. Bane

	Strekning (m)	Pris (kr)		
A2 - U/tunell, moderate byggeforhold	6 200	229 217	kr	1 421 145 400,00
A3 - U/tunell, vanskelige byggeforhold	19 500	319 452	kr	6 229 314 000,00
B3 - Bro dobbeltspor, store spennvidder	4 200	805 591	kr	3 383 482 200,00
C3 - Tunell dobbeltspor, vanskelige byggeforhold	5 050	574 854	kr	2 903 012 700,00
A8 - U/tunell, nærføring	4 450	399 314	kr	1 776 947 300,00
Tot. lengde	39 400			
Tot. pris				kr 15 713 901 600,00

Brobane

	Strekning (m)	Pris (kr)		
BE - Broelement	32 200	235 750	kr	7 591 150 000,00
C3 - Tunell dobbeltspor, vanskelige byggeforhold	3 000	574 854	kr	1 724 562 000,00
B8 - Bro dobbeltspor, store spennvidder	4 200	805 591	kr	3 383 482 200,00
Tot. lengde	39 400			
Tot. Pris				kr 12 699 194 200,00

Renter inkl 4 %

Konv. Bane 5 år	kr	17 703 204 426,27
Brobane 3 år	kr	13 742 492 266,44

Differanse kostnad inkl renter

kr 3 960 712 159,84

Kostnadsklasser

			Prisindex-justert
A1	Daglinje dobbeltspor, liten eller ingen bebyggelse / enkle byggeforhold	lm	
A2	Daglinje dobbeltspor, middels tett bebyggelse / middels byggeforhold	lm	x
A3	Daglinje dobbeltspor, tett bebyggelse bystrøk småhus / vanskelige byggeforhold	lm	x
A8	Daglinje dobbeltspor, tett bebyggelse bystrøk småhus / vanskelige byggeforhold, nærføring	lm	x
B1	Bru dobbeltspor, små spennvidder (20-50 m)	lm	
B2	Bru dobbeltspor, moderate spennvidder (50-100 m)	lm	
B3	Bru dobbeltspor, store spennvidder		x
C1	Tunnel dobbeltspor, enkle byggeforhold	lm	
C2	Tunnel dobbeltspor, middels byggeforhold	lm	
C3	Tunnel dobbeltspor, vanskelige byggeforhold	lm	x
BE	Brobaner (svenske priser + prisindex 2,5 %)	lm	x

Vedlegg 15

Renteoversikt

Byggetid	Konv. Bane 5 år	Brobane 3 år
Tot. Kostnad	kr 15 713 901 600,00	kr 12 699 194 200,00
Penger per år	kr 3 142 780 320,00	kr 4 233 064 733,33
1	kr 3 268 491 532,80	kr 4 402 387 322,67
2	kr 6 667 722 726,91	kr 8 980 870 138,24
3	kr 10 202 923 168,79	kr 13 742 492 266,44
4	kr 13 879 531 628,34	
5	kr 17 703 204 426,27	

Differanse kr 3 960 712 159,84

Forklaring til utregning av renter:

Det totale beløpet for hhv konv. og brobane er dividert på antall år byggetid. Det er tiltenkt at planlagt beløp blir tildelt pr 1. Januar hvert år. For å forenkle regnestykket er det totale beløpet fordelt jevnt over antall år. Beløpet er så multiplisert med 1,04 for et tillegg på 4 % renter (dette er forklart nærmere i "Prissatte faktorer"). Neste 1. januar deles et likt beløp ut igjen og multipliseres med 1,04 + fjorårets beløp, medregnet 4 % renter + rentes rente av dette igjen. Slik fortsetter regnesykket.

Renteoversikt

	Konv. Bane 15 år	Brobane 8
Tot. Kostnad	kr 15 713 901 600,00	kr 12 699 194 200,00
Penger per år	kr 1 047 593 440,00	kr 1 587 399 275,00
1	kr 1 089 497 177,60	kr 1 650 895 246,00
2	kr 2 222 574 242,30	kr 3 367 826 301,84
3	kr 3 400 974 389,60	kr 5 153 434 599,91
4	kr 4 626 510 542,78	kr 7 010 467 229,91
5	kr 5 901 068 142,09	kr 8 941 781 165,11
6	kr 7 226 608 045,37	kr 10 950 347 657,71
7	kr 8 605 169 544,79	kr 13 039 256 810,02
8	kr 10 038 873 504,18	kr 15 211 722 328,42
9	kr 11 529 925 621,95	
10	kr 13 080 619 824,43	
11	kr 14 693 341 795,00	
12	kr 16 370 572 644,40	
13	kr 18 114 892 727,78	
14	kr 19 928 985 614,49	
15	kr 21 815 642 216,67	

Differanse kr 6 603 919 888,25

Renteoversikt

	Konv. Bane 15 år	Brobane 5 år
Tot. Kostnad	kr 15 713 901 600,00	kr 12 699 194 200,00
Penger per år	kr 1 047 593 440,00	kr 2 539 838 840,00
1	kr 1 089 497 177,60	kr 2 641 432 393,60
2	kr 2 222 574 242,30	kr 5 388 522 082,94
3	kr 3 400 974 389,60	kr 8 245 495 359,86
4	kr 4 626 510 542,78	kr 11 216 747 567,86
5	kr 5 901 068 142,09	kr 14 306 849 864,17
6	kr 7 226 608 045,37	
7	kr 8 605 169 544,79	
8	kr 10 038 873 504,18	
9	kr 11 529 925 621,95	
10	kr 13 080 619 824,43	
11	kr 14 693 341 795,00	
12	kr 16 370 572 644,40	
13	kr 18 114 892 727,78	
14	kr 19 928 985 614,49	
15	kr 21 815 642 216,67	

Differanse kr 7 508 792 352,50

Mengder sammendrag

Sammendrag

Modell: STU_ALT1_B-L_S 1

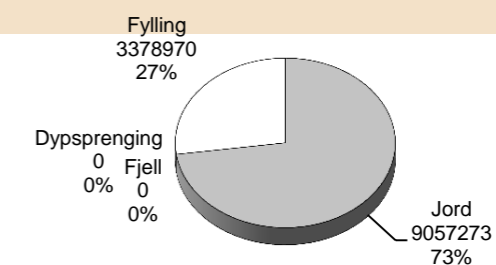
Start profil: 0,00

Slutt profil: 39359,98

Dato sist endret: 16.03.2017

Utførte anbrakte masse (m3)

Mengde	Prosjekterte masser	Masseomregningsfaktorer	Utførte anbrakte masser	Areal og lengde
Planering	m3		m3	
Jord	9057273	1,00	9057273	
Fjell	0	-	0	
Dypprenging	0	-	0	
Fylling	3071791	1,10	3378970	
Tilskuddsmasser	m3		m3	
Jord	0	-	0	
Fjell	0	-	0	
Fylling	0	-	0	
Diverse mengder	m3			
Utskiftingsmasser:	0			
Matjord	0			
Vegetasjon	0			
Utlagte masser	0			
Bakkeplanering, skjæring	0			
Bakkeplanering, fylling	0			
Justeringsmasser	0			
Avrunding, skjæring	0			
Avrunding, fylling	0			
Inngår i planering	m3			
Lukket grøft, jordskjæring	0			
Lukket grøft, fjellskjæring	0			
Lukket grøft, fylling	0			
Tilleggsflater, jordskjæring (+/- 3.x)	745744			
Tilleggsflater, fjellskjæring (+/- 3.x)	0			
Tilleggsflater, fylling (+/- 3.x)	344773			
Overbygning	m3			m2
Slitelag	101397			347297
Bindlag 1	98006			379130
Bindlag 2	0			0
Bærelag 1	46602			460609
Bærelag 2	297204			471341
Forsterkningslag 1	302513			509641
Forsterkningslag 2	0			0
Filter- / Frostsikringslag	547			547132
Areal				m2
Midtdeler (Flategruppe 0)				0
Kjørebane (Flategruppe 1)				241710
Skulder (Flategruppe 2)				151227
Tilleggsflater (Flategruppe 3)				81311
Grøft (Flategruppe 4)				58041
Fjellskjæring (Flategruppe 5)				0
Jordskjæring (Flategruppe 6)				705349
Fylling (Flategruppe 7)				295260
Planum, jordskjæring				334540
Planum, fjellskjæring				0
Planum, fylling				212892
Flåsprengning				0
Lengde				m
Åpen grøft, jord				48565
Åpen grøft, fjell				0
Lukket grøft, jord				0
Lukket grøft, fjell				0
Lukket grøft, fylling				0



Vedlegg 17

Alternativ		km 0,0-km 1,65	km 1,65 - km 2,0	km 2,0 - km 3,15	km 3,15 - km 3,25	km 3,25 - km 5,0	km 5,0 - km 6,5	km 6,5 - km 10,2	km 10,2 - km 12,6	km 12,6 - km 13,0
Konvensjonell bane	Byggekløss	A8	A3	C3	A8	B3	A3	A2	A3	C3
	Lm	1650	350	1150	100	1750	1500	3700	2400	400
	Kr/lm	399 314	319 452	574 854	399 314	805 591	319 452	229 217	319 452	574 854
	Delsum	658 868 100	111 808 200	661 082 100	39 931 400	1 409 784 250	479 178 000	848 102 900	766 684 800	229 941 600

Alternativ		km 0,0-km 2,35	km 2,35 - km 3,15	km 3,15 - km 3,25	km 3,25 - km 5,0	km 5,0 - km 12,7	km 12,7 - km 12,8	km 12,8 - km 19,25	km 19,25 - km 19,8	km 19,8 - km 20,2
Brubane	Byggekløss	BE	C3	BE	B3	BE	C3	BE	C3	BE
	Lm	2350	800	100	1750	7700	100	6450	550	400
	Kr/lm	230 000	574 854	230 000	805 591	230 000	574 854	230 000	574 854	230 000
	Delsum	540 500 000	459 883 200	23 000 000	1 409 784 250	1 771 000 000	57 485 400	1 483 500 000	316 169 700	92 000 000

Konvensjonell bane	Løpemeater	Pris pr løpemeater	PRIS
A2 - U/tunell, moderate byggeforhold	6200	229 217	kr 1 421 145 400,00
A3 - U/tunell, vanskelige byggeforhold	19500	319 452	kr 6 229 314 000,00
B3 - Bru dobbeltspor, store spennvidder	4200	805 591	kr 3 383 482 200,00
C3 - Tunell dobbeltspor, vanskelige byggeforhold	5050	574 854	kr 2 903 012 700,00
A8 - U/tunell, nærføring	4450	399 314	kr 1 776 947 300,00
Total	39400		kr 15 713 901 600,00

Brubane	Løpemeater	Pris pr løpemeater	PRIS
BE - Brubane - element	32200	235 750	kr 7 591 150 000,00
C3 - Tunell dobbeltspor, vanskelige byggeforhold	3000	574 854	kr 1 724 562 000,00
B3 - Bru dobbeltspor, store spennvidder	4200	805 591	kr 3 383 482 200,00
Total	39400		kr 12 699 194 200,00

km 13,0- km 13,45	km 13,45 - km 13,55	km 13,55 - km 13,9	km 13,9 - km 14,0	km 14,0 - km 14,4	km 14,4 - km 14,55	km 14,55 - km 15,05	km 15,05 - km 15,25	km 15,25 - km 15,55	km 15,55 - km 15,95	km 15,95 - km 16,2
A3	A8	A3	A8	A3	A8	A3	A8	A3	A8	A3
450	100	350	100	400	150	500	200	300	400	250
319 452	355 876	319 452	399 314	319 452	399 314	319 452	399 314	319 452	399 314	319 452
143 753 400	35 587 600	111 808 200	39 931 400	127 780 800	59 897 100	159 726 000	79 862 800	95 835 600	159 725 600	79 863 000

km 20,2 - km 22,65	km 22,65 - km 23,7	km 23,7 - km 29,65	km 29,65 - km 29,95	km 29,95 - km 31,9	km 31,9 - km 32,1	km 32,1 - km 39,4	Sum mill kr
B3	C3	BE	C3	BE	C3	BE	
2450	1050	5950	300	1950	200	7300	39400
805 591	574 854	230 000	574 854	230 000	574 854	230 000	
1 973 697 950	603 596 700	1 368 500 000	172 456 200	448 500 000	114 970 800	1 679 000 000	12 514

km 16,2 - km 16,4	km 16,4 - km 16,9	km 16,9 - km 17,0	km 17,0 - km 17,45	km 17,45 - km 17,65	km 17,65 - km 19,2	km 19,2 - km 20,2	km 20,2 - km 22,65	km 22,65 - km 23,9	km 23,9 - km 25,05	km 25,05 - km 25,35
A8	A2	A8	A2	A8	A2	C3	B3	C3	A3	A8
200	500	100	450	200	1550	1000	2450	1250	1150	300
355 876	229 217	399 314	229 217	399 314	229 217	574 854	805 591	574 854	319 452	399 314
71 175 200	114 608 500	39 931 400	103 147 650	79 862 800	355 286 350	574 854 000	1 973 697 950	718 567 500	367 369 800	119 794 200

Vedlegg 3

km 25,35 - km 25,7	km 25,7 - km 25,85	km 25,85 - km 28,0	km 28,0 - km 28,25	km 28,25 - km 29,6	km 29,6 - km 30,1	km 30,1 - km 31,85	km 31,85 - km 32,35	km 32,35 - km 38,6	km 38,6 - km 39,4	Sum mill kr
A3	A8	A3	C3	A3	C3	A3	C3	A3	A8	
350	150	2150	250	1350	500	1750	500	6250	800	39400
319 452	399 314	319 452	574 854	319 452	574 854	319 452	574 854	319 452	399 314	
111 808 200	59 897 100	686 821 800	143 713 500	431 260 200	287 427 000	559 041 000	287 427 000	1 996 575 000	319 451 200	15 701

Vedlegg 3