

HØGSKOLEN I OSLO
OG AKERSHUS

Institutt for Bygg- og energiteknikk
Postadresse: Postboks 4 St. Olavs plass, 0130 Oslo
Besøksadresse: Pilestredet 35, Oslo

GRUPPE NR.
8

TILGJENGELIGHET
LUKKET

Telefon: +47 67 23 50 00

www.hioa.no

BACHELOROPPGAVE

BACHELOROPPGAVENS TITTEL	DATO
QUANTM - FRA VISJON TIL BÆREKRAFTIG SAMFERDSELSPLANLEGGING	19.05.2017
	ANTALL SIDER / ANTALL VEDLEGG
	41 / 20
FORFATTERE	VEILEDER
Idunn Ervesvåg og Magnus Hedly	Berthe Dongmo-Engeland Førsteamanuensis, HiOA
UTFØRT I SAMARBEID MED	KONTAKTPERSONER
Trimble, Norconsult, Bane NOR og NITO	Merete Tondel og Daniel Sosna Salgsdirektør og support, Trimble

SAMMENDRAG
<p>Planlegging og utbygging av jernbane i Norge er forbundet med høye prosjekteringskostnader. I dagens komplekse verden med kompliserte lover og samfunnsbegrensninger, kombinert med begrensede budsjetter gjør at god planlegging blir kritisk i forhold til prosjekters gjennomførbarhet.</p> <p>Trimble Quantm software er et planleggingsverktøy som har oppnådd stor suksess i utlandet. Verktøy integrerer miljø, geologi og kostnader, og det kan videre redusere prosjekteringstid og byggekostnader. Dette vil komme fremtidens samfunn til gode.</p> <p>Bruk av Quantm i oppgaven resulterte i at vi fant en raskere trasé med lavere kostnader sammenlignet med Bane NORs valgte alternativ for strekningen Vik-Hønefoss. På veien støttet verktøyet oss med å planlegge og beslutte en optimal løsning ved hjelp av en avansert programvare som beregnet mulige linjevalg basert på ulike variabler og forutsetninger.</p>

4 STIKKORD
Trimble Quantm
Linjeoptimalisering
Tidligfaseprosjektering
Ringeriksbanen Vik – Hønefoss

Forord

Denne bacheloroppgaven er utarbeidet som et avsluttende arbeid for bachelorprogrammet ved Institutt for bygg- og energiteknikk ved Høgskolen i Oslo og Akershus. Arbeidet er utført i avsluttende vårsemester 2017, og er vektlagt 20 studiepoeng. Det har vært et samarbeidet med Bane NOR, HiOA, NITO, Trimble og Norconsult.

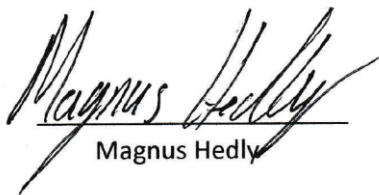
Bacheloroppgavens hovedmål har vært å finne frem til den best mulige linjeføringen for jernbanetraséen mellom Vik og Hønefoss ved hjelp av dataprogrammet Quantm. De ulike trasévalgene har vi vurdert på bakgrunn av kunnskap vi har tilegnet oss under studiet, selvstudie og konferansen *Trimble Dimensions* i Las Vegas, november 2016, samt rapporter fra bla. Bane NOR og Statens vegvesen. Oppgaven har vært spennende, lærerik, engasjerende og utfordrende.

Vi ble introdusert for programmet Quantm sommeren 2016 av Norconsult. Begge ble imponert over programmets evne til å kunne løse avanserte oppgaver på kort tid.

Målgruppen for denne oppgaven er personer med brukerinteresse for tidligfaseprosjektering av samferdselsprosjekter.

Vår takk går til samarbeidspartnerne Merete Tondel, Bill Lazaris og Daniel Sosna i Trimble, Terje Andreas Vik og Sigurdur Jens Sigrudsson i Bane NOR, Sigurd Russland og Steffen Opstad Hamborg i Norconsult og Lene Stahl i NITO. En spesiell takk retter vi til vår interne veileder Berthe Dongmo Engeland som alltid har vært positiv og tilgjengelig. Våre samarbeidspartnere har bidratt til kvalitet i oppgaven og gitt oss en spennende og utfordrende studiehverdag.

Oslo, 19.05.2016


Magnus Hedly

Idunn A. Ervesvåg

Sammendrag

Bane NOR og Statens vegvesen er allerede godt i gang med planleggingen av Ringeriksbanen, en ny InterCity-strekning. Traséen strekker seg fra Sandvika i sør til Hønefoss i nord.

Strekningen er delt inn i fem deler, hvor linjen for det meste befinner seg i tunnel de første tre delstrekningene (Skogen, Bane NOR, 2017). På bakgrunn av dette ble det avtalt at det geografiske område skulle avgrenses til dagsonen på strekning 4, av hensyn til oppgavens fremdrift og for at Ringeriksprosjektet skal kunne benytte seg av resultatene i oppgaven.

Anleggsstart for både vei og bane er satt til 2021/22, og det er knyttet store forventninger til prosjektet, da det vil koble Ringeriksregionen med Oslo. Sammen med E16 Høgstet - Hønefoss vil dette bli det største fellesprosjektet for veg og jernbane i Norge.

(Ringeriksbanen, 2015)

Det verdenomspennende konsernet Trimble har utviklet programmet Quantm. Det er en software som hjelper ingeniører verden over med å planlegge ny veg og jernbane. Verktøyet gir kortere prosjekteringstid og lavere byggekostnader. Trimble Quantm software gjør det enklere å vurdere alle mulige alternativer for å kunne ta de beste avgjørelsene, legge en plan som er bærekraftig med gode miljømessige løsninger. Quantm gjør det også enklere å investere i en bedre fremtid ved å redusere kapital- og driftskostnader. Nå kan planleggere og ingeniører redusere prosjektplanleggingstid og levere forbedrede tilpasninger som oppfyller krav til miljømessige, verneverdige og urbane hensyn sammen med designstandarder tilpasset hvert prosjekt (Trimble , 2016).

I oppgaven ser vi på Ringeriksbanen fra Vik til Hønefoss, en strekning på ca. 10 km. Vi valgte å sammenligne traséen fra dataprogrammet Quantm mot den planlagte traséen til Bane NOR for samme strekning. Linjeføringen er tilrettelagt for en hastighet på 250 km/t. Terrenningrep og vernede områder har vært en avgjørende faktor for endelig linjevalg. Det har også vært nødvendig å sette en del begrensinger i oppgaven som kan ha innvirkning på resultatene.

Basert på ulike metoder for innhenting av data og ulike linjer som ble analysert, har vi konkludert med at vi har funnet en linje som er optimal for delstrekning 4 på Ringeriksbanen. Dette gir en indikator på at Quantm er et godt verktøy i tidligfaseprosjektering av vei og jernbane.

Abstract

Bane NOR and Statens vegvesen are currently in the planning process of a new InterCity project between Sandvika and Hønefoss – Ringeriksbanen. The alignment is divided into five parts where the three first are mostly in tunnel. The last two stretches are in the day zone and are more challenging for placement due to rivers, protected areas and flooded areas. It was therefore decided that the after use of the task and the challenge working with it would be significantly greater by examining section 4.

Construction start for both road and lane is set to 2021/22, and there are great expectations for the project as it will connect the Ringeriks region with Oslo. Together with the E16 Høggkastet - Hønefoss this will be the largest joint venture for road and railway in Norway. Ringerike and Hønefoss have a high potential for development, which can reduce the pressure and housing prices in Oslo. Ringeriksbanen will alone provide more than 900,000 new travelers to the Railroad in Norway!

Trimble has developed the Quantm software. It's a software that helps engineers worldwide plan new roads and railways. The tool provides lower consumption of engineering time and construction costs. Trimble Quantm software makes it easier to evaluate all possible alternatives to make the best decisions, create a plan that is sustainable with best environmental and public performance. Quantm also makes it easier to invest in a better future by reducing capital and operating costs. Now planners and engineers can reduce project planning time and deliver improved alignments that meet environmental, heritage and urban constraints along with design standards set by each project.

In this assignment, we look at Ringeriksbanen from Vik to Hønefoss, a stretch of approx. 10 km. We chose to compare the alignment from Quantum against the planned route from Bane NOR. The line guidance is facilitated at a speed of 250 km/h. **Terrorized** and protected areas have also been a decisive factor for final line selection. It has also been necessary to set some delimitations in the task that may have an impact on the results.

Based on different methods of data retrieval and different lines that were analyzed, we concluded that we have found a line that is optimal for section 4 on the Ringeriks course. This gives an indicator that Quantm is a useful tool in early phase engineering of road and railways.

Forklaring av forkortelser

Forkortelse	Fullt navn	Beskrivelse
DTM	Digital terrain model	3D-modell av terreng
IC	InterCity	En betegnelse på utbyggingen av jernbanelinjene fra Oslo og mot Halden, Skien, Lillehammer og Hønefoss, og omfatter Østfoldbanen, Vestfoldbanen, Dovrebanen og Ringeriksbanen
VA-anlegg	Vann- og avløpsanlegg	Anlegg som fører vann og avløp
NVE	Norges vassdrag- og energidirektorat	Nasjonal faginstitusjon for hydrologi
IC Tønski	InterCity Tønsberg - Skien	InterCity strekningen Tønsberg - Skien
NTP	Nasjonal transportplan	
KVU	Konseptvalgutredning	Tidligfaseutredninger i forbindelse med store statlige eller kommunale arealutviklingsprosjekter

Tabell 1: Oversikt over forkortelser brukt i oppgaven

Definisjoner

Faguttrykk	Definisjon
Dagsone	Den delen av jernbanestrekningen som ikke ligger i tunell
Korridor	Et avgrenset området hvor flest linjer er samlet
Dobbelt spor	Betegnelse på jernbaner der to parallelle spor utgjør linjen
Meander	En sving i et elveløp
Shape-fil	Shape-fil er et fil-format som kan beskrive vektor-funksjoner. Som for eksempel representerer vann, veier, elver og innsjøer
Kulturminner	Kulturminner er konkrete, som regel synbare, spor etter eldre tiders liv og virke
Hensynssone	Soner linjeføringen ikke kan krysse
Ravine	Mindre dal med bratte sider, dannet i løsavsetninger eller fjell ved elveerosjon
Jernbanetrasé	Skinnelagt trasé for tog

Tabell 2: Definisjoner/faguttrykk brukt i oppgaven

Tabelliste

TABELL 1: OVERSIKT OVER FORKORTELSER BRUKT I OPPGAVEN	IV
TABELL 2: DEFINISJONER/ FAGUTTRYKK BRUKT I OPPGAVEN	IV
TABELL 3: LITTERATURSTUDIE	2
TABELL 4: DISPOSISJON AV OPPGAVEN	5
TABELL 5: VERDIVURDERING AV KULTURMINNER	8
TABELL 6: INTERESSENTGRUPPER	9
TABELL 7: FORKLARING AV FARGER I QUANTM	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABELL 8: OVERSIKT OVER DEN KORTESTE LINJEN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABELL 9: OVERSIKT OVER DEN BILLIGSTE LINJEN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABELL 10: OVERSIKT OVER HELGELANDSMOLINJEN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABELL 11: OVERSIKT OVER HELGELANDSMOLINJEN - OPTIMALISERT	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABELL 12: OPPSUMMERING AV RESULTATENE	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

Figurliste

FIGUR 1: INTERCITY-STRATEGIEN OG MILEPELENE I NTP	6
FIGUR 2: OVERSIKT OVER RINGERIKSBANEN	6
FIGUR 3: UTBYGGINGSTRINN RINGERIKSBANEN	7
FIGUR 4: VERDIKART FOR KULTURMINNER	7
FIGUR 5: BANE NOR SINE TRE ALTERNATIVER FOR LINJEFØRING	10
FIGUR 6: VERDIKART FOR LANDSKAPSBILDE	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGUR 7. ET ALTERNATIV FOR KRYSSING AV STORELVA MED SAMMENHENGENDE BRO FOR HELGELANDSMOLINJEN	11
FIGUR 8: RANDSFJORDBANEN HØNEFOSS-OSLO	12
FIGUR 9: HELGELANDSMOEN LEIR	12
FIGUR 10: FREDET KULTURMINNE	12
FIGUR 11: HENSYNSSONE AV HELGELANDSMOEN NÆRINGS-PARK OG MILITÆRLEIR I QUANTM	13
FIGUR 12: HELGELANDSMOEN NÆRINGS-PARK	14
FIGUR 13: 200-ÅRSFLOM I HOLE OG RINGERIKE KOMMUNE	14
FIGUR 14: FLOMSONE I QUANTM KARTGRUNNLAG	15
FIGUR 15: OVERSIKTSBILDE KVIKKLEIRE I RINGERIKE KOMMUNE	16
FIGUR 16: QUANTM I BRUK I PLANLEGGINGSFASEN I TIDLIGFASEPROSJEKTERING	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGUR 17: QUANTM I PLANLEGGINGSFASEN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGUR 18: DTM AV OMRÅDET	19
FIGUR 19: SATELLITTBILDE AV OMRÅDET	23
FIGUR 20: HORIZONTAL GEOMETRI	20
FIGUR 21: VERTIKAL GEOMETRI	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGUR 22: JERNBANETVERRSNITT I QUANTM	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGUR 23: RESULTAT KORRIDORSØK	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGUR 24: TRE TRASÉ FORSLAG AV BANE NOR	22
FIGUR 25: KORRIDORSØK I QUANTM	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGUR 26: DE FIRE UTVALGTE TRASÉENE	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGUR 27: VERTIKALPROFIL AV DEN KORTESTE LINJEN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGUR 28: DEN KORTESTE LINJEN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGUR 29: VERTIKALPROFIL AV DEN BILLIGSTE LINJEN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGUR 30: DEN BILLIGSTE LINJEN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGUR 31: VERTIKALPROFIL AV HELGELANDSMOLINJEN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGUR 32: HELGELANDSMOLINJEN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

FIGUR 33: VERTIKALPROFIL AV HELGELANDSMOLINJEN – OPTIMALISERT **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
FIGUR 34: HELGELANDSMOEN - OPTIMALISERT **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

Innholdsfortegnelse

Forord	I
Sammendrag	II
Abstract	III
Forklaring av forkortelser	IV
Definisjoner	IV
Tabelliste	V
Figurliste	V
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Litteraturstudie	2
1.3 Oppgavens formål	3
1.3.1 Problemstilling	3
1.3.2 Delspørsmål	3
1.3.3 Resultatmål	3
1.3.4 Delmål	3
1.4 Hypotese	3
1.5 Avgrensninger	4
1.5.1 Geografisk avgrensning	4
1.6 Disposisjon	5
2 Teori	5
2.1 InterCity	6
2.1.1 Ringeriksbanen	7
2.1.2 Kulturminner	8
2.1.3 Interessenter	9
2.2 Vurderte trasévalg - Bane NOR	10
2.2.2 Grunnlaget for Helgelandsmolinjen og linjen fra Quantm	12
2.3.1 Dagens jernbaneforbindelse	12
2.3.2 Helgelandsmoen leir	13
2.3.3 Helgelandsmoen Næringspark	14
2.3.4 Geologi	15
2.3.4.1 200-års flom	15
2.3.4.2 Kvikkleire	16
3 Metode	17
3.1 Valgt metode	17
3.2 Datainnsamling	18
3.3 Informanter	19
3.4 Studietur til USA - Trimble Dimensions 2016	19
3.5 Quantm	20
3.6 Figurer og kart	20
4 Prosedyre	22

4.1 Metodisk gjennomføring	22
5 Resultat	25
5.1 Kostnader.....	26
5.2 Korridorsøk.....	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
5.2.1 Korridor sammenligning	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
5.3 Presentasjon av tre utvalgte traséer	27
5.3.1 Den mest kostnadsbesparende linjen (blå trasé).....	28
5.3.2 Den korteste linjen (grønn trasé)	29
5.3.3 Helgelandsmolinjen, 4f	30
5.4 Optimalisering av Helgelandsmolinjen (gul trasé)	31
5.5 Oppsummering av resultatene fra Quantm.....	32
5.6 Kostnadsestimat for Bane NOR's linje	32
6 Diskusjon.....	33
6.2 Sammenligning av alternativene	33
6.2.1 Rimeligste alternativ, blå trasé.....	33
6.2.2 Raskeste alternativ, grønn trasé.....	34
6.2.3 Bane NOR - Helgelandsmolinjen, 4f, hvit trasé	34
6.3 Bane NOR – Helgelandsmolinjen – optimalisert, gul trasé	34
6.3 Usikkerhetsmomenter	35
6.4 Evaluering av Trimble Quantm	36
7 Konklusjon.....	37
Kildeliste	38
Vedlegg	40
Vedlegg 1: Brukte formler	A
Vedlegg 2: faseoversikt over InterCity strekningene.....	B
Vedlegg 3: Geometriske parametere	C
Vedlegg 4: Tverrsnitt parametere.....	F
Vedlegg 5: Kostnadsparametere	H
Vedlegg 6: Korridor plassering for de tre vurderte alternativene.....	J
Vedlegg 7: Det mest kostnadsbesparende alternativer med kostnader	M
Vedlegg 8: Det raskeste alternativet med kostnader.....	P
Vedlegg 9: Helgelandsmoen med kostnader	S
Vedlegg 10: Optimalisert linje til Helgelandsmoen 4f med kostnader.....	V
Vedlegg 11: Detaljerte kostnadsestimater	Y
Vedlegg 12: Alternative måter for Helgelandsmolinjen å krysse Storelva	Z
Vedlegg 13: Dyrket mark – Bane NOR	Æ
Vedlegg 14: anbefalt alternativ Sandvika-Hønefoss – Bane NOR	Ø
Vedlegg 15: Innspill fra fylke og kommune på valg av løsning.....	Å
Vedlegg 16: Konklusjon av linjevalg – Bane NOR	Å
Vedlegg 17: Konklusjon fra Silingsrapporten - Bane NOR.....	AA
Vedlegg 18: Konklusjon forprosjekt - Bane NOR.....	AA
Vedlegg 19: Rangering av linjene – Bane NOR.....	BB
Vedlegg 20: Meny for beslutninger – Bane NOR	CC

Vedlegg 21: Videre arbeid – Bane NOR..... **Error! Bookmark not defined.**

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

For å få et mer moderne transportsystem har regjeringen bevilget 1064 mrd. kr til nasjonal transportplan (NTP) for perioden 2018-2029. Regjeringens mål er å bedre framkommelighet, redusere ulykker og redusere klimagassutslipp. En del av denne satsingen er Ringeriksbanen. Statens Vegvesen skal i samarbeid med Bane NOR bygge ut strekningen Oslo-Bergen. Ringeriksbanen er en del av denne strekningen, som går mellom Sandvika og Hønefoss (se vedlegg 14). Dette har lenge vært et mye omdiskutert tema, faktisk helt siden 1858. Hensikten, den gang som nå, var først og fremst å skaffe Bergensbanen den korteste og hurtigste fremkomst såvel til Kristiania som til store deler av Østlandet, samt til utlandet (Jernbaneverket, 1998). Anleggsstart for både vei og bane er satt til 2021/22, og det er knyttet store forventninger til prosjektet da det vil koble Ringeriksregionen med Oslo. Sammen med motorveien E16 Høgkastet – Hønefoss, vil dette bli det største fellesprosjektet for veg og jernbane i Norge. Ringerike og Hønefoss har et enormt potensiale for utbygging, og dette kan redusere boligprisene i Oslo. Ringeriksbanen vil alene kunne gi mer enn 900 000 nye reisende til Jernbanen i Norge! (Ringeriksbanen, 2015).

Hovedstaden vokser stadig, og det er behov for å utvide pendlerområdet til Oslo. Hønefoss blir en del av InterCity-området, med tilknytning til resten av Østlandsregionen. En ny bane vil kunne gi endringer i arbeidsmarkedet, valg av transportmiddel og ikke minst bosetting. Basert på overnevnte grunner, samt fokuset på å klimakonsekvenser, har stortinget besluttet at Ringeriksbanen skal bli en realitet. Banen skal ferdigstilles 2026/2027 sammen med ny E16 (Skogen, Bane NOR, 2017).

En viktig del av ingeniørenes oppgave i et samferdselsprosjekt er å finne en linje i plan og profil som tar hensyn til alle krav og restriksjoner. Å finne egnende traséer er en krevende prosess både i forhold til tid og kostnader. Ved støtte av dataprogrammer kan denne jobben gjøres mer effektiv og gi et bedre sluttresultat.

Det verdenomspennende konsernet Trimble har utviklet programmet Quantm. Det er en software som hjelper ingeniører verden over med å planlegge ny veg og jernbane. Verktøyet gir lavere prosjekteringstid og byggekostnader. Trimble Quantm software gjør det enklere å vurdere alle mulige alternativer for å kunne ta de beste avgjørelsene, legge en plan som er bærekraftig med gode miljømessige hensyn. Quantm gjør det også enklere å investere i en bedre fremtid ved å redusere kapital- og driftskostnader (Trimble, 2016).

Quantm utfører korridoridentifikasjon og full horisontal og vertikal justeringsoptimalisering. Verktøyet tar hensyn til designstandarder, terreng, miljø, geologi, ingeniør-, miljø- og konstruksjonsbegrensninger for å gi optimal tilpasning for detaljert design.

Nå kan planleggere og ingeniører redusere prosjektplanleggingstid og levere forbedrede tilpasninger som oppfyller miljømessige, verneverdige og urbane begrensninger sammen med designstandarder tilpasset hvert prosjekt (Trimble , 2016).

1.2 Litteraturstudie

Dina Eggum og Magnus Hedly jobbet sommeren 2016 i Norconsult/avdeling plan og samferdsel. Quantm ble brukt på en casestudie som en forstudie til denne oppgaven. Hensikten med casestudien var å undersøke om Quantm var et verktøy Norconsult kunne benytte i prosjektering av samferdselsprosjekter. Forstudiet er basert på undersøkelser gjort på InterCity mellom Stokke og Sandefjord. Det virket som at Quantm var godt egnet i tidligfaseprosjektering. Programmet fikk frem hovedtrender og korridorer, slik at man ved senere prosjektering vet hvor man bør legge fokusområdet for linjeoptimalisering. Forstudierapporten tilhører Norconsult og er et lukket internt dokument.

Forfatter	Tittel, år	Type studie (metode)	Resultat, konklusjon
Dina Eggum og Magnus Hedly	IC Tønski	Forstudie (internt dokument i Norconsult)	Resultatet gav to tydelige hoved korridorer for jernbanelinjer. Korridorene ligger på hver side av Torp lufthavn i IC Tønski prosjektet mellom Stokke og Sandefjord.

Tabell 3: Litteraturstudie

1.3 Oppgavens formål

Formålet med oppgaven er å gjennomføre linjesøk. De best egnede traséene sammenlignes med linjen til Bane NOR.

1.3.1 Problemstilling

Kan kostnader, tidsbruk og reisetid reduseres ved å ta i bruk Quantm i tidligfaseprosjektering og med det bekrefte at verktøyet gir en bærekraftig samferdselsplanlegging?

1.3.2 Delspørsmål

- Hvor lang tid vil Quantm bruke på selve korridor- og linjesøk?
- Er Quantm brukervennlig?

1.3.3 Resultatmål

- Finne den mest optimale linjen for strekningen Vik – Hønefoss

1.3.4 Delmål

- Finne den rimligste linjen for strekningen Vik - Hønefoss
- Finne den raskeste linjen for strekningen Vik - Hønefoss
- Finne optimal plassering av korridorer og trasé
- Optimalisere Helgelandsmolinjen, Bane NORs linje.

1.4 Hypotese

Vi mener vi kan finne tilsvarende korridorer til delstrekning 4 som er gjort i det reelle prosjektet ved bruk av Quantm. Vi tror også at vi kan finne alternative linjer som er kortere eller rimeligere enn den som er prosjektert av Bane NOR, ut ifra de opplysningene vi har på nåværende tidspunkt.

1.5 Begrensninger

Det har vært nødvendig å sette en del begrensninger i oppgaven som kan ha innvirkning på resultatene. Av hensyn til prosjektets status har vi ikke fått tilgang til opplysninger om og geologi på detaljnivå. Vi forholder oss for øvrig til NVE sine grunnundersøkelser for strekningen. Følgende parameter har vi ikke tatt hensyn til:

- Eventuelle VA-anlegg
- Eksisterende reguleringsplaner
- Logistikk
- Rasfare
- Endringer i grunnvannsforhold
- Økologi
- Dyreliv
- Naturverdier
- Kulturminner som ikke er vurdert å ha stor verdivurdering
- Allmenne hensyn

1.5.1 Geografisk avgrensning

Traséen strekker seg fra Sandvika i sør til Hønefoss i nord (se vedlegg 14). Strekningen er delt inn i fem deler, hvor linjen for det meste går i tunnel de første tre delstrekningene (Skogen, Bane NOR, 2017). De to siste delstrekningene går i dagsonen og har større utfordringer til plassering på grunn av elver, verneverdige- og flomutsatte områder. På bakgrunn av ovenstående ble det i møte med Sigurdur Jens Sigurdsson i Bane NOR bestemt at utfordringen i- og etterbruken av oppgaven ville bli vesentlig større ved å undersøke delstrekning 4. Avgrensningen muliggjør at Ringeriksprosjektet kan benytte seg av resultatene i oppgaven.

1.6 Disposisjon

Hovedoppgaven består av totalt 7 kapitler. Hvert kapittel tar for seg teori og analyser som samlet vil lede til et svar på om Quantm prinsipielt kan forbedre dagens metoder for å finne optimale linjeføring for jernbanetraséer.

KAPITTEL	TITTEL	BESKRIVELSE
Kapittel 2	Teori	Kapittelet vil beskrive hva InterCity og Ringeriksbanen er og hvilken betydning det vil få i fremtiden, samt interessenter som er knyttet til prosjektet. Det vil også kort bli nevnt hvorfor Helgelandsmoen leir er en hensynssone og hvordan dette er blitt tatt hensyn til i Quantm.
Kapittel 3	Metode	Vi går her nærmere inn på hvordan vi har fått nødvendige data for å gjennomføre prosjektet. Avslutningsvis drøfter vi valg av metode.
Kapittel 4	Prosedyre	Trinnvis gjennomgang av hvordan Quantm virker og hvordan vi legger inn de ulike parameterne.
Kapittel 5	Resultat	Presentasjon av resultat
Kapittel 6	Casestudie	Resultat fra kapittel 5 drøftes
Kapittel 7	Konklusjon	Problemstillingen vil bli besvart

Tabell 4: Disposisjon av oppgaven

2 Teori

I oppgaven er det brukt to typologier av teori; type I, type V og type III (Lassen, 2017). Grunnen til dette er at vi bruker en kombinasjon av ulike metoder, kvantitativ og kvalitativ. For mer info om bruk av metode se punkt 3.1.

2.1 InterCity

InterCity-satsingen omfatter planlegging og bygging av sammenhengende dobbeltspor på jernbanelinjene fra Oslo og mot Halden, Skien, Lillehammer og Hønefoss, og omfatter

Østfoldbanen, Vestfoldbanen, Dovrebanen og Ringeriksbanen. I de kommende årene skal det planlegges, prosjekteres og bygges 270 kilometer med nytt dobbeltspor og 22 nye stasjoner for å gjøre InterCity-nettet komplett (Nasjonal Transportplan 2018-2029, 2016). Sluttresultatet vil bli et forbedret togtilbud med kortere reisetid og høyere frekvens. En forbedret infrastruktur vil være vesentlig for å nå nullvekstmålet i byområder, legge til rette for en miljøvennlig arealutvikling og styrke togtilbudet på lengre distanser. Planarbeidet i InterCity-nettet er på ulike nivåer. Flere strekninger er allerede under bygging (Avinor og transportetatene, 2016). Se vedlegg 2 for å se hvilke faser de ulike strekningene er i.



Figur 1: InterCity-strategien og milepælene i NTP 2014-2023, hentet fra NTP 2018-2029, Vedlegg 6

InterCity-strategien bygger på konseptvalgutredningen for InterCity fra 2012. Denne konkluderte med at det var nødvendig med full utbygging av dobbeltspor i InterCity-området, for å kunne svare på framtidens transportetterspørsel med et attraktivt kollektivtilbud (Bane NOR, 2012). Hvis alt går etter planen vil InterCity stå ferdig i 2030.

2.1.1 Ringeriksbanen

Målet for Ringeriksbanen er å knytte Ringerike nærmere Oslo, med den hensikt å utvide



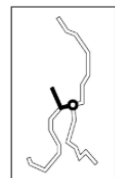
pendlerområdet rundt Oslo. Tiltaket vil også gi Bergensbanen kortere reisetid mellom Oslo og Bergen, og dermed gjøre jernbanen mer attraktiv som kollektivmiddel (Dovre Group og Transportøkonomisk institutt, 2015). Ved å knytte Hønefoss til Oslo, vil flere kunne bosette seg utenfor hovedstaden. Det vil også føre til at flere store bedrifter kan etablere seg i utkantområdet og vi kan på den måten ekspandere arbeidsmarkedet. Byene vil også knyttes mer til hverandre ved at reisetiden minsker.



Figur 2 (over): Oversikt over Ringeriksbanen
Figur 3 (høyre): Utbyggingstrinn Ringeriksbanen
Kilde: Begge er hentet fra NTP 2018-2029

Utbyggingstrinn Ringeriksbanen

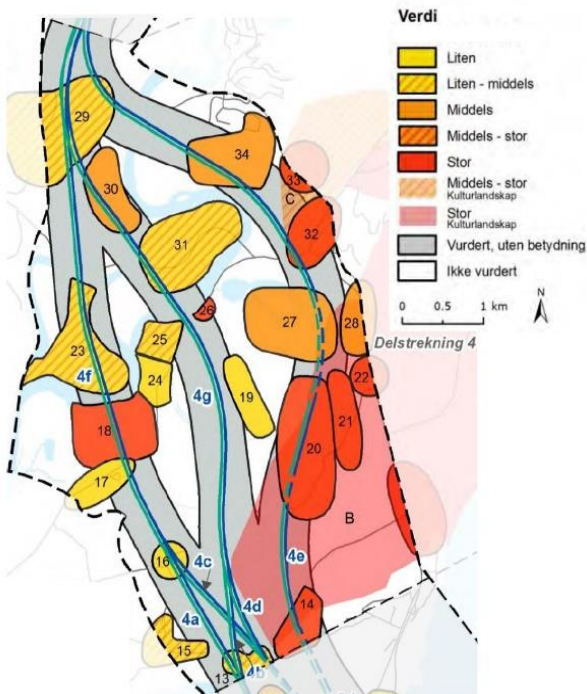
● Trinn 1 – Ferdig 2024



Ringeriksbanen vil ikke bare forkorte reisetiden Oslo-Bergen med en time (Regjeringen, 2015), men tiden det tar å reise fra Oslo til Hønefoss vil i noen tilfeller kunne være kortere enn reiser innad i Oslo sentrum. Dette vil kunne gi en solid befolkningsvekst i Ringeriksregionen og omgivelsene rundt. Bilen kan bli erstattet av toget. Her er det flere gevinster å hente. Det vil være en stor miljøgevinst, og det kan bidra til at færre mister livet i trafikken. Ringeriksbanen vil være konkurransedyktig med tanke på andre transportmidler som ekspressbuser og taxi m.m. da både kapasiteten og frekvensen vil øke. Løsningen på dette er dobbeltspor og en hastighet på hele 250 km/t.

2.1.2 Kulturminner

Oppgaven vil ikke ta hensyn til kulturminner som har vurdering *liten-middels*. Kulturminner som ikke blir påvirket av traséen vil heller ikke bli nevnt ytterligere i oppgaven.



Figur 4: Verdikart for kulturminner

Kulturmiljø (jf kart)	Sted	Verdivurdering
KM 13	By	Liten - middels
KM 14	Viksenga/Jomfruland	Stor
KM 15	Svensrud	Liten - middels
KM 16	Svingerud/Moholt	liten
KM 17	Bråtan mfl	Liten
KM 18	Helgelandsmoen	Stor
KM 19	Lamoen	Liten
KM 20	Sørum og Mo	Stor
KM 21	Bjørnstad/Bjørke	Stor
KM 22	Sonerud	Stor
KM 23	Mællingen, Gomserud	Liten-middels
KM 24	Snadden Sør	Liten
KM 25	Snadden Nord	Liten - middels
KM 26	Roligheden, Fredenshavn	Stor
KM 27	Frok, Rå, Bergen	Middels
KM 28	Øderå-Vangen-Gil-Bråk	Middels
KM 29	Prestmoen vest	Liten - middels
KM 30	Prestmoen midtre	Middels
KM 31	Prestmoen øst	Liten - middels
KM 32	Norderhov	Stor
KM 33	Hverven Tandberg	Stor
KM 34	Hvervenmoen	Middels
Kulturlandskap B	Steinsletta	Stor
Kulturlandskap C	Norderhov-Hverven-Tangberg	Middels-stor

Tabell 5: Verdivurdering av kulturminner (jf. Kart figur 4).

Kilde: Begge er hentet fra Silingsrapporten utarbeidet av Bane NOR og Statens vegvesen i 2015.

2.1.3 Interessenter

Hovedinteressentene for strekningen Vik – Hønefoss, og InterCity som helhet, er de som regelmessig kommer til å benytte seg av togtilbudet, samt de som blir direkte berørt av trasé- og stasjonsutbygging. Det vil med andre ord si innbyggerne, grunneiere, næringsliv og pendlere. De er alle avhengige av god framkommelighet, tilgang til stasjonen og forutsigbar reisetid. Dette gjelder for alle: kollektivreisende, gående, syklende og bilister. Andre behov som må dekkes er gode byrom, redusert støy og tilgjengelighet til grøntarealer (Statens vegvesen, 2015).

Interessentgruppe	Interesser og behov knyttet til endringer i transportsystemet
Næringslivet	Forutsigbar reisetid. Opprettholdelse av framkommeligheten internt i Hønefossområdet
Trafikanter på reise til / fra arbeid / skole med kollektivtransport, gange og sykkel	Forutsigbar reisetid. Tilgjengelig, fleksibelt og effektivt kollektivtilbud. Sammenhengende, sikre og tilgjengelige vegløsninger for gående og syklende.
Trafikanter på reise til / fra arbeid / skole med bil	Forutsigbar reisetid i rushtrafikken
Beboere	Redusert støy, færre barrierer, gode byrom og tilgjengelighet til rekreasjons- og friluftsområder
Beredskaps- og utrykningsetatene	Opprettholde framkommelighet og forutsigbar reisetid
Handelsstanden	Bedre tilgjengeligheten for alle transportformer
Transportselskapene (buss og taxi)	Bedre framkommelighet og forutsigbar reisetid
Trafikanter i fritiden	Bedre framkommelighet, forutsigbar reisetid, tilgjengelig kollektivtilbud samt et effektivt og sikkert gange- og sykkelvegnett
Eiendomsutviklere og grunneiere	Økt framkommelighet i transportsystemet (alle transportformer) og forbedring av bymiljøet

Tabell 6: Interessentgrupper. Kilde: Statens vegvesen, KVV Hønefoss.

2.2 Vurderte trasévalg - Bane NOR

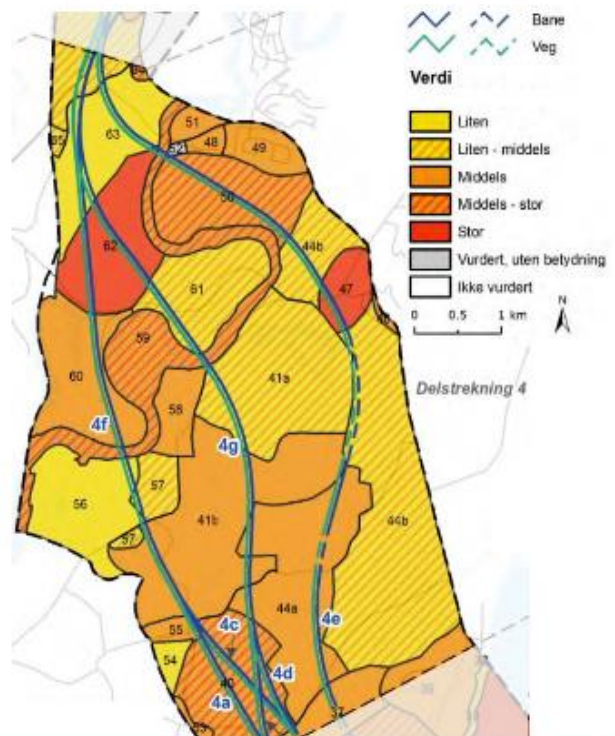


I august 2015 startet Bane NOR og Statens vegvesen en formell planlegging av Ringeriksbanen og E16 Skaret-Hønefoss. På grunn av de store kultur-, landbruks- og naturverdiene i området rundt Storelva og Steinsletta ble etatene bedt om å gjennomføre et forprosjekt for å se nærmere på de tre alternative traséføringene over henholdsvis Helgelandsmoen (4f), Busund (4g) og Monserud (4e) (Regjeringen, 2016). Formålet med utredningen var å avklare tiltak som kan minske eller kompensere for skadevirkninger. Statlige etater og lokale styresmakter fikk delta i arbeidet (Regjeringen, 2016). Det er i pkt. 5.6 vist kostnader for delstrekningene 4f, 4g og 4e.

Figur 5 (venstre): Bane NOR sine tre alternativer for linjeføring.

Kilde: Bane NOR, Forprosjekt delstrekning 4

Dette ble en viktig avklaring for å kunne starte gjennomføringen av prosjektet. Februar 2016 overleverte etatene forprosjektrapporten med forslag om at Helgelandsmoen, 4f (heretter kalt Helgelandsmolinjen), var den mest optimale linjen for prosjektet (se vedlegg 16-20) (Det kongelige samferdselsdepartementet, 2016). Denne gav de laveste kostnadene av de tre alternativene og den gav også større muligheter for å sette i gang tiltak som kan minske skadevirkningene for naturmangfold enn for Busund-linja. Monserud-linja blir vurdert som den dårligste løsningen, både på grunn av kostnadsnivået og konsekvensene (Statens vegvesen, 2016).



Figur 6: Verdikart for landskapsbilde. Kilde: Bane NOR

2.2.1 Hovedutfordring Bane NOR – Helgelandsmolinjen, 4f

Hovedutfordringen for Helgelandsmolinjen er hvor og hvordan linjen skal krysse Storelva. Omkringliggende område ligger lavt i terrenget og er flomutsatt (Bane NOR, 2016). Figur 7 viser en alternativ måte ved å krysse Storelva med bro. Vedlegg 12 viser andre alternative metoder for å krysse Storelva. En annen utfordring er vernede områder, geologien i grunnen, næringsområdet, landskapet og våtmarksområder.



Figur 7. Et alternativ for kryssing av Storelva med sammenhengende bro for Helgelandsmolinjen.
Kilde: Bane NOR, Forprosjekt delstrekning 4.

2.2.2 Grunnlaget for Helgelandsmolinjen og linjen fra Quantm

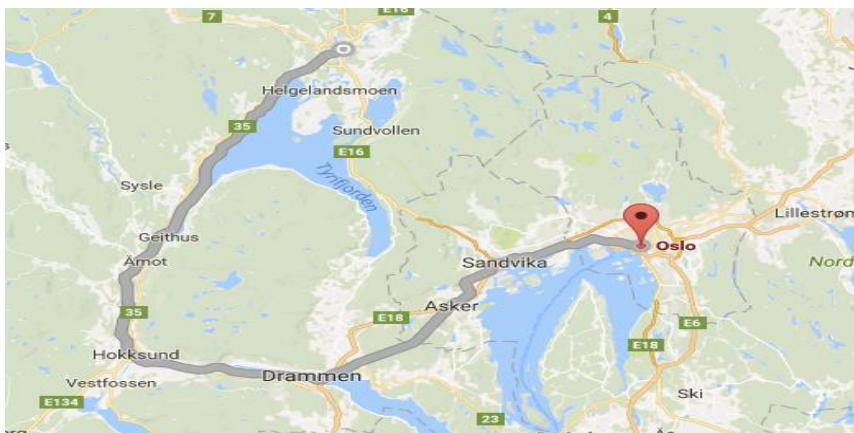
Opplysninger fra Bane NOR oppgir at prosjektgruppen bak Helgelandsmolinjen har tilgang til grunnundersøkelse, er godt gjennomtenkt og optimalisert av erfarne ingeniører. Linjen er i teknisk detaljplan og kan betraktes som endelig linje.

Undertegnede av oppgaven sitter verken på erfaringer eller detaljerte grunnundersøkelser. Dette medfører at sammenligningsgrunnlaget ikke er optimalt. Det ideelle sammenligningsgrunnlaget ville vært en reell linje fra et prosjekt som var i tidligfase, men tilgjengelig vil Quantm få muligheten til å vise hva verktøyet kan utrette med de dataene som er tilgjengelige, mot en linje som er i teknisk detaljplan.

2.3 Dagens situasjon

2.3.1 Dagens jernbaneforbindelse

Jernbaneforbindelsen Oslo - Hønefoss går i dag via Randsfjordbanen (Figur 8, grå linje), og bruker 1 time og 41 minutter. Den nye traséen har en beregnet reisetid på ca. 20 minutter.



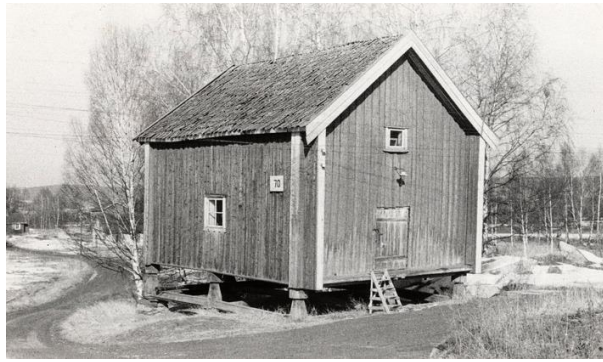
Figur 8: Randsfjordbanen Hønefoss-Oslo

2.3.2 Helgelandsmoen militær område

Helgelandsmoen militær område, figur 9, er en nedlagt militærleir som ligger på Helgelandsmoen i Hole kommune. Den ligger ca. 8 km fra Hønefoss. I dette området finnes det flere fredede objekter bl.a. friluftskirke, kapell, vanntårn, ulike kulturminner, kornmagasin og minnesmerker (Sognfaret, 2016). En linje som går gjennom Helgelandsmoen leir vil være ødeleggende for kulturmiljøet.

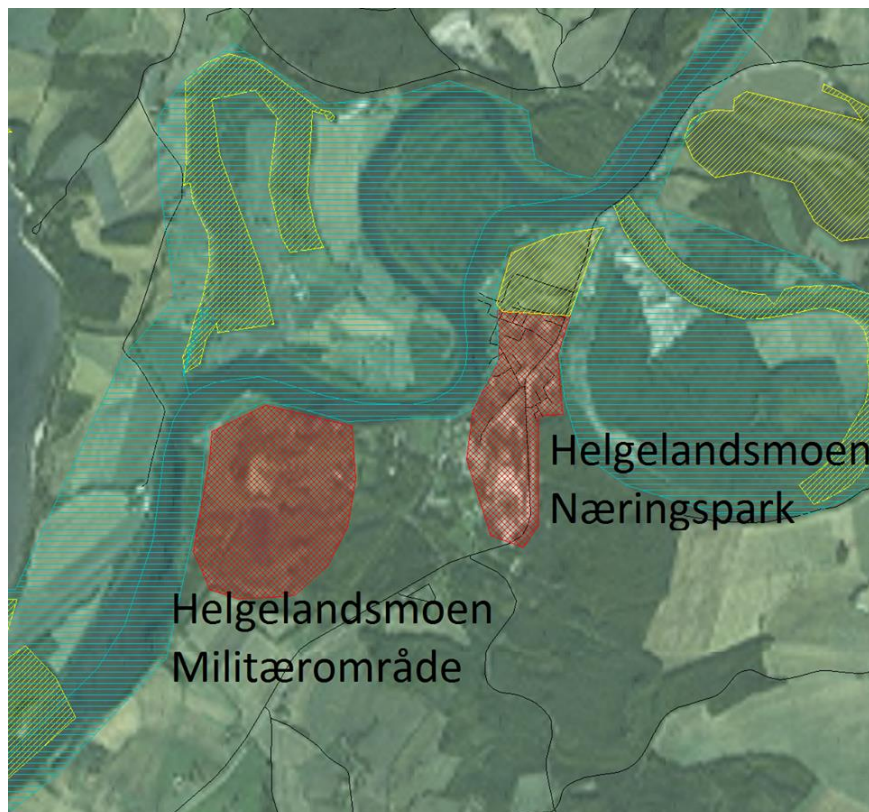


Figur 9: Helgelandsmoen militær område
Foto: Tom Bjørnstad



Figur 10: Fredet kulturminne. Telthus, nr 70.
Foto: Halvor Vreim

For å unngå at ulike kulturminner og fredede gjenstander skal ta skade av linjeføringen legger vi inn hensynssoner i Quantm, se røde områder i figur 11. Når vi legger inn disse restriksjonene vil vi sikre at linjene ikke krysser disse områdene.



Figur 11: Hensynssone av Helgelandsmoen Næringspark og militærleir i Quantm.

2.3.3 Helgelandsmoen Næringspark

I 2004 gikk 7 investorer fra Ringerike sammen om å kjøpe den nedlagte Helgelandsmoen Militærleir av Forsvaret og etablerte Helgelandsmoen Næringspark AS. Næringsparken har et bredt spekter med hele 30 bedrifter som er etablert (Helgelandsmoen Næringspark AS, 2016). Her finner vi bedrifter som driver innen industri, helse, kultur og en hel del annet (Helgelandsmoen Næringspark AS, 2016). I dag er dette en fredet sone. Det vil si at den nye jernbanetraséen ikke kan gå gjennom dette området. Se figur 11 som viser hvordan Quantm tar hensyn til både Helgelandsmoen Næringspark og den gamle militærleiren som ligger i samme område.



Figur 12: Helgelandsmoen Næringspark, hentet fra Helgelandsmoen Næringspark AS sine nettsider

2.3.4.2 Kvikkleire

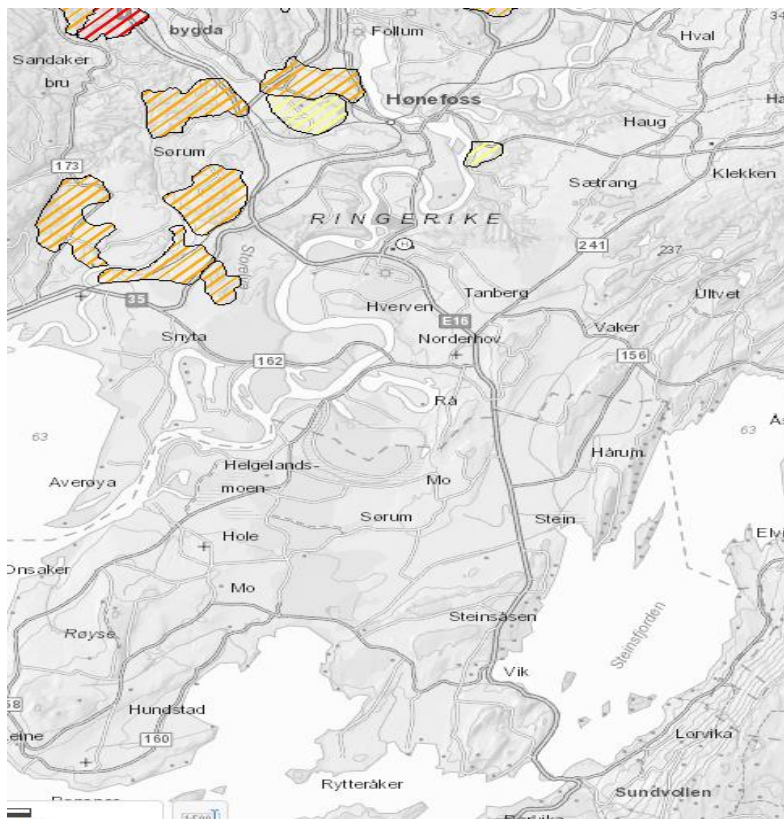
Figur 15 viser NVE's database for nasjonal kvikkleirekartlegging i Ringerike. Det fremkommer av figuren at det er områder med kvikkleire i nærheten av Hønefoss, men dette påvirker ikke linjeføringen i prosjektet. Områdene som er gule er i risikoklasse 4, og er *meget* alvorlig. Områdene med rødt og oransje er i risikoklassene 4 og 3, og er begge registrert som *alvorlig*.

Farge	Risikoklasse	Faregrad
Rødt	4	Høy
Oransje	3	Middels
Gul	4	Høy

Tabell 7: Områder med kvikkleire i Ringerike.

Kilde: NVE's database for nasjonal kvikkleirekartlegging i Ringerike.

Det er tatt hensyn til grunnundersøkelser utført av NVE. På bakgrunn av mangler på



detaljerte grunnundersøkelser langs korridorene er det ikke lagt inn noen hensynssoner i programmet knyttet til geologien. Vi har likevel blitt opplyst om at det er funn av kvikkleire i traséen, men velger å se bort i fra dette da vi ikke har nok data. Dette vil kunne påvirke resultatet til det virkelige prosjektet da geologien kan ha store økonomiske konsekvenser.

Figur 15: Oversiktsbilde kvikkleire i Ringerike kommune
Kartgrunnlag hentet fra NVE Atlas.

3 Metode

3.1 Valgt metode

På grunn av oppgavens kompleksitet og sammensetning har vi brukt en blandet metode. Denne metoden består av kvantitativ- og kvalitativ metode. I oppgaven har vi samlet inn informasjon som lar seg tallfeste og uttrykkes i form av tall, samt informasjon som ikke lar seg tallfeste.

3.1.1 Kvantitativ metode

Det er utført analyser av kvantifiserbare målinger som hastighet, reisetid og distanse. Målingene er presentert i ulike tabeller noe som er vanlig for kvantitative metoder (Dahl & Svein, 2011). Quantm beregnet et bredt korridorsøk med mange linjer.

3.1.1 Kvalitativ metode

Det har blitt gjennomført samtaler med ulike informanter. Relevante dokumenter er blitt studert og analysert, og tolkningen har foregått gjennom hele prosessen (Andersen, 2017).

En kvalitativ metode er en metode for å innhente data hvor man istedenfor å undersøke et stort antall forekomster av et fenomen, konsentrerer seg om færre forekomster som man til gjengjeld undersøger grundigere og dypere.

På bakgrunn av dette har vi brukt kvantitativ- og kvalitativ metode i oppgaven. Dette underbygger at vi har benyttet oss av en blandet metode

3.2 Datainnsamling

Flittig bruk av informanter, deltatt på Trimble Dimensions i Las Vegas, studert analyser og rapporter, samt informasjon fra Ringeriksbanen-, Bane NOR-, Trimble sine hjemmesider og NVE Atlas er brukt i oppgaven. Relevante kilder er oppgitt i kapittel 8, kildeliste.

Dataen og kunnskapen vi har tilegnet oss har vi lagt inn i dataprogrammet Quantm. Valgt metode med datainnsamling og programbruk gjør tidligfaseprosjekteringen rask og kostnadsbesparende. Metoden gir merverdi til de prosjekterende, kunden og samfunnet ved at man raskt kan ta beslutninger og gjøre små endringer basert på forbedringer og større kjennskap til prosjektet.

3.3 Informanter

Vi har hatt ulike informanter som har hjulpet oss med oppgaven:

- Møter og e-poster med Sigurdur Jens Sigurdsson, tverrfaglig prosjekteringsleder i Bane NOR
- Møte og e-poster med Terje Andreas Vik, leder for anleggs- og jernbaneteknikk i Bane NOR
- Møter og e-poster med Daniel Sonsna, product Manager Trimble Novapoint Road
- Møter, e-poster og telefonsamler med Merte Tondel, salgsdirektør Trimble
- Møter, telefonsamler og e-poster med Bill Lazaris, principal engineering construction advisor i Trimble
- Telefonsamtale med Bjørn Hartz, daglig leder Helgelandsmoen Næringspark AS

3.4 Studietur til USA - Trimble Dimensions 2016

Hvert år arrangerer Trimble flere ulike kurs og konferanser rundt om i hele verden. Vi deltok på Trimble Dimensions 2016 i Las Vegas. Dette er en av verdens største ingeniørkonferanser med over 5000 deltagere og over 600 foredrag. Her lærte vi om Quantm, om 3D-modelering, BIM, AutoCad osv. Vi fikk også diskutert oppgaven vår med flere som har ekspertise på området, noe som var svært interessant og nyttig for oppgaven. Vi fikk også et innsyn i markedets behovet for et slikt program. Verden blir mer digitalisert – behovet for et program som Quantm er økende.

3.5 Quantm

Quantm er et tidligfaseverktøy som undersøker gjennomførbarheten til prosjekter. Vi har brukt programmet til å importere en eksisterende linje fra Bane NOR og sammenliknet den med linje- og korridorsøk i Quantm. Verktøyet er nyttig da man raskt kan teste variasjoner av ulike scenarioer og gjøre hurtige endringer for å undersøke påvirkningen av disse. Quantm evaluerte alle mulige løsninger og hjalp oss med å finne de beste alternativene. Vi integrerte ingeniørfaget med miljø og økonomi for å komme frem til resultatene. Rask beslutningstaking og lavere byggekostnader er andre fordeler ved bruk av denne metoden.

Figur 16 viser Quantm som er første fase i prosjektet. Quantm finner linjer man kan eksportere til Novapoint for videre detaljplanlegging. Trimble har en rød tråd gjennom hele prosjektering- og byggefasen. Dette gir økt verdi til ingeniørene, kunden og samfunnet forøvrig. Quantm blir et kraftigere verktøy grunnet kompatibiliteten med Novapoint.



Figur 16: Quantm i planleggingsfasen

3.6 Figurer og kart

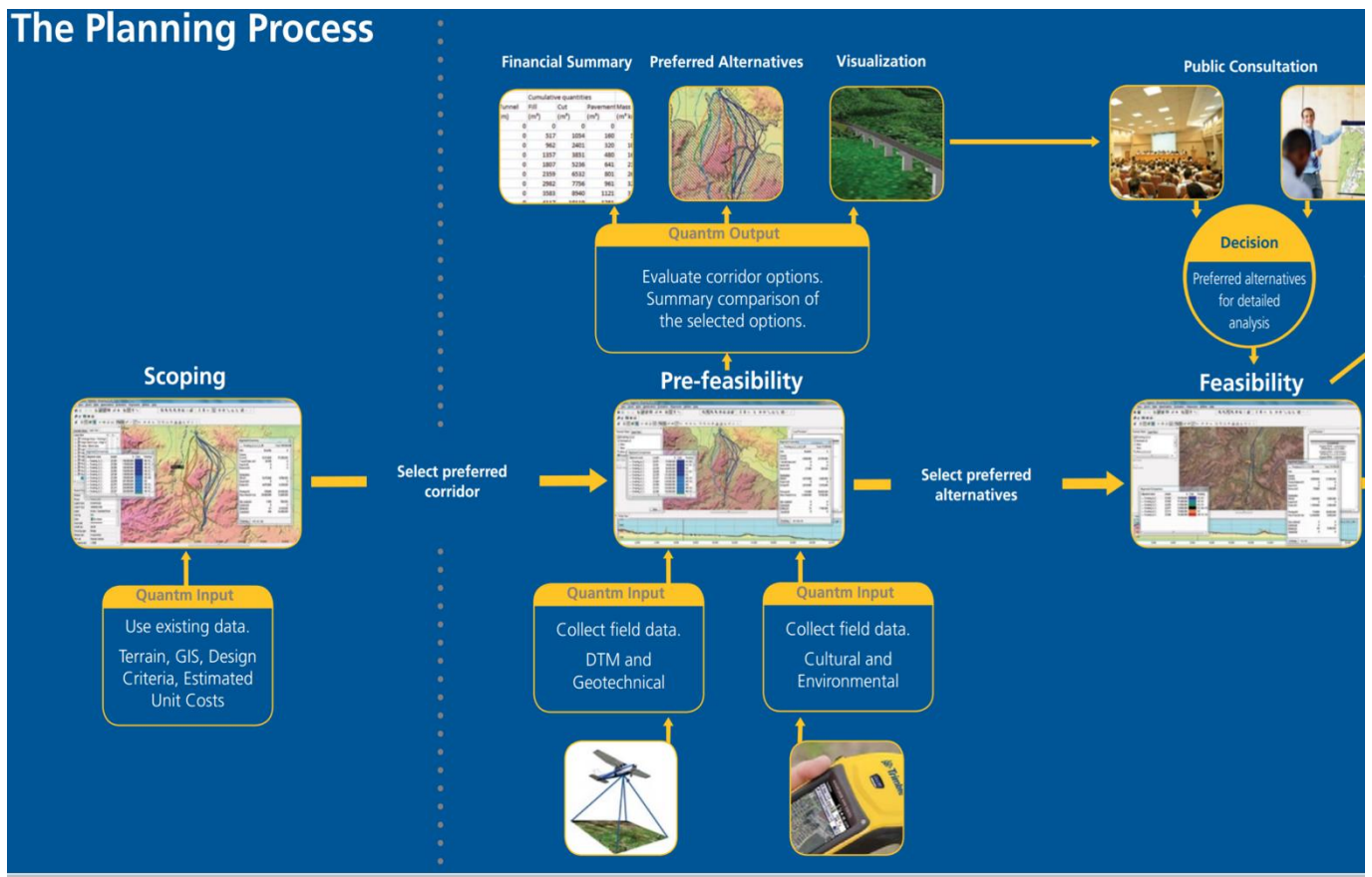
Figurene og tabellene som er brukt i oppgaven er laget i følgende program:

- Trimble Quantm software
- Google Earth
- NVE Atlas geotekniske- og flomrelaterte kart
- Microsoft Paint
- Microsoft Excel
- Microsoft word

4 Prosedyre

4.1 Modellen i Quantm

Modellen er basert på en kombinasjon av eksisterende filer som er hentet ut for å beskrive soner som kan være utfordrende med tanke på miljø eller geologi og filer som vi selv har laget manuelt inne i programmet Trimble Quantm software. I Punkt 4.1.1 vil det bli presentert en metodisk gjennomgang av Quantm.

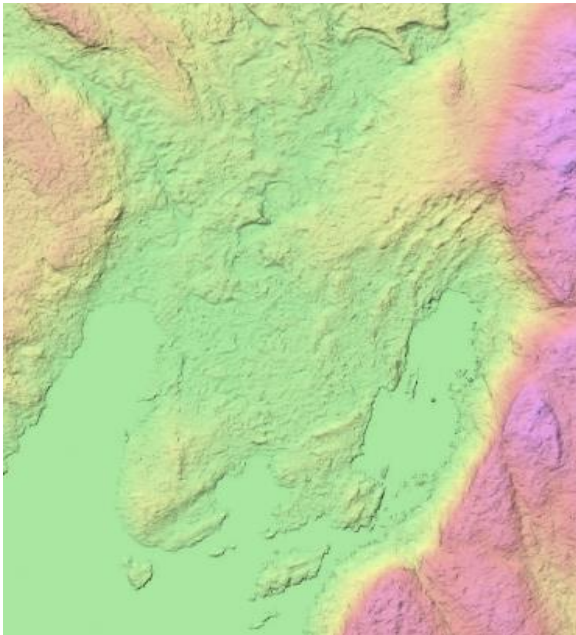


Figur 17: Quantm i bruk i planleggingsfasen i tidligfaseprosjektering. Kilde: Trimble, the planning process

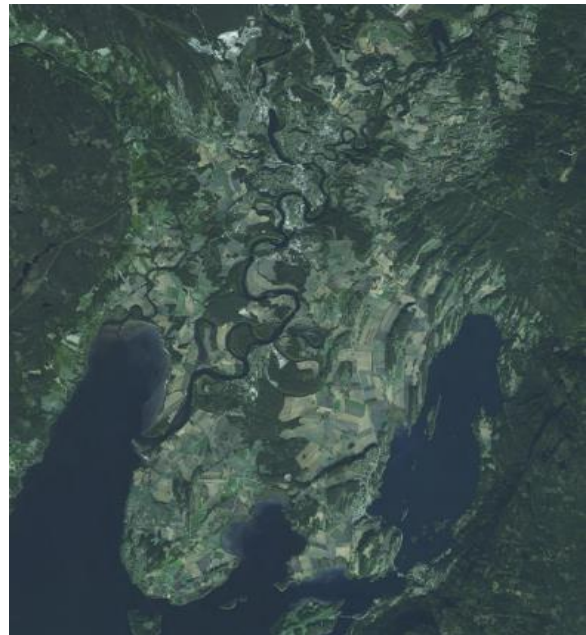
4.1.1 Metodisk gjennomgang

Oppbygningen av modellen ble gjort i flere steg som vil bli forklart under:

1. Den digitale terreng modellen (DTM) og satellittbildet ble importert til Quantm, se figur 18 og 19.



Figur 18: DTM av området



Figur 19: Satellittbilde av området

2. Start- og slutt punkt, Vik-Hønefoss, ble lagt inn. Bakgrunn for valg av start- og slutt punkt er omtalt i punkt 1.5.1.
3. Geometriske parametere ble lagt inn. Se vedlegg 3 for mer informasjon.
4. Shape-filer av eksisterende objekter som elver, veier, bebyggelse osv. Ble importert.

5. Hensynssone for Helgelandsmoen Næringspark ble lagt inn. For mer informasjon se punkt 2.3.2.
6. 200-års flomkart fra NVE ble lagt inn. Se punkt 2.3.4.1 for mer informasjon.
7. Importerte Helgelandsmolinjen fra Bane NOR. Se vedlegg 9.
8. Et tverrsnitt ble definert for jernbanen basert på kravene Bane NOR har angitt for IC. Tallene ble hentet fra Bane NOR sitt tekniske regelverk og ved hjelp av informanter (Bane NOR, 2017). Se vedlegg 4 for mer informasjon.

5 Resultat

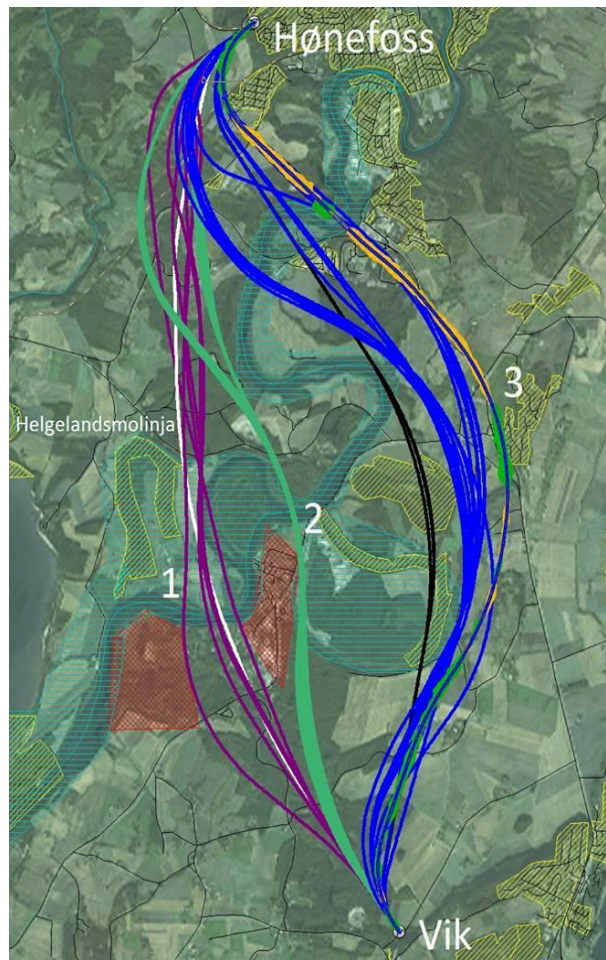
Dette kapittelet presenterer resultatet fra Bane NOR og resultatene fra Quantm som inkluderer korridorsøk, linjesøk og linjeoptimalisering. Kapitlet tar også for seg optimalisering av løsningen til Bane NOR. Resultatene funnet i Quantm oppfyller vertikale og horisontale krav fra teknisk regelverk. Økonomi i prosjekter er en viktig faktor og behandlingen av kostnader kritisk i forhold til gode resultater. Derfor gis det en resultatvinklet innføring i neste avsnitt om kostnader.

5.1 Korridorsøk

Korridorsøket er satt til å søke fritt etter linjer som oppfyller oppgitte restriksjoner. Figur 21 viser alternative korridorer fra Ringeriksprosjektet. Av figur 22 fremkommer det at Quantm definerer tre hovedtrender, korridor 1, 2 og 3. Korridoren Helgelandsmolinjen ligger i har hatt lang prosjekteringstid, Quantm finner tilsvarende korridor på 45 minutter etter at all nødvendig data er langt inn.



Figur 20: Tre trasé forslag av Bane NOR. Kilde: Bane NOR



Figur 21: Korridorsøk i Quantm

5.1.1 Kostnader for korridorene

De ulike fargene på linjene fra Quantm representerer ulike kostnadskategorier, disse er forklart i tabell 8.

Farge	Betydning
Blå	Lavere byggekostnad
Lilla/hvit	Middels dyre byggekostnad
Grønn	Dyrere byggekostnad
Svart	Svært dyr (derfor uaktuelle)

Tabell 8: Forklaring av farger i Quantm

De tre linjene vi vil analysere har fargene blå, lilla/hvit og grønn. Fargene på traséene i figur 23 representerer kostnadsnivået knyttet til bygging av traséene. Quantm beregner kostnadene til traséene ved at man definerer en rekke kostnadsparametre. Programmet tar



hensyn til blant annet tverrsnittet, jernbanematerial, geologi, fyll, skjæring, baseforflytning, bro, tunnel, vegger, kulvert, områdekostnader, faste kostnader. Alle kostnader som er lagt inn i Quantm er hentet fra erfarne ingeniører i bransjen. Det finnes dessverre ingen mal eller en konkret definisjon av kostnader som er tilegnelig for oss. Det presiseres at tallene er erfaringsbaserte og ikke nødvendigvis stemmer 100% med virkelige kostnader. Kostnadene er kontrollert ved å sammenligne verdiene på parameteren med verdier i forstudieprosjektet. Vedlegg 5 viser kostnadene som er lagt inn i Quantm.

Figur 22: Korridorer i Quantm

5.2 Presentasjon av tre utvalgte traséer

Figur 24 presenteres de tre traséene vi har valgt å se nærmere på. I de kommende punktene vil vi presentere de ulike linjene ytterligere. Avslutningsvis sammenlignes resultatene i tabell 13. De tre traséene er valgt ut på bakgrunn av kortest strekning, lavest byggekostnad og Helgelandsmolinjen fra Bane NOR.

De tre traséer har følgende fargekode:

- Den korteste, grønn linje
- Den billigste, blå linje
- Helgelandsmoen 4f, hvit linje



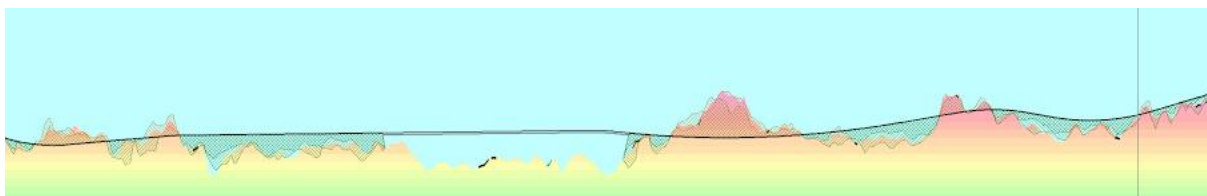
Figur 23: De tre analyserte traséene

5.2.1 Den mest kostnadsbesparende linjen, blå trasé

I korridor 3 (figur 22) finner vi den blå linjen (figur 24). Denne representerer den mest kostnadsbesparende linjen. Denne vil gi en total kostnad på 2.630.000.000 kr. Det er 1.230.000.000 kr billigere enn det dyreste alternativet, grønn trasé. Linjen går 1202 meter i bro. Figur 25 viser den mest kostnadsbesparende linjen i vertikalprofil. Vedlegg 5 viser detaljert informasjon om kostnader og linjeplassering. Tabell 9 viser en oppsummering av resultatet.

Linje	Meter i bro	Kostnader i kr	Total lengde i meter	Tid ved 250 km/t
Den billigste linjen	1202	2.630.000.000	10 028	2 min og 24 sek

Tabell 9: Oversikt over den mest kostnadsbesparende linjen



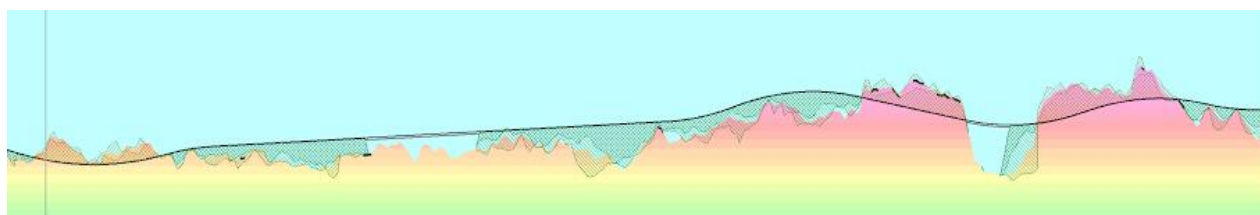
Figur 24: Vertikalprofil av den mest kostnadsbesparende linjen

5.2.2 Den korteste linjen, grønn trasé

I korridor 2 finner vi den grønne linjen (figur 24). Denne representerer den korteste strekningen som er på totalt 9 606 meter. Det er 422 meter kortere enn den lengste og billigste traséen (blå). Tiden toget vil bruke på denne strekningen er 2 min og 18 sek. Det er 6 sekunder raskere enn den blå og 1 sekund raskere enn Helgelandsmolinjen (hvit). Traséen vil ha 1951 meter i bro og har en estimert kostnad på 3.860.000.000 kr. Figur 26 viser den korteste linjen i vertikalprofil. Vedlegg 6 viser detaljert informasjon om kostnader og linjeplassering. Tabell 10 viser en oppsummering av resultatet.

Linje	Meter i bro	Kostnad i kr	Total lengde i meter	Tid ved 250 km/t
Den korteste linjen	1951	3.860.000.000	9606	2 min og 18 sek

Tabell 10: Oversikt over den korteste linjen



Figur 25: Vertikalprofil av den korteste linjen

5.2.3 Helgelandsmolinjen, 4f

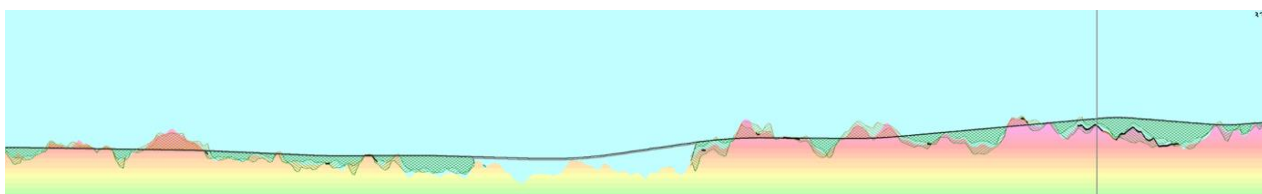
Helgelandsmolinjen finner vi i korridor 1 fra figur 22. Linjen var en av tre linjer Bane NOR evaluerte. Bakgrunnen for valg av denne linjen kan du lese mer om under punkt 2.2.

Helgelandsmolinjen er den hvite linjen i figur 23. Linjen er det dyreste alternativet på 3.500.000.000 kr. Den totale lengden av strekningen er 9647 meter.

Figur 26 viser Helgelandsmolinjen i vertikalprofil. Vedlegg 7 viser detaljert informasjon om kostnader og linjeplasseringen. Tabell 11 viser en oppsummering av resultatet.

Linje	Meter i bro	Kostnader i kr	Total lengde i meter	Tid ved 250 km/t
Helgelandsmolinjen	1 680	3.500.000.000	9 647	2 min og 19 sek

Tabell 11: Oversikt over Helgelandsmolinjen



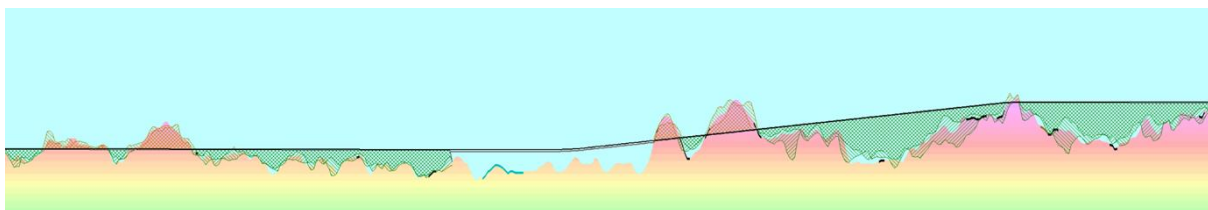
Figur 26: Vertikalprofil av Helgelandsmolinjen

5.3 Optimalisering av Helgelandsmolinjen, gul trasé

Vi har også valgt å bruke Quantm til å optimalisere Helgelandsmolinjen, 4f. Linjen som er optimalisert befinner seg i samme korridor som den opprinnelige Helgelandsmolinjen, korridor 1. Den gule linjen i vedlegg 8 viser Helgelandsmolinjen optimalisert. Strekningen er på 9 493 meter hvor 1595 meter ligger i bro. Vi ser også av vedlegg 8 at den kjører over en liten del av Helgelandsmoen Næringspark i vest. Alternativet er 208 meter kortere, men 200.000.000 kr dyrere enn Helgelandsmoen.

Linje	Meter i bro	Kostnad i kr	Total lengde i meter	Tid ved 250 km/t
Helgelandsmolinjen - optimalisert	1 595	3.700.000.000	9493	2 min og 15 sek

Tabell 12: Oversikt over Helgelandsmolinjen – optimalisert



Figur 27: Vertikalprofil av Helgelandsmolinjen – optimalisert

5.5 Oppsummering av resultatene

5.5.1 Oppsummering av resultatene til Quantm

Resultatene er samlet i tabell 13 under. Tabellen viser hovedresultatene for brolengde, byggekostnader, total lengde og reisetid. Vedlegg 11 viser detaljerte kostnadsestimater og hvilke poster de ulike kostnader er knyttet til.

Trasé	Brolengde (m)	Byggekostnader (kr)	Lengde (m)	Reisetid (hastighet 250 km/t)
Bane NOR – Optimalisert (Gul trasé)	1594	3.700.000.000	9493	2 min og 15 sek
Raskeste linje (Grønn trasé)	1951	3.860.000.000	9696	2 min og 18sek
Bane NOR, Helgelandsmolinjen, 4f (Hvit trasé)	1595	3.500.000.000	9647	2 min og 19 sek
Billigste linje (Blå trasé)	1202	2.630.000.000	100282	2 min og 24 sek

Tabell 13: Oppsummering av resultatene

5.5.2 Oppsummering av resultatene til Bane NOR

Tabell 14 viser estimat av alternativene til Bane NOR. Traséene

Helgelandsmolinja	Kostnad MNOK	Busundlinja	Kostnad MNOK	Monserudlinja	Kostnad MNOK
4cf-cf	3 650	4dg-dg	4 250	4e-e	5 550

Tabell 14: Kostnadsestimat fra forprosjektrapporten til Ringeriksbanen. Kilde: Bane NOR

6 Diskusjon

Trimble Quantm software er et dataprogram som beregner beste trasé for ulike linjer. I etterfølgende vil vi diskutere resultatene vi er kommet frem til og programmets brukervennlighet.

6.1 Korridor sammenligning

Korridorsøket beregnet av Quantm har store likhetstrekk med Bane NOR sine forslag 4f, 4g og 4e. Korridor 1 fra figur 22 kan sammenlignes med Bane NOR's 4f i figur 21, likedan kan korridor 2 kan sammenlignes med 4g og korridor 3 kan sammenlignes med 4e. Vi ser også at linjene i Quantm unngår hensynssonene rundt Helgelandsmoen militærleir og Helgelandsmoen Næringspark slik som Bane NORs korridorer.

Korridor 3 har de lavest byggekostnadene. Traséene krysser store områder med dyrket mark, noe som er negativt for landskapsutviklingen og nærmiljøet (se vedlegg 13). Linjene går i hovedsak utenfor flomområdet og unngår til dels lange strekninger i bro. Linjene i korridor 2 har høyest beregnet byggekostnad, men kortest strekning, derav lavest reisetid. Vedlegg 6 viser de tre korridorene og hvor det vil være mest optimalt å vurdere traséer.

6.2 Sammenligning av linje alternativene

I underkapitlene sammenlignes den mest kostnadsbesparende linjen og den raskeste linjen med Helgelandsmolinjene 4f, fra Bane NOR.

6.2.1 Rimeligste alternativ, blå trasé

Den blå linjen går i korridor fire og er klart det rimeligste alternativet. Hovedårsaken til det er at traséen unngår flomområdet og sparer kostnader forbundet med nødvendig bygging av bro. Ulempen med denne linjen er at den går igjennom store områder med dyrket mark. Alternativet er 381 meter lengre enn alternativet Helgelandsmolinjen. Det tilsvarer 5 sekunder lengre reisetid ved en hastighet på 250 km/t. Denne traséen er estimert til 2.630.000.000 kr, som er 870.000.0000 kr rimeligere enn Helgelandsmolinjen.

Alternativet vurderes som den dårligste løsningen pga. lengst reisetid, og store konsekvenser for landbruk og kulturmiljø.

6.2.2 Raskeste alternativ, grønn trasé

Den grønne linjen går i korridor tre, i likhet med Busundlinjen, 4g, fra Bane NOR. Denne linjen er 9606 meter lang, og er det raskeste alternativet. Reisetiden er beregnet til 2 minutter og 18 sekunder ved en hastighet på 250 km/t. På bakgrunn av kartstudie og befarings, mener vi at linjen ikke vil påvirke naturen i området i særlig stor grad og vil føye seg greit inn i landskapet, som for det meste er skogkledd.

Traséen er 41 m kortere enn Helgelandsmolinjen, og er ca. 1 sekund raskere. Linjen er estimert til 3.860.000.000 kr, noe som er 360.000.000 kr dyrere enn Helgelandsmolinjen. Hovedgrunnen til dette er at den grønne traséen går 271 meter lengre i bro. Det leses ut av vedlegg 8.

6.2.3 Bane NOR - Helgelandsmolinjen, 4f, hvit trasé

Den hvite linjen er Bane NORs valgte alternativ, som nå er i teknisk detaljplan. Linjen ligger i korridor to. Hovedutfordringen for traséen er kryssingen av Storelva. Total lengde på traséen er 9,647 km og vil bruke 2 minutter og 19 sekunder på distansen Vik - Hønefoss med hastighet på 250 km/t. Quantm beregner linjen til å koste 3.500.000.000 kr. Fordelen med linjen er at den unngår det meste av vernetede områder og kulturminner.

6.2.4 Bane NOR - Helgelandsmolinjen - optimalisert, gul trasé

Quantm har en funksjon som gjør at programmet kan optimalisere linjer. Programmet ser på muligheter for forbedring av massebalanse, tid og kostnader for en eksisterende linje. Ved optimalisering av Helgelandsmolinjen finner ikke Quantm en raskere og billigere linje enn den som er prosjektert. Quantm finner dog en linje som er 208 meter kortere og 200.000.000 kr dyrere. Alternativet har relativt store konsekvenser da det går igjennom Helgelandsmoen Næringspark som har områdets største utviklingsmuligheter for næring.

6.4 Usikkerhetsmomenter

Usikkerhetsmomentene i oppgaven ligger i hovedsak i menneskelige feil. Sannsynligheten for å være unøyaktig når man legger inn verdier og parametere i Quantm er tilstede og kan medføre feilaktige resultater. Av den grunn har vi gjennomført sidemannskontroll og forholdt oss nøye til regelverk og fulgt tekniske forskrifter fra Bane NOR. Andre momenter som kan skape usikkerhet er feiltolkning av teorien og maskinskapte feil ved at beregningslogikk og iterasjoner i Quantm ikke tolker og bruker dataene på en mest optimal måten.

Gjennom oppgaven har ulike kilder blitt anvendt. Vi har hele tiden vært kritiske til deres troverdighet og stilt spørsmål ved deres aktualitet, da det stadig er blitt gjort forandringer i prosjektet. Hjemmesidene til sertifiserte kilder som for eksempel Bane NOR, Statens vegvesen og Trimble er blitt brukt konsekvent. Informanter i ulike selskaper har verifisert innhentet informasjon. En del av datamateriale vi har samlet inn er hentet fra eksterne analyser og rapporter som kan være beheftet med feil. Dette kan gi følgefeil i oppgaven.

Som nevnt tidligere er Ringeriksbanen stadig i utvikling og ny informasjon kommer fortløpende. Vi begynte på oppgaven høsten 2016. Dette gjør at nye opplysninger som omhandler Ringeriksbanen og Quantm kan ha blitt publisert uten at undertegnede har fått kjennskap til dette.

Innledningsvis ble det nevnt at det er flere faktorer og hensyn som ikke blir vurdert i oppgaven. Dette er hensyn som kan ha stor innvirkning på beregningene. Eksempler på dette er detaljert informasjon om grunnforholdene, gjellende reguleringsplaner, rasfare, økologi og realistisk sammenligningsgrunnlag for kostnader. Dette vil kunne påvirke resultatet i stor grad.

6.5 Evaluering av Trimble Quantm

Quantm fikk oss til å se på ulike faktorer på redusert tid enn det vi hadde klart å gjøre for hånd. Programvaren vurderer topografi, kostnader og miljøhensyn svært raskt for å beregne ulike korridoralternativer. Bruk av Quantm muliggjorde rask testing av ulike scenarioer, og justeringer av parametere etter hvert som begrensende faktorer ble endret. En stor fordel med Quantm er evnen til å kunne se på mange alternativer samtidig, og inkludere relevante faktorer som kostnader, hensynssoner og eksisterende objekter.

Quantm kan spare mye tid i begynnelsen av en linjeplanleggingsstudie. **Det var en krevende prosess å finne de ulike parameterne, men det fikk vi opplyst at det også var tilfelle uten Quantm.** Det krever lik informasjon i startfasen, men når all input-data er tilgjengelig er Quantm fordelaktig å bruke med tanke på tidsbruk og kostnader sammenlignet med tradisjonell metode. Programmet er brukervennlig og enkelt å lære seg på egenhånd via brukerveiledningen. ????

For å ta i bruk Quantm, må bedrifter våge å satse på programmet. De som skal bruke verktøyet vil trenge en grundig gjennomgang av hvordan programmet fungerer, hvilke parametere som må importeres og ha en god opplæringstjeneste.

En utfordring vi hadde under oppgaven var knyttet til importeringen av terrengmodellen. Vi strevde med å få DTM'en i riktig koordinatsystem og få linjen fra Bane NOR i rett filformat. Årsaken til utfordringen skyldes dels vår manglende forkunnskap om systemet og misforståelser i forhold til hva slags egenskaper linjen til Bane NOR skulle ha inneholdt.

Det presiseres at det ikke nødvendigvis er den raskeste eller billigste linjen som er den beste. Avgrensningene i oppgaven, politiske og-/eller allmenne hensyn kan være overstyrerende i forhold til valg av trasé.

Avslutningsvis mener vi Quantm er meget godt egnet i en tidlig forstudie for å forbedre det videre planleggings- og prosjekteringsarbeidet. Programmet er spesielt godt egnet til å få frem hovedtrender og korridorer, slik at man ved videre prosjektering vet hvor man bør legge fokusområdet for linjeoptimalisering. Et tidlig kostnadsestimat av prosjektet kan på et tidlig tidspunkt frembringes. Vi mener Quantm er et godt verktøy for å hjelpe designere og ingeniører til å forbedre linjeplanleggingsprosjekter. Vi anbefaler rådgivende ingeniørfirmaer på det sterkeste å ta i bruk Quantm. Ikke bare vil de spare tid og penger, men gi gode og raske linjealternativer til videre fremdrift og prosjektering av infrastruktur

6.5.1 Quantm brukervennlighet

Quantm er et tidligprosjekteringsverktøy som er tids- og kostnadsbesparende i prosjekteringsfasen. Verktøyet reduserer byggekostnader og togets reisetid ved at Quantm finner den optimale linjeføringen for trasévalg. Det er et fremtidsrettet program som vi tror vil kunne ha stor suksess i Norge, slik det har hatt i utlandet. Vi tror nytteeffekten ville blitt stor i Norge på bakgrunn av den økende satsingen på samferdselsprosjekter.

Det norske terrenget er krevende og grunnforholdene varierende, noe som øker behovet for et digitalt hjelpeverktøy. I tillegg er etterspørselen stor for verktøy, som kan bidra til å redusere samfunnets – og skattebetalernes utgifter og etablere flere prosjekter på kortere tid. Verdien for de rådgivende firmaene som bruker programvaren er at de også kan redusere prosjektkostnadene sine og ha større muligheter for å vinne fram i anbudsrunder

7 Konklusjon

Oppgavens formål var å gjennomføre korridor- og linjesøk, samt sammenligne de beste funnene med Bane NOR sin endelige linje, Helgelandsmolinjen. Vi ser at Quantm beregner korridorer som nesten er identiske med Bane NOR sine korridorer 4e, 4f og 4g.

Quantm har beregnet linjer som er raskere og linjer med lavere byggekostnader. Etter en totalvurdering ble det konkludert med at den mest optimale løsningen for delstrekning 4, Vik – Hønefoss, er Helgelandsmolinjen, 4f. Korridoren Helgelandsmolinjen ligger i har hatt lang prosjekteringstid, Quantm finner tilsvarende korridor på 45 minutter.

Med det overforstående konkluderer vi med at kostnader, tidsbruk og reisetid kan reduseres ved å ta i bruk Quantm i tidligfaseprosjektering og vi vil med dette bekrefte at verktøyet gir en bærekraftig samferdselsplanlegging. Hypotesen er bekreftet.

Kildeliste

- Andersen, G. (2017, 03 03). *NDLA*. Hentet fra Valg av forskningsmetode:
<http://ndla.no/nb/node/56937?fag=27>
- Avinor og transportetatene . (2016, 02). *InterCity- Bane NOR*. Hentet Februar 11, 2017 fra Planlegging og utbygging av InterCity-strekningene:
http://www.ntp.dep.no/Nasjonale+transportplaner/2018-2029/Plangrunnlag/_attachment/1214264/binary/1095680?_ts=1535690ab78
- Bane NOR. (2012, 02 16). *Bane NOR*. Hentet 3 5, 2017 fra Konseptvalgutredning for IC-strekningene:
<http://www.banenor.no/contentassets/73e7e9e2fb404ec187c98cb8835b660e/kvu-ic-felles-innledende-overbygningsdokument-2012-02-16.pdf>
- Bane NOR. (2016). *Bane NOR*. Hentet fra Ringeriksbanen - forprosjekt delstrekning 4:
http://www.banenor.no/contentassets/53f9f3e5456842888f345d118bba1a48/2016-01-29-avbotende-og-kompenserende-tiltak_forprosjekt-delstrekning-4-bymoen-styggedalen.pdf
- Bane NOR. (2017, 04 03). *Bane NOR*. Hentet 05 5, 2017 fra Overbygning/Prosjektering/Sporets trasé:
https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering/Sporets_trasé
- Bane NOR. (2017, 04 03). *Bane NOR*. Hentet 11 09, 2016 fra Overbygning/Prosjektering/Sporets trasé:
https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering/Sporets_trasé
- Bane NOR. (2017, 04 03). *Bane NOR*. Hentet 05 03, 2017 fra Overbygning/Prosjektering/Sporets trasé:
https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering/Sporets_trasé
- Bane NOR og Statens vegvesen. (2015, Januar). *Bane NOR*. Hentet 03 20, 2017 fra Silingsrapport - Ringeriksbanen og E16 Skaret - Hønefoss, side 28:
http://www.banenor.no/contentassets/d2ffebf7606a4940a1ea76fd985dc949/rrb-e16-silingsrapport-2015-01-30_v020.1.pdf
- Bane NOR, Norconsult og Statens vegvesen. (2016). *Forprosjekt Delstrekning 4: Bymoen - Styggedalen*. Oslo.
- Det kongelige samferdselsdepartementet. (2016, 04 28). *Satsministerens kontor*. Hentet 05 02, 2017 fra Det kongelige samferdselsdepartementet, brev:
https://www.regjeringen.no/contentassets/e8bcbab2764a4222baffc4cccba550ef/ringeriksbanen_e16_skaret_honefoss_delstrekning4.pdf
- Dovre Group og Transportøkonomisk institutt. (2015). *Ringeriksbanen. Supplerende analyse av beslutningsgrunnlag*. Hentet 05 10, 2017 fra Ringeriksbanen:
https://www.regjeringen.no/contentassets/d7c055f1b10f41e394990923bc18cb5c/kvalitetssikring_ringeriksbanen_sluttrapport.pdf
- Helgelandsmoen Næringspark AS. (2016). *Helgelandsmoen Næringspark AS*. Hentet 05 17, 2017 fra Om oss: http://helgelandsmoen-naeringspark.no/om_oss/

- Helgelandsmoen Næringspark AS. (2016). *Helgelandsmoen Næringspark AS*. Hentet 05 17, 2017 fra Etablerte bedrifter i Helgelandsmoen Næringspark AS: http://helgelandsmoen-naeringspark.no/etablerte_bedrifter/
- Jernbaneverket. (1998, 11 18). *Ringeriksbanen - Teknisk rapport*. Drammen: Jernbaneverket. Hentet 02 01, 2017 fra http://www.ringerike.kommune.no/Global/miljo_areal/ABY/Ringeriksbanen/scannede%20dokumenter%20gamle/1998%20-%20Ringeriksbanen%20-%20Teknisk%20rapport%20-%20Sandvika-Kroksund-H%C3%B8nefoss.pdf
- Lassen, A. K. (2017, 1 1). *HiOA Fronter*. Hentet 3 12, 2017 fra Bacheloroppgave (BYTS3900) : <https://fronter.com/hioa/main.phtml>
- Nasjonal transportplan 2018-2029. (2016, 2). *Planlegging og utbygging av InterCity-strekningene*. Hentet 2 11, 2017 fra Fremdriftsplan for InterCity-utbyggingen, vedlegg 6 side 20 : http://www.ntp.dep.no/Nasjonale+transportplaner/2018-2029/Plangrunnlag/_attachment/1214264/binary/1095680?_ts=1535690ab78
- Nasjonal Transportplan 2018-2029. (2016, Februar). *Planlegging og utbygging av InterCity-strekningene*. Hentet Januar 11, 2017 fra Framdriftsplan for InterCity-utbyggingen: http://www.ntp.dep.no/Nasjonale+transportplaner/2018-2029/Plangrunnlag/_attachment/1214264/binary/1095680?_ts=1535690ab78
- Regjeringen. (2015, 8 30). *Regjeringen* . Hentet 05 2, 2017 fra Ringeriksbanen og E16 Skaret – Hønefoss: Mål om byggestart i 2019: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/ringeriksbanen2/id2437770/>
- Regjeringen. (2016, 04 28). *Pressemelding fra regjeringen*. Hentet 01 12, 2017 fra Full framdrift for Ringeriksbanen og E16 Skaret-Hønefoss: Siste traséval avklart: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/full-framdrift-for-ringeriksbanen-og-e16-skaret-honefoss-siste-traseval-avklart/id2498456/>
- Regjeringen. (2016, 04 28). *Regjeringen*. Hentet 01 10, 2017 fra Pressemelding: Siste traséval avklart: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/full-framdrift-for-ringeriksbanen-og-e16-skaret-honefoss-siste-traseval-avklart/id2498456/>
- Ringeriksbanen. (2015, 11 02). *Ringeriksbanen*. Hentet 2 16, 2017 fra Ringeriksbanen: <http://www.ringeriksbanen.no/>
- Ringeriksbanen. (2016). *Ringeriksbanen*. Hentet 04 20, 2017 fra Ringeriksbanen: <http://www.ringeriksbanen.no/>
- Skogen, H. (2017, 03 14). *Bane NOR*. Hentet 05 04, 2017 fra Bane NOR: <http://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter/ringeriksbanenoge16/innhold/2017/utsatt-byggestart-Ringeriksbanen/>
- Skogen, H. (2017, 03 14). *Bane NOR*. Hentet 04 11, 2017 fra Endret byggestart for Ringeriksbanen: <http://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter/ringeriksbanenoge16/innhold/2017/utsatt-byggestart-Ringeriksbanen/>

Skogen, H. (2017, mars 14). *BaneNor*. Hentet mai 2, 2017 fra BaneNor:
<http://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter/ringeriksbanenoge16/innhold/2017/utsatt-byggestart-Ringeriksbanen/>

Sognfaret. (2016, 02 24). *Sognfaret*. Hentet 05 11, 2017 fra Helgelandsmoen leir:
<http://sognafaret.blogspot.no/2016/02/helgelandsmoen.html>

Statens vegvesen. (2015, 3). *Statens vegvesen, side 15*. Hentet 01 20, 2017 fra KVVU Hønefoss:
http://www.ringerike.kommune.no/Global/miljo_areal/ABY/KVVU%20Hønefoss/KVVU-rapport%20mars%202015.pdf

Statens vegvesen. (2015, Mars). *Statens vegvsen, side 21*. Hentet 01 28, 2017 fra KVVU Hønefoss:
http://www.ringerike.kommune.no/Global/miljo_areal/ABY/KVVU%20Hønefoss/KVVU-rapport%20mars%202015.pdf

Statens vegvesen. (2016, 1 29). *Utredning Ringeriksbanen*. Hentet fra Ringeriksbanen og E16 Skaret-Hønefoss - forprosjekt delstrekning 4:
http://www.banenor.no/contentassets/53f9f3e5456842888f345d118bba1a48/2016-01-29-avbotende-og-kompenserende-tiltak_forprosjekt-delstrekning-4-bymoen-styggedalen.pdf

Statens vegvesen s. 21. (2015). *KVVU Hønefoss*. Hønefoss: Statens vegvesen.

Trimble . (2016). *Trimble*. Hentet 01 3, 2017 fra Trimble:
<http://www.trimble.com/alignment/index.aspx>

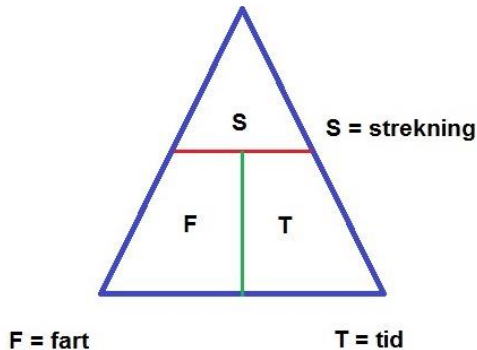
Vedlegg

Vedlegg 1:	-	Brukte formler	A
Vedlegg 2:	-	Oversikt over fasene de ulike linjene er i	B
Vedlegg 3:	-	Kostnader 4f, 4g og 4e	C
Vedlegg 4:	-	Geometriske parametere	C
Vedlegg 5:	-	Jernbanetverrsnitt	G
Vedlegg 6:	-	Verdier for de ulike linjene	K
Vedlegg 7:	-	Oversikt over fyllinger osv	Q
Vedlegg 8:	-	Brukte formler	A
Vedlegg 9:	-	Oversikt over fasene de ulike linjene er i	B
Vedlegg 10:	-	Kostnader 4f, 4g og 4e	C

Vedlegg 11:	- Geometriske parametere	C
Vedlegg 12:	- Jernbanetverrsnitt	G
Vedlegg 13:	- Verdier for de ulike linjene	K
Vedlegg 14:	- Oversikt over fyllinger osv	Q
Vedlegg 15:	- Brukte formler	A
Vedlegg 16:	- Oversikt over fasene de ulike linjene er i	B
Vedlegg 17:	- Kostnader 4f, 4g og 4e	C
Vedlegg 18:	- Geometriske parametere	C
Vedlegg 19:	- Jernbanetverrsnitt	G
Vedlegg 20:	- Verdier for de ulike linjene	K
Vedlegg 21:	- Oversikt over fyllinger osv	Q

Vedlegg 1: Brukte formler

Formler og utgreining for å finne de tiden for de ulike linjene. Formelen vi har brukt er:



$$\frac{\text{Kilometer}}{\text{km/t}} = X * 60 \text{ minutter} = X \text{ minutter}$$

1. Den korteste linjen (grønn):

$$\frac{9,542 \text{ km}}{250 \text{ km/t}} = 0,038168 * 60 \text{ minutter} = 2,29 \text{ min} = 2 \text{ min og } 17 \text{ sek}$$

2. Den billigste linjen (blå):

$$\frac{10,282 \text{ km}}{250 \text{ km/t}} = 0,041128 * 60 \text{ minutter} = 2,47 \text{ min} = 2 \text{ min og } 28 \text{ sek}$$

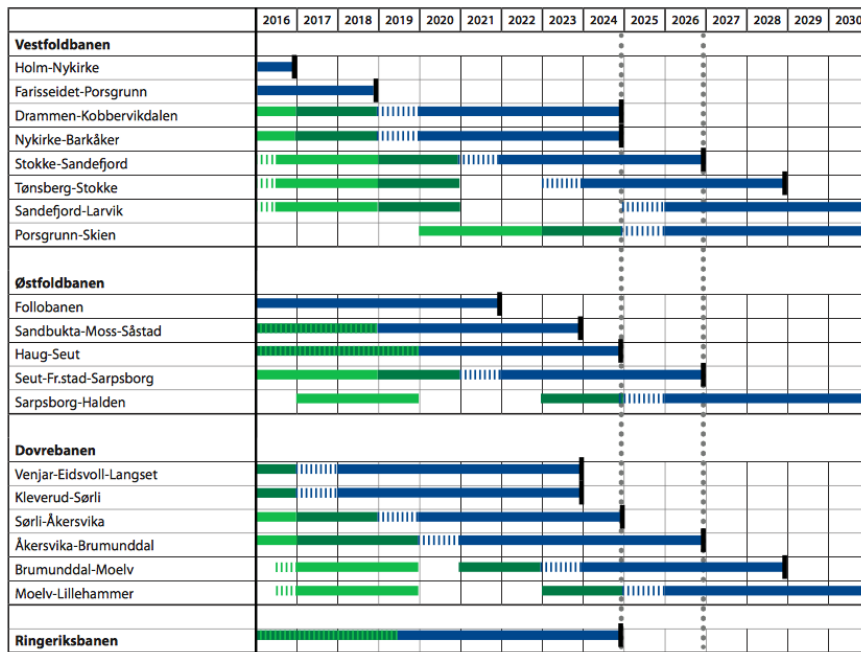
3. Helgelandsmolinjen (hvit):

$$\frac{9,647 \text{ km}}{250 \text{ km/t}} = 0,038588 * 60 \text{ minutter} = 2,32 \text{ min} = 2 \text{ min og } 19 \text{ sek}$$

4. Helgelandsmolinjen – optimalisert (gul):

$$\frac{9,493 \text{ km}}{250 \text{ km/t}} = 0,037756 * 60 \text{ minutter} = 2,26 \text{ min} = 2 \text{ min og } 15 \text{ sek}$$

Vedlegg 2: faseoversikt over InterCity strekningene



FASER:

- ||||| Forstudie/forberedelser til kommunedelplanfasen
- Kommunedelplan inkl. planprogram, KU og teknisk hovedplan (2-3 år)
- Reguleringsplan inkl. teknisk detaljplan (1-2 år)
- Reguleringsplan inkl. planprogram, KU, teknisk detaljplan, byggeplan og forberedelser byggefase (3-4 år)
- ||||| Forberedelser byggefase/byggeplan
- Byggefase (4-5,5 år)

Vedlegg 3: Geometriske parametere

Geometric Parameters (read only)



Geometry type	
<input checked="" type="checkbox"/> Standard geometry	

Horizontal Vertical **Grade** Template

Grades

Downhill

Sustai...	Max...	Sample...	
<input checked="" type="checkbox"/> -3.000	-20....	3000.000	

Uphill

Sustai...	Max...	Sample...	
<input checked="" type="checkbox"/> 3.000	20....	3000.000	

Geometry type	
<input checked="" type="checkbox"/> Standard geometry	

Horizontal Vertical Grade Template

Curves

Curve Type Circular

	Minimum		Desired:
Crest (Radius)	<input type="text" value="16050"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0"/>
Sag (Radius)	<input type="text" value="16050"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0"/>

Back to Back Curves

- Same Direction
- Opposite Direction

Straights

Vertical (m)	Minimum:	<input type="text" value="15"/>	
	Desired:	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0"/>
	Maximum:	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0"/>

Compensation

Percent per degree of curvature	<input type="text" value="0.00"/>
---------------------------------	-----------------------------------

Geometry type	
<input checked="" type="checkbox"/> Standard geometry	

Horizontal Vertical Grade Template

Curve Limits

	Minimum:	<input type="checkbox"/>	Desired:
Radius (m)	<input type="text" value="3400"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0"/>

Back to Back Curves

- Same Direction
- Opposite Direction

Superelevation

Maximum (%)	<input type="text" value="10"/>
-------------	---------------------------------

Transition

Transition Type	<input type="text" value="Clothoid"/>
Length Convention	<input type="text" value="Linear"/>
Trans. Length at Min Radius	<input type="text" value="100"/>

Straights

	Minimum:		
Horizontal (m)	<input type="text" value="50"/>	<input type="checkbox"/>	
	Desired:	<input type="checkbox"/>	Maximum:
	<input type="text" value="0"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0"/>

Vedlegg 4: Tverrsnitt parametere

Template Editor

Template Editor

- Pavement
- Shoulder
- ▣ 'Rail_00' generated defaults
- ▣ Ringeriksbanen RAIL
 - ▣ Rail_1
 - Median_1
 - Rail_1
 - Ditch_1
 - Subgrade_1

Insert ... Delete

Flip view
 Left
 Right
 Both

View
 Cut
 Fill
V:H Ratio
1:1

Fit zoom

Median

Override
 Enable median override for structures

Width 5.000 m 0.000 m

Depth 0.000 m 0.000 m

Base Width 0.000 m 0.000 m

Template Editor

Template Editor

- Pavement
- Shoulder
- ▣ 'Rail_00' generated defaults
- ▣ Ringeriksbanen RAIL
 - ▣ Rail_1
 - Median_1
 - Rail_1
 - Ditch_1
 - Subgrade_1

Insert ... Delete

Flip view
 Left
 Right
 Both

View
 Cut
 Fill
V:H Ratio
1:1

Fit zoom

Subgrade

Drop (m) 0.500

Slope % -0.000

Back Slope % 45.000

Super Elevate

Template Editor

Template Editor

- Pavement
- Shoulder
- ▣ 'Rail_00' generated defaults
- ▣ Ringeriksbanen RAIL
 - ▣ Rail_1
 - Median_1
 - Rail_1
 - Ditch_1
 - Subgrade_1

Insert ... Delete

Flip view
 Left
 Right
 Both

View
 Cut
 Fill

V:H Ratio
1:1

Fit zoom

Rail

Ballast

Width m Slope (%)

Height m Super Elevate

Track
1/2 Gauge mm

Template Editor

Template Editor

- Pavement
- Shoulder
- ▣ 'Rail_00' generated defaults
- ▣ Ringeriksbanen RAIL
 - ▣ Rail_1
 - Median_1
 - Rail_1
 - Ditch_1
 - Subgrade_1

Insert ... Delete

Flip view
 Left
 Right
 Both

View
 Cut
 Fill

V:H Ratio
1:1

Fit zoom

Ditch

Depth m

Slope (%)

Base Width m

Vedlegg 5: Kostnadsparametere

Global	Material	Geology	Template Materials	Bridge	Tunnel	Wall	Culvert	Area	Linear	Fixed
Earth movement cost										
Haul		<input type="text" value="3,00"/>	kr/m ³ /km							
Dump		<input type="text" value="9,00"/>	kr/m ³							
Borrow		<input type="text" value="94,00"/>	kr/m ³							
Fill										
Rate		<input type="text" value="4,00"/>	kr/m ³	Step height	<input type="text" value="6"/>	m				
Side slope		<input type="text" value="55"/>	%	Step width	<input type="text" value="2"/>	m				

Global	Material	Geology	Template Materials	Bridge	Tunnel	Wall	Culvert	Area	Linear	Fixed
Name	Class	kr/m ³	Slope (%)	Usable %						Compaction
Top soil	Strip	13,00	50.00	0.00						1.00
Soil	Ordinary	41,00	70.00	80.00						0.90
Broken rock	Ordinary	53,00	100.00	100.00						1.00

Cost Parameters (read only) ×

Global	Material	Geology	Template Materials	Bridge	Tunnel	Wall	Culvert	Area	Linear	Fixed
Name	Step Height (m)	Step Width (m)	No	Material	Thickness (m)					
Default Geology	<input type="text" value="6.00"/>	<input type="text" value="2.00"/>	1	Top soil	0.15					
			2	Soil	7.00					
			3	Broken rock	9999.00					

Cost Parameters (read only) ×

Global	Material	Geology	Template Materials	Bridge	Tunnel	Wall	Culvert	Area	Linear	Fixed
Name		kr	Template	Material Un						
Pavement		0	'New' generated defaults/"New"-Standard geometry" Average/Pavement	Pavement						
Ballast		0	'Rail_00' generated defaults/"Rail_00"-Standard geometry" Average/Ballast	Ballast						
Rail		0	'Rail_00' generated defaults/"Rail_00"-Standard geometry" Average/Ballast	Rail						
Subgrade		0	'Rail_00' generated defaults/"Rail_00"-Standard geometry" Average/Subgrade_1	Subgrade						
			Ringeriksbanen RAIL/Rail_1/Rail_1	Ballast						
			Ringeriksbanen RAIL/Rail_1/Rail_1	Rail						
			Ringeriksbanen RAIL/Rail_1/Subgrade_1	Subgrade						

Cost Parameters (read only)

×

Global	Material	Geology	Template Materials	Bridge	Tunnel	Wall	Culvert	Area	Linear	Fixed
Name	Abutment slope (%)	Deck			Max height (m)	Max length (m)	Area Cost (kr/m ²)			
Default Bridge	50.00	Single			5000.00	50.00	30000,00			
					5000.00	100.00	40000,00			
					5000.00	150.00	50000,00			
					5000.00	200.00	55000,00			
					5000.00	300.00	60000,00			
					5000.00	400.00	65000,00			
					9999.00	800.00	70000,00			

Cost Parameters (read only)

×

Global	Material	Geology	Template Materials	Bridge	Tunnel	Wall	Culvert	Area	Linear	Fixed
Name	Portal cost	Area (m ²)	Bore			Max length (m)	Max depth (m)	Length Cost (kr/m)		
Default Tunnel	320000,00	50.00	Single			500.00	9999.00	500000,00		
						1000.00	9999.00	600000,00		
						5000.00	9999.00	700000,00		

Cost Parameters (read only)

×

Global	Material	Geology	Template Materials	Bridge	Tunnel	Wall	Culvert	Area	Linear	Fixed
Name	kr/m ²	Slope ...	Height...							
Default Wall	300,00	10000...	9999,00							

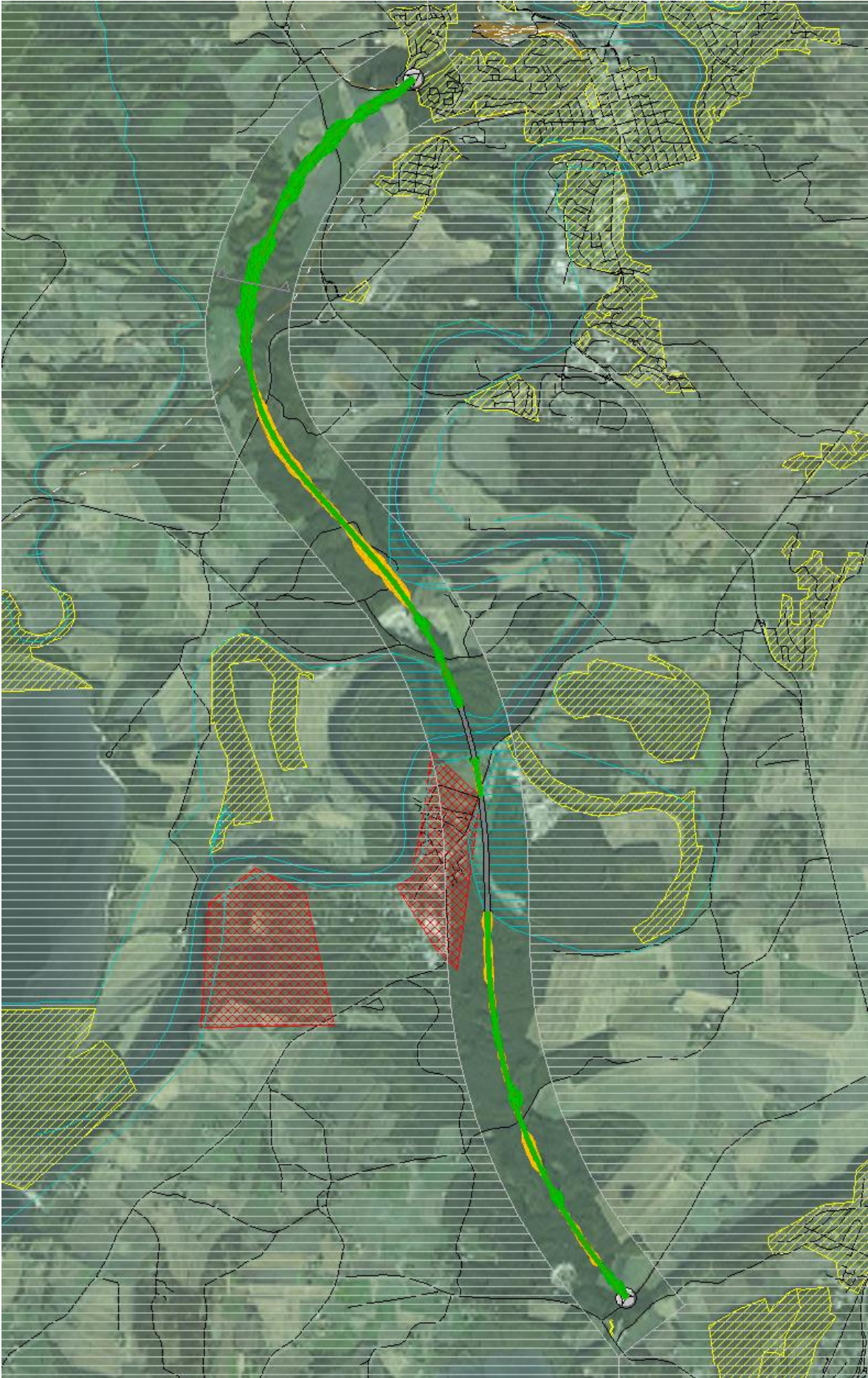
Cost Parameters (read only)

×

Global	Material	Geology	Template Materials	Bridge	Tunnel	Wall	Culvert	Area	Linear	Fixed
Name	kr/m	Portal cost	Diameter ...	Min cover (m)						
Defau...	1500,00	250,00	1.50	0.75						

Vedlegg 6: Korridorplassering for de tre vurderte alternativene







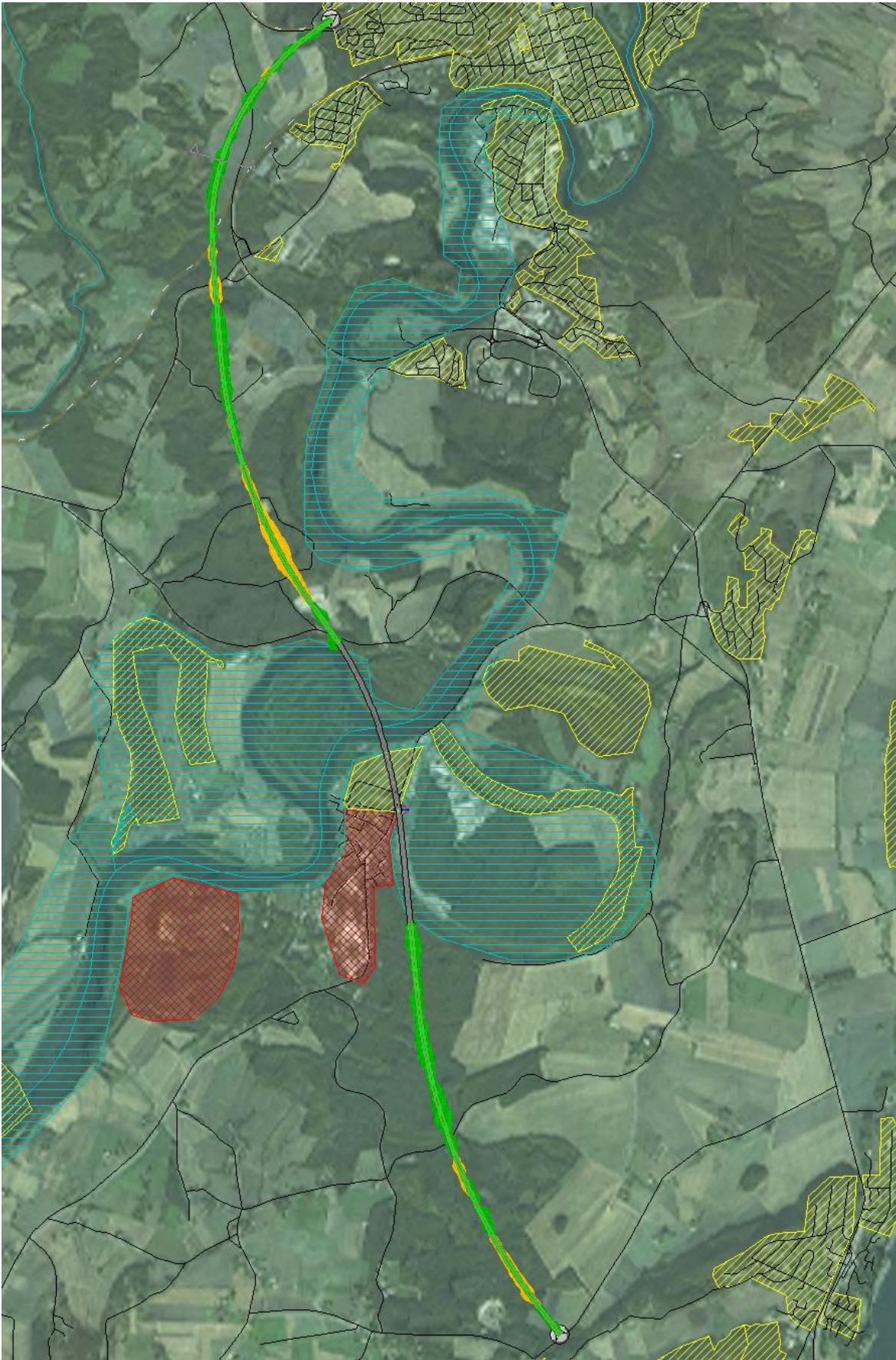
Vedlegg 7: Det mest kostnadsbesparende alternativer med kostnader



Item	Quantity	kr
<u>Source</u>		
Cut (m ³)	1 910 000	84 300 000
Tunnel Debris (m ³)	0	0
Import (m ³)	0	0
Borrow (m ³)	2 920 000	275 000 000
<u>Destination</u>		
Fill (m ³)	4 430 000	17 700 000
Export (m ³)	0	0
Dump (m ³)	311 000	2 800 000
<u>Template Materials</u>		0
Mass Haul (m ³ km)	12 200 000	36 500 000
<u>Ret. Wall (m²)</u>	0	0
<u>Culvert (m)</u>	0	0
<u>Bridge (m)</u>	1 202	2 210 000 000
<u>Tunnel (m)</u>	0	0
<u>Footprint Area (m²)</u>	687 000	0
<u>Linear (m)</u>	10 028	0
<u>Cadastral</u>	0	0
<u>Fixed Cost</u>		0
Total cost		2 630 000 000

Source	Quantity	Kr
Cut (m³)	1 910 000	84 300 000
Tunnel Debris (m³)	0	0
Import (m³)	0	0
Borrow (m³)	2 920 000	275 000 000
Destination		
Fill (m³)	4 430 000	17 700 000
Export (m³)	0	0
Dump (m³)	311 000	2 800 000
Template Materials		0
Mass Haul (m³ km)	12 200 000	36 500 000
Ret. Wall (m²)	0	0
Culvert (m)	0	0
Bridge (m)	1 202	2 210 000 000
Tunnel (m)	0	0
Footprint Area (m²)	687 000	0
Linear (m)	10 028	0
Cadastral	0	0
Fixed Cost		0
Total cost		2 630 000 000

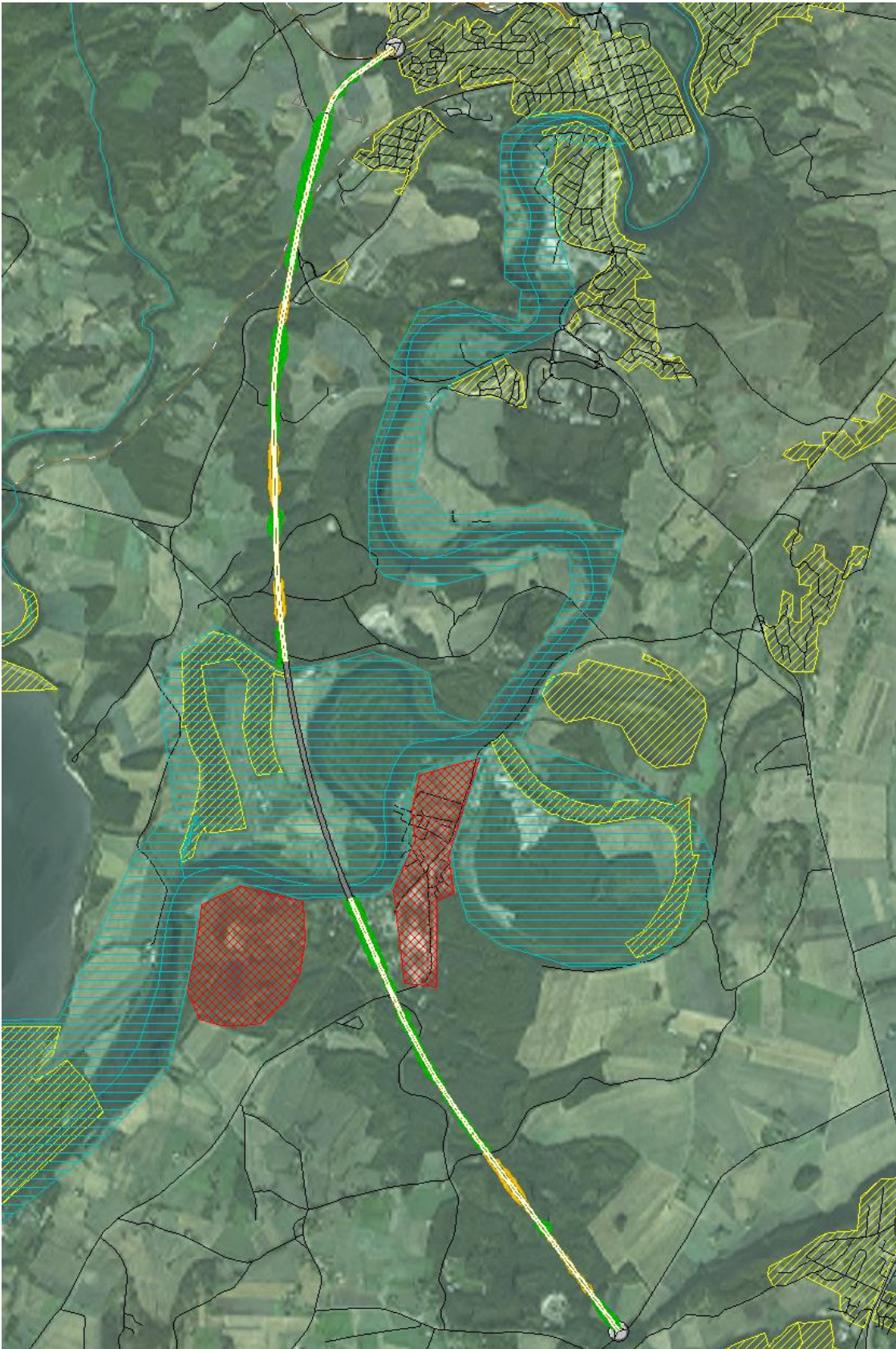
Vedlegg 8: Det raskeste alternativet med kostnader



Item	Quantity	kr
<u>Source</u>		
Cut (m ³)	1 530 000	68 500 000
Tunnel Debris (m ³)	0	0
Import (m ³)	0	0
Borrow (m ³)	1 340 000	126 000 000
<u>Destination</u>		
Fill (m ³)	2 570 000	10 300 000
Export (m ³)	0	0
Dump (m ³)	232 000	2 090 000
<u>Template Materials</u>		0
Mass Haul (m ³ km)	4 250 000	12 800 000
<u>Ret. Wall (m²)</u>	0	0
<u>Culvert (m)</u>	0	0
<u>Bridge (m)</u>	1 951	3 640 000 000
<u>Tunnel (m)</u>	0	0
<u>Footprint Area (m²)</u>	554 000	0
<u>Linear (m)</u>	9 606	0
<u>Cadastral</u>	0	0
<u>Fixed Cost</u>		0
Total cost		3 860 000 000

Source	Quantity	Kr
Cut (m ³)	1 530 000	68 500 000
Tunnel Debris (m ³)	0	0
Import (m ³)	0	0
Borrow (m ³)	1 340 000	126 000 000
Destination		
Fill (m ³)	2 570 000	10 300 000
Export (m ³)	0	0
Dump (m ³)	232 000	2 090 000
Template Materials		0
Mass Haul (m ³ km)	4 250 000	12 800 000
Ret. Wall (m ²)	0	0
Culvert (m)	0	0
Bridge (m)	1 951	3 640 000 000
Tunnel (m)	0	0
Footprint Area (m ²)	554 000	0
Linear (m)	9 606	0
Cadastral	0	0
Fixed Cost		0
Total cost		3 860 000 000

Vedlegg 9: Helgelandsmoen med kostnader



Item	Quantity	kr
<u>Source</u>		
Cut (m ³)	846 000	35 200 000
Tunnel Debris (m ³)	0	0
Import (m ³)	0	0
Borrow (m ³)	2 720 000	255 000 000
<u>Destination</u>		
Fill (m ³)	3 330 000	13 300 000
Export (m ³)	0	0
Dump (m ³)	187 000	1 680 000
<u>Template Materials</u>		0
Mass Haul (m ³ km)	5 620 000	16 900 000
<u>Ret. Wall (m²)</u>	0	0
<u>Culvert (m)</u>	0	0
<u>Bridge (m)</u>	1 680	3 170 000 000
<u>Tunnel (m)</u>	0	0
<u>Footprint Area (m²)</u>	574 000	0
<u>Linear (m)</u>	9 647	0
<u>Cadastral</u>	0	0
<u>Fixed Cost</u>		0
Total cost		3 500 000 000

Source	Quantity	Kr
Cut (m³)	846 000	35 200 000
Tunnel Debris (m³)	0	0
Import (m³)	0	0
Borrow (m³)	2 720 000	255 000 000
Destination		
Fill (m³)	3 330 000	13 300 000
Export (m³)	0	0
Dump (m³)	187 000	1 680 000
Template Materials		0
Mass Haul (m³ km)	5 620 000	16 900 000
Ret. Wall (m²)	0	0
Culvert (m)	0	0
Bridge (m)	1 680	3 170 000 000
Tunnel (m)	0	0
Footprint Area (m²)	574 000	0
Linear (m)	9 647	0
Cadastral	0	0
Fixed Cost		0
Total cost		3 500 000 000

Vedlegg 10: Optimalisert linje til Helgelandsmoen 4f med kostnader



Source	Quantity	Kr
Cut (m³)	956 000	40 700 000
Tunnel Debris (m³)	0	0
Import (m³)	0	0
Borrow (m³)	5 340 000	502 000 000
Destination		
Fill (m³)	6 050 000	24 200 000
Export (m³)	0	0
Dump (m³)	196 000	1 760 000
Template Materials		0
Mass Haul (m³ km)	10 400 000	31 300 000
Ret. Wall (m²)	19 726	5 920 000
Culvert (m)	0	0
Bridge (m)	1 595	3 100 000 000
Tunnel (m)	0	0
Footprint Area (m²)	657 000	0
Linear (m)	9 493	0
Cadastral	0	0
Fixed Cost		0
Total cost		3 700 000 000

Item	Quantity	kr
<u>Source</u>		
Cut (m ³)	956 000	40 700 000
Tunnel Debris (m ³)	0	0
Import (m ³)	0	0
Borrow (m ³)	5 340 000	502 000 000
<u>Destination</u>		
Fill (m ³)	6 050 000	24 200 000
Export (m ³)	0	0
Dump (m ³)	196 000	1 760 000
<u>Template Materials</u>		0
Mass Haul (m ³ km)	10 400 000	31 300 000
<u>Ret. Wall (m²)</u>	19 726	5 920 000
<u>Culvert (m)</u>	0	0
<u>Bridge (m)</u>	1 595	3 100 000 000
<u>Tunnel (m)</u>	0	0
<u>Footprint Area (m²)</u>	657 000	0
<u>Linear (m)</u>	9 493	0
<u>Cadastral</u>	0	0
<u>Fixed Cost</u>		0
Total cost		3 700 000 000

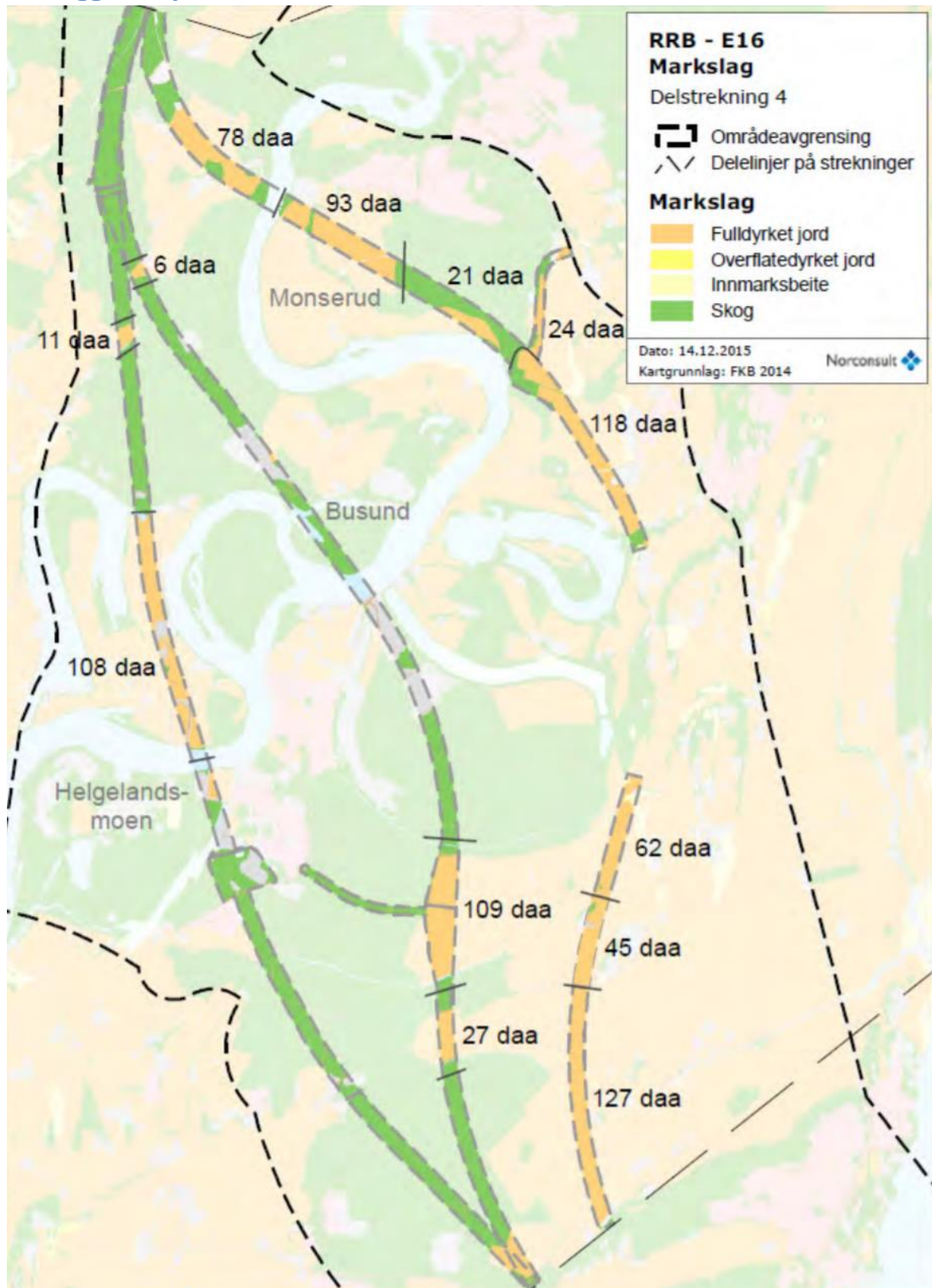
Vedlegg 11: Detaljert kostnadsestimater

Alignment quantity	Fill (m ³)	Cut (m ³)	Borrow (m ³)	Dump (m ³)
Billigeste	4 430 000	1 910 000	2 920 000	311 000
Helgelandsmolinjen, 4f	3 330 000	846 000	2 720 000	187 000
Raskeste	2 570 000	1 530 000	1 340 000	232 000
Alignment cost	Fill kr	Cut kr	Borrow kr	Dump kr
Billigeste	17 700 000	84 300 000	275 000 000	2 800 000
Helgelandsmolinjen, 4f	13 300 000	35 200 000	255 000 000	1 680 000
Raskeste	10 300 000	68 500 000	126 000 000	2 090 000
Alignment quantity	Ballast (m ³)	Rail (m)	Mass Haul (m ³)	Bridge (m)
Billigeste	79 600	35 300	12 200 000	1 202
Helgelandsmolinjen, 4f	85 400	31 900	5 620 000	1 680
Raskeste	67 500	30 600	4 250 000	1 951
Alignment cost	Ballast kr	Rail kr	Mass Haul kr	Bridge kr
Billigeste	0	0	36 500 000	2 210 000 000
Helgelandsmolinjen, 4f	0	0	16 900 000	3 170 000 000
Raskeste	0	0	12 800 000	3 640 000 000
Alignment quantity	Tunnel (m)	Linear (m)	Destination (m ³)	Source (m ³)
Billigeste	0	10 028	4 740 000	4 830 000
Helgelandsmolinjen, 4f	0	9 647	3 480 000	3 550 000
Raskeste	0	9 606	2 770 000	2 850 000
Alignment cost	Tunnel kr	Linear kr	Destination kr	Source kr
Billigeste	0	0	20 500 000	359 000 000
Helgelandsmolinjen, 4f	0	0	14 900 000	290 000 000
Raskeste	0	0	12 200 000	194 000 000
Alignment total	Total Cost kr	Length (m)		
Billigeste	2 630 000 000	10 028		
Helgelandsmolinjen, 4f	3 500 000 000	9 647		
Raskeste	3 860 000 000	9 606		

Vedlegg 12: Alternative måter for Helgelandsmolinjen å krysse Storelva



Vedlegg 13: Dyrket mark - Bane NOR



Vedlegg 14: Anbefalt alternativ Sandvika-Hønefoss – Bane NOR



Anbefalt alternativ i silingsrapporten i januar 2015

Trasé via Helgelandsmoen

Stopp:

- Sundvollen
- Hønefoss
- (Rustad)

Vegkryss:

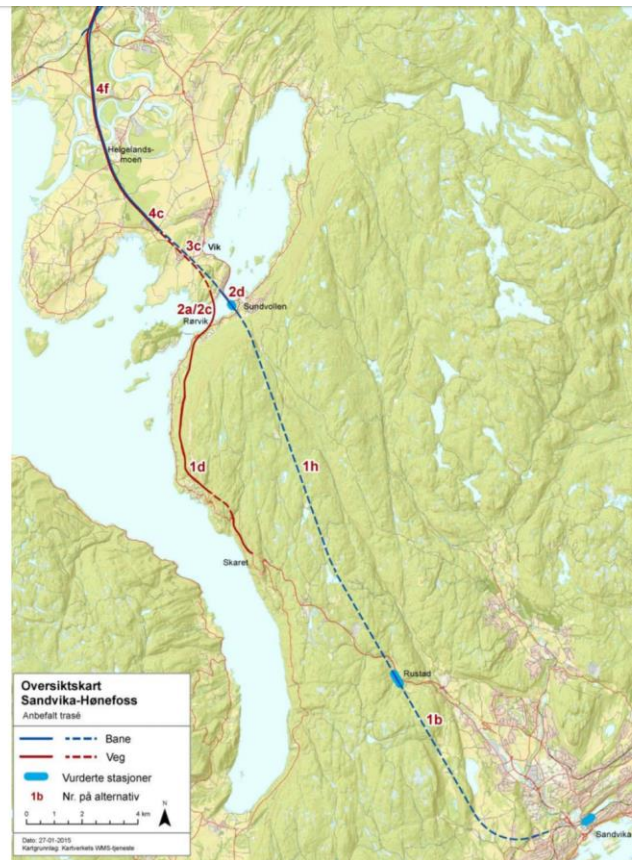
- Rørvik/Elstangen (halvt)
- Helgelandsmoen
- Styggedalen
- Ve

Reisetid:

Sandvika - Hønefoss	00:20
Oslo – Bergen	05:35
Lengde bane:	ca. 39,9 km
Tunnelandel bane:	66%
Lengde veg:	ca. 25,5 km

Forventet kostnad:

Veg og bane: 26 mrd.kr



Vedlegg 15: Innspill fra fylke og kommune på valg av løsning



Innspill i høringen



Delområde 4, Bymoen – Styggedalen

- Etatene anbefalte alternativ 4f, Helgelandsmolinja
- Alternativ 4g, Busundlinja, ble vurdert som nokså lik
- Fylkesmannen i Buskerud mente at rapportene som er utarbeidet ikke gir grunnlag for å velge
- Hole kommune gikk inn for Busundlinja (4g) av hensyn til nærmiljø, friluftsliv og Helgelandsmoen Næringspark



Vedlegg 16: Konklusjon av linjevalg – Bane NOR

Infrastruktur, byggbarhet og kostnad

Trafikalt er Helgelandsmolinja og Busundlinja likeverdige både for veg og bane. Begge alternativ har vegkryss ved Helgelandsmoen. Ingen av dem har togstopp på delstrekning 4. Lengden av veg og bane er omtrent den samme for begge alternativ.

Selv om de byggetekniske utfordringene er håndterlige for begge alternativene, vurderes utfordringene og kompleksiteten i anleggsgjennomføringen som mindre for Helgelandsmolinjen. Helgelandsmoen har også lavere kostnad.

Legges det vekt på kostnader, fremstår Helgelandsmolinja som det beste valget. Dette forsterkes ved at Busundlinja er noe mer krevende å bygge, og dermed antas å ha noe større usikkerhet knyttet til kostnader.

Konklusjon

Etatene vurderer at hensynet til de internasjonalt viktige våtmarkene bør vektlegges tungt. Helgelandsmolinja gir noe mindre negative konsekvenser for våtmarkene enn Busundlinja. I tillegg er potensialet for å finne egnede arealer for å kompensere for de negative konsekvensene for naturmangfoldet vurdert å være større ved Helgelandsmolinja. Det er også en kostnadsforskjell i Helgelandsmolinjas favør. Med bakgrunn i dette anbefaler Jernbaneverket og Statens vegvesen at arbeidet med reguleringsplan legger Helgelandsmolinja til grunn.

Vedlegg 17: Konklusjon fra Silingsrapporten - Bane NOR



Konklusjon fra Silingsrapporten 31.1. 2015



Etatenes anbefaling:

Helgelandsmolinja (4f)

- Monserud-linja (4e) vurderes som dårligste løsning pga. konsekvenser for landbruk og kulturmiljø, samt kostnader
- Forskjellene mellom Helgelandsmoen-linja (4f) og Busund-linja (4g) er relativt små
- For Helgelandsmoen-linja (4f) vurderes det å være muligheter for avbøtende tiltak. For Busund-linja er potensialet for avbøtende tiltak i stor grad tatt ut allerede (lang bru)
- Miljødirektoratet vurderer både Helgelandsmoen- og Busundlinja som uakseptable mht. naturmiljø, men at Busund-linja er aller verst
- Antatt krevende å bygge Busundlinja over våtmark uten større, varige inngrep
- Helgelandsmolinja er billigst (men optimalisering kan øke kostnadene)

Vedlegg 18: Konklusjon forprosjekt - Bane NOR



Konklusjon forprosjekt



- Monserudlinja har uakseptable konsekvenser for dyrka mark og kulturmiljøer, og er dyreste løsning. Som i silingsrapporten vurderes denne å være den dårligste av de tre løsningene
- Både Helgelandsmolinja og Busundlinja har i utgangspunktet uakseptable konsekvenser for naturmangfold, i første rekke knyttet til internasjonalt viktige våtmarksområder. Supplerende utredninger har likevel tydeliggjort at Busundlinja er en dårligere løsning for naturmangfold enn Helgelandsmolinja
- Busundlinja har færre negative konsekvenser lokalt, særlig knyttet til nærmiljø/friluftsliv og Helgelandsmoen næringspark
- Etatene tillegger de internasjonalt viktige våtmarkene stor vekt. Med bakgrunn i dette fastholder etatene sin anbefaling av **Helgelandsmolinja**. Denne anbefalingen er styrket gjennom forprosjektet

Vedlegg 19: Rangering av linjene – Bane NOR

Rangeringen av linjene for lokale/regionale og nasjonale/internasjonale verdier er blitt klarere

Begge alternativene har samlet sett store negative konsekvenser, og forskjellene mellom linjene er, som tabellen viser, kun halve minuser i konsekvensgrad.

Busundlinja har mindre negative konsekvenser for de lokale og regionale verdiene. Temaene nærmiljø og friluftsliv, landskapsbilde, kulturmiljø og landbruk/naturressurser er alle vurdert å være en halv konsekvensgrad mindre negative for Busundlinja enn for Helgelandsmolinja. Kommunenes bidrag i vurderingen av lokal utvikling har fått frem at de vurderer Busundlinja som bedre for den lokale utviklingen. Hole kommunestyre har gått inn for Busundlinja.

Våtmarksområdene som inngår i naturmangfoldtemaet har nasjonal og internasjonal betydning. For naturmangfold har supplerende utredninger med nye grunnlagsdata tydeliggjort at Busundlinja er en dårligere løsning for naturmangfold enn Helgelandsmolinja. Også for dette temaet er forskjellen i størrelsesorden en halv konsekvensgrad.

Totalt vurderer etatene de to linjene å være ganske likeverdige, og en anbefaling basert på de ikke-prissatte konsekvensene avhenger av hvilke hensyn som vektlegges tyngst. Vektlegges et samlet omfang av konsekvenser for lokale og regionale verdier tyngst, vil Busundlinja bli rangert øverst. Vektlegges de internasjonalt viktige verdiene knyttet til våtmarksområdene tyngst, vil Helgelandsmolinja bli rangert øverst.

Vedlegg 20: Meny for beslutninger - Bane NOR



«Meny» for beslutninger

Tiltak/ betydning for	Natur- mangfold	Natur- ressurs	Kultur- minner	Nærmiljø og friluftsliv	Landskap	Kostnads- økning
HELGELANDSMOLINJA - Opprinnelig linje inkludert optimaliserende tiltak:	---	---	-/-	--/--	--/--	Utgangspunkt
Avbøtende tiltak						
Miljøtunnel gjennom Bymoene (1 km)	---	---	-/-	--	--/--	1,2 mrd. kr
Mellomlang bru i kombinasjon med kortere fylling på Mælingen	---	---	-/-	--/--	--	0,5 mrd. kr
Sammenhengende bru Helgelandsmoen - Prestmoen, høyere bru over Mælingen	---	--/--	-/-	--/--	--	1,1 mrd. kr
BUSUNDLINJA - Opprinnelig linje inkludert optimaliserende tiltak:	--/--	---	-	--	--	Utgangspunkt
Avbøtende tiltak						
Miljøtunnel fra Kjelleberget til Lamoene (1,5 km)	--/--	--/--	-	-/-	--	1,9 mrd. kr
Flytting av kryss fra Mosmoen til Lamoene	--/--	--/--	-	--	--	0 mrd. kr
Støyskjerming fra Kjelleberget til Lamoene	--/--	---	-	-/-	--	0,1 mrd. kr
MONSERUDLINJA - Opprinnelig linje inkludert optimaliserende tiltak:	--/--	----	---	-/-	---	Utgangspunkt
Avbøtende tiltak						
Flytte linje vekk fra Storelva og stramme opp kryss	--	----	--/--	-/-	--/--	0 mrd. kr
Miljøtunnel/fjelltunnel Sørums - Frok (0,7 km)	--/--	----	---	-/-	--	0,9 mrd. kr
Miljøtunnel/fjelltunnel Steinsåsen- t.om. Frok (2,2 km)	--/--	---	--/--	-/-	--	2,7 mrd. kr
Miljøtunnel/fjelltunnel, øst for eksisterende linje, Steinsåsen forbi Norderhov (4,3 km)	--	---	--/--	-/-	-/-	2,3 mrd. kr*
Flytting av kryss nordover opp på Hvervenmoen	--	----	---	--	--/--	0 mrd. kr
Fjerne kryss Hvervenmoen	--	----	---	-/-	--/--	0 mrd. kr

