



## Trasevalg ved kryssing av Storelva

**Christian Sætre Halland**

Master i veg og jernbane

Innlevert: mai 2016

Hovedveileder: Kelly Pitera, BAT

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



## Forord

Denne rapporten er den avsluttende masteroppgaven over de to siste semestrene ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitetet (NTNU). Jeg har gått studieprogrammet «Erfaringsbasert masterprogram vei og jernbane», på veilinja. Oppgaven er utført ved Institutt for bygg, anlegg og transport, i samarbeid med min arbeidsgiver Rambøll Norge AS og Statens vegvesen region sør. Oppgaven omfatter å optimalisere og analysere to forskjellige, eksisterende traseforslag for ny E16 og Ringeriksbanen på parsellen Skaret-Hønefoss. De to traseforslagene inneholder en svært viktig kryssing av Storelva som er del av et verdifullt våtmarksområde. Traseforslagene omtales videre i grunnlagskapitlene i rapporten.

Ringeriksregionen som ny E16 og Ringeriksbanen vil berøre, på godt og vondt, er et vakkert og verdifullt område som vil være med til å ta store deler av fremtidens befolkningsvekst rundt hovedstaden når det gjelder bosetting. Stadig kortere reisetid til hovedstaden vil bidra til å åpne opp arbeidsmarkedet i regionen, og status som pendlersted vil forsterkes ytterligere. I denne sammenheng er det svært viktig å bevare det som gjør Ringeriksregionen til et godt sted å leve, ikke bare for oss mennesker, men også for planter og dyr. Ny E16 og Ringeriksbanen er et massivt inngrep med en samlet korridorbredde på ca. 90 m i felles trase. Å plassere dette i terrenget med hensyn til vei- og banegeometri, samt minimale konsekvenser for omgivelsene, er en veldig vanskelig oppgave som jeg finner meget interessant. Jeg har for øvrig selv nylig flyttet til området og derfor ønsket jeg å finne en oppgave som kunne være i de nye omgivelsene som jeg selv vil utforske og lære mer om.

Jeg har vært på en meget nyttig befarings på det fremtidige anlegget med Statens vegvesen hvor jeg fikk et godt grunnlag for videre arbeid. På befaringsen fikk jeg vite bakgrunnen for og hva som har vært viktig for utformingen av de traseforslagene som jeg senere skulle optimalisere, vurdere og rangere.

Prosjekteringsdelen av oppgaven er gjennomført i Novapoint 19. Deter en ny versjon av Novapoint som er bygget opp på en helt ny måte enn tidligere. Selv om jeg er godt kjent med Novapoint og AutoCAD fra mine arbeidsoppgaver hos Rambøll Norge AS var det noe nytt å gjøre prosjekteringen med Novapoint 19 siden vi kun er i startfasen med å implementere dette verktøyet. Dette har vært veldig lærerikt og nyttig.

Jeg vil takke mine kollegaer ved Rambøll Norge AS, min veileder i Statens vegvesen Gert Myhren (prosjektleder i E16 Skaret-Hønefoss), Cecilie Bjørlykke i Jernbaneverket og min veileder ved NTNU Kelly Pitera for grunnlagsmateriell, gode innspill, diskusjoner og råd. I tillegg vil jeg takke Hans Frøslid i Hæhre entreprenør for deling av ekspertise på anleggsteknikk, selvfølgelig min kone for

tålmodigheten og i tillegg foreldre og svigerforeldre for uvurderlig hjelp med barnepass slik at jeg har kunnet fokusere på oppgaven.

Røyse, mai.2016

*Christian Sætre Halland*



# Sammendrag

## Bakgrunn

Denne masteroppgaven omhandler trasevalg av en delstrekning på fellesprosjektet E16 Skaret - Hønefoss og Ringeriksbanen. Fagetatene har fått grønt lys for å planlegge, med statlig regulering mot byggestart allerede i 2019. Målet er å ferdigstille ny veiparsell fra Skaret til Hønefoss og jernbane fra Sandvika til Hønefoss i 2024. Trafikkmengde og prognoser tilsier at det bør bygges 4 felts motorvei på veistrekningen. Ringeriksbanen blir dobbeltsporet og er en lenge etterlengtet forkortelse av reiseveien mellom Oslo og Ringerike samt en vesentlig tidsbesparelse på Bergensbanen.

## Målsetting for oppgaven

Vei og jernbane skal i den aktuelle delstrekningen krysse Storelva i Ringerike kommune med bro. Oppgaven tar for seg to foreslåtte trasealternativer, oppkalt etter sitt krysningssted av Storelva, Helgelandsmolinja og Busundlinja. Hovedmålene med oppgaven er å optimalisere de to trasealternativene som Statens vegvesen og Jernbaneverket har foreslått, og finne det trasealternativet som er mest skånsomt mot miljøet, og da særlig for det verdifulle våtmarksystemet som Storelva er en del av. Dermed blir forholdene rundt krysningsstedet vektet høyt når det kommer til anbefaling.

## Våtmarker og anleggsteknikk

Storelva er en del av «Nordre Tyrifjorden våtmarksområde» dette er et Ramsarområde som ansees som veldig verdifullt. Ramsarkonvensjonen er en internasjonal traktat som skaper rammeverk for bevaring og bærekraftig utvikling av våtmarker og ressursene som finnes i dem. Det finnes over 2000 Ramsarområder i verden og det er flere enn 160 medlemsland som forplikter seg til å samarbeide om traktatens målsettinger. Gjennom litteraturstudie og samtaler med eksperter fra konsulent- og entreprenørbransjen, er de anleggstekniske utfordringene gjennomgått med beskrivelser av teknikker og bestemmelser som kan minimalisere de negative konsekvensene i vannforekomstene og våtsonene for tiltakene.

## Trasealternativer

Oppgaven tar for seg to foreslåtte trasealternativer for delstrekning 4 (Bymoen – Styggedalen) for E16 – Skaret Hønefoss og Ringeriksbanen. Alternativ 1 er Helgelandsmolinja som trer seg gjennom Helgelandsmoen Næringspark og krysser Storelva med relativt korte broer før den går på en stor fylling over den lille halvøya Mælingen og videre på viadukt over en liten utstikker av den fredede kroksjøen Synneren. Alternativ 2 er Busundlinja og denne linja krysser Storelva ved Busund med en lengre bro. Broa går over en fremtidig kroksjø i tidlig stadium og et verdifullt og foreslått vernet sump

og skogsområde. Dette området er svært lite tilgjengelig for anleggsgjennomføringen og trasealternativet ansees som mer skadelig for våtmarkene.

Traseforslagene analyseres i rapporten opp mot nullalternativet som er dagens E16, med ferdigstilt pågående midtdeler prosjekt fra Steinsåsen til Botilrud og utbedret kryss ved Ringvoll. Analysen består blant annet av en enkel konsekvensanalyse. Siden traseforslagene kun omfatter en enkeltstående delstrekning av prosjektet og ikke en fullverdig vei trase blir sammenligningen med nullalternativet, som representerer hele parsellen, litt søkt og nullalternativet ansees dermed ikke som et reelt alternativ.

### **Anbefaling**

Ut i fra denne enkle konsekvensanalysen med tilhørende kostnadsoverslag og vurdering av andre prissatte og ikke prissatte konsekvenser samt vurdering av måloppnåelse anbefales det at Helgelandsmolinja bygges. Alternativet scorer bedre enn Busundlinja både når det gjelder prissatte og ikke prissatte konsekvenser og det også ansees som det mest skånsomme for våtmarkene.

Helgelandsmolinja er på ingen måte bra for våtmarkene, ingen av alternativene er ønsket av Ramsarkonvensjonen, men linja oppfyller hovedmålet med oppgaven, å finne den mest skånsomme linja for våtmarkene og blir derfor anbefalt.

# Summary

## Background

This master's thesis addresses the selection of route on one of the sections in the joint project E16 Skaret –Hønefoss and Ringeriksbanen. The government has given the green light on detailed planning of the project with a state zoning plan, and hopefully construction will start in 2019. The new 4-lane motorway from Skaret to Hønefoss and new double track railway from Sandvika to Hønefoss, representing a highly anticipated shortening of the railway routes both locally and regionally, is set to open in 2024.

## Goals

In the route section in question the motorway and railway will cross Storelva by bridges. The thesis addresses two suggested alternatives of the route section named after their crossing place of Storelva, Helgelandsmoen and Busund. The main target of the thesis is to find the route which is least harmful to the environment, and in particular the wetland system that Storelva is part of. Therefore the crossing itself will be highly valued when it comes to making a recommendation.

## Wetlands and engineering

Storelva is part of the “Nordre Tyrifjord wetland system”, which is a Ramsar site of high value nationally and internationally. The Ramsar convention is an international treaty set to make framework for the conservation and sustainable development of the wetlands and its resources. There are over 2000 Ramsar-sites worldwide and there are 160 nations committed to follow the treaty's intentions. Through a literature study and conversations with experts from consulting engineering and construction engineering, the difficulties of construction in the wetlands has been addressed. Descriptions and techniques are provided which minimizes the negative consequences in the wet zones

## Options

The thesis addresses two suggested route options on route section 4(Bymoen - Styggedalen) for E16 Skaret –Hønefoss and Ringeriksbanen. The first alternative is the Helgelandsmoen option which comes through the Helgelandsmoen business park and crosses Storelva on a relatively short bridge before going over a large fill on the small peninsula, Mælingen. After the fill the route crosses on viaducts over a small part of the protected oxbow lake, Synneren. The second alternative, the Busund option, crosses Storelva with significantly longer bridges. The bridges are located over a future oxbow lake in an early stage, and a swamp and “wet forest” peninsula. The site is suggested protected by the

Ramsar convention. The site is also limited on space for construction machinery and the option is rated the worst for the wetlands.

In the thesis the suggested route options are analyzed against a zero-alternative. The zero-alternative represents the existing E16 with assumed finished projects for “middle barrier” from Steinsåsen to Botlirud, and improvement of the junction in Ringvoll. The analysis consists of a simple impact assessment with priced and non-priced consequences. Since both the suggested alternatives are single sections of a larger project thus not able to be properly compared with the zero-alternative, this comparison is a bit strained, and the zero-alternative is not assumed to be an option in the end.

### **Recommendation**

After the simple impact assessment with cost analysis plus assessment of achieving the project goals, the Helgelandsmoen route option is recommended for construction. Helgelandsmoen is rated better than Busund in both the cost- and non-cost based consequences and it is considered as the least damaging alternative for the wetlands. The Helgelandsmoen option is in no way an environmentally friendly alternative, and it is not recommended for construction by Ramsar, (neither is the Busund alternative). However it is decided that one of the alternatives will be constructed and the Helgelandsmoen alternative meets the project goal of being the least harmful.

# Innhold

Forord.....	I
Sammendrag.....	III
Summary .....	V
Figur liste.....	XI
Tabell liste.....	XV
1 Introduksjon.....	1
1.1 Bakgrunn .....	2
1.2 Rammebetingelser og omfang .....	4
1.3 Mål .....	4
1.4 Problemstilling .....	4
1.5 Presentasjon av trasealternativer til analyse .....	6
1.6 Oppgavens oppbygning .....	17
2 Grunnlag.....	18
2.1 Dagens situasjon.....	19
2.1.1 Trafikkmengde og veistandard .....	19
2.1.2 Lokal pendlertrafikk/Osloregion .....	21
2.1.3 Hyttetrafikk .....	22
2.1.4 Jernbane om Drammen.....	23
2.2 E16 Skaret-Hønefoss.....	25
2.3 Ringeriksbanen.....	25
2.4 Felles prosjekt.....	26
2.5 Pågående reguleringsplanarbeid – Planstatus.....	29
2.6 Veistrekningens fremtidige funksjon og veistandard .....	29
2.7 Ringeriksbanens fremtidige funksjon og standard .....	32
2.8 Felles normalprofil for vei og bane .....	35

2.9	Tilgrensende planer .....	35
2.10	Kulturmiljø .....	36
2.11	Nærmiljø og friluftsliv.....	40
2.12	Landskapsbilde.....	42
2.13	Grunnforhold .....	42
2.14	Naturmiljø .....	43
2.15	Naturressurser.....	44
2.16	Trafikkulykker.....	45
2.17	Regional utvikling – Stor satsning på Helgelandsmoen .....	49
2.18	Flom .....	51
3	Våtmarker og anleggsteknikk.....	52
3.1	Våtmarkenes betydning .....	53
3.2	Storelva med tilliggende våtmarker.....	53
3.3	Ramsarkonvensjonen.....	57
3.3.1	Generelt .....	58
3.3.2	Helgelandsmolinja.....	58
3.3.3	Busundlinja.....	59
3.4	Norsk lov .....	60
3.5	Anleggsteknikk i våtsonen .....	62
3.5.1	Planleggingsfasen.....	62
3.5.2	Valg av anleggsutstyr .....	62
3.5.3	Vask av anleggsmaskiner og sikkerhet mot oljesøl.....	63
3.5.4	Ytre miljøplan (YM-plan) .....	63
3.5.5	Forurensning av jord, vann og naturmiljø. ....	64
3.5.6	Kontroll over sedimentene .....	65
3.5.7	Vegetasjonssone .....	68

3.5.8	Beplantning .....	68
3.5.9	Kun rene materialer til utfylling.....	68
3.5.10	Siltgardiner .....	69
3.5.11	Anleggsveier i våtmark.....	70
3.6	Valg av broløsning .....	72
3.7	Kobling mot analyse og konklusjonen .....	77
4	Metode.....	78
4.1	Tegningsverktøy og prosjektering.....	79
4.2	Fremgangsmåte for analyse og utvelgelse.....	79
5	Optimalisering av trasealternativer.....	80
5.1	Generelt .....	81
5.2	Prinsipper for lokalisering av vei- og jernbanelinjer i landskapet.....	81
5.3	Helgelandsmolinja – Alternativ 1.....	84
5.4	Busundlinja-Alternativ 2 .....	89
6	Analyse av Trasealternativer .....	93
6.1	Konsekvensanalyse .....	94
6.2	Prissatte konsekvenser.....	96
6.2.1	Ulykker.....	96
6.2.2	Trafikantnytte .....	96
6.2.3	Drift og vedlikehold .....	97
6.2.4	Anleggskostnader .....	98
6.2.5	Resultat .....	100
6.3	Ikke prissatte konsekvenser.....	100
6.3.1	Anleggstekniske utfordringer .....	100
6.3.2	Landskapsbilde.....	102
6.3.3	Naturmangfold.....	103

6.3.4	Naturressurser.....	104
6.3.5	Kulturmiljø.....	105
6.3.6	Resultat.....	107
6.4	Analyseresultat.....	108
6.5	Vurdering av analyseresultat.....	108
6.6	Diskusjon.....	108
7	Konklusjon.....	110
7.1	Oppsummering og anbefaling av trasealternativ.....	111
7.2	Videre arbeid.....	111
	Referanser.....	112
	Vedlegg.....	117
	Vedlegg 1 Kart med nevnte stedsnavn.....	118
	Vedlegg 2 Figurkart.....	119
	Vedlegg 3 Oppgavetekst.....	120
	Vedlegg 4 NA- Rundskriv 2015/2 om fartsgrense 110 km/t.....	124
	Vedlegg 5. Traseringstabeller jernbane dobbeltspor.....	127
	Vedlegg 6. Dimensjonering av overbygning vei.....	129
	Vedlegg 7. Dimensjonering av underbygning jernbane.....	135
	Vedlegg 8 Kostnadsberegninger.....	137
	Vedlegg 9 Tegningshefte.....	137



## Figur liste

Figur 1 Kart over Sør-Norge med rød boks rundt planområde. Kartgrunnlag hentet fra Statens vegvesens veikart tjeneste (Statens vegvesen, 2016 a).....	2
Figur 2 Oversikt over E16 og Ringeriksbanens delstrekning 4, Helgelandsmolinja (Alternativ 1.) er her betegnet som 4f, Busundlinja 4g (Alternativ 2.) og Mønserudlinja 4e, Mønserudlinja skal holdes utenfor resten av denne rapporten (Statens vegvesen, 2016 b). .....	7
Figur 3 Helgelandsmolinja gjennom skogen ved Bymoer og Mosmoen. Vei har gult skråningsutslag og jernbane har oransje (bildet er hentet prosjekteringsverktøyet Novapoint).....	8
Figur 4 To-plans kryss planlagt ved Helgelandsmoen næringspark. Krysset er markert med grønt skråningsutslag og lokalveien går over motorveien og jernbanen. Vei har gult skråningsutslag og jernbane har oransje, ramper og sekundærvei er grønne (bildet er hentet fra prosjekteringsverktøyet Novapoint).....	9
Figur 5 Modellutsnitt fra Forprosjekt rapporten (delstrekning 4, E16 og Ringeriksbanen) fra Jernbaneverket og Statens vegvesen. Fyllingen på Mælingen vil som prosjektert bli opp til 10 m høy (SVV og JBV, 2016). .....	10
Figur 6 Modellbilde fra Jernbaneverkets og Statens vegvesens forprosjektrapport på delstrekning 4 fra fagetatene som viser hvordan viadukten tar linja den siste biten opp til Prestmoen over en liten arm på Synneren (SVV og JBV, 2016). .....	11
Figur 7 Bildet viser den lille armen av Synneren som veilinja vil gå over (foto: forfatter). .....	11
Figur 8 Modellutsnitt fra Jernbaneverket og Statens vegvesens forprosjektrapport for delstrekning 4 av Nye E16 Skaret-Hønefoss og Ringeriksbanen. Illustrasjonen viser siste de av delstrekningen over Prestmoen til Styggedalen (SVV og JBV, 2016). .....	12
Figur 9 Modellutsnitt fra foreslått linje fra Bymoer mot Busund, i fagetatenes forprosjektrapport. Bildet viser hvordan linja ligger i overgangssonen mellom skog og åker. Illustrerer også et foreslått kryssområde i utkanten av landbruksområdet. I øst kan en skimte Steinssletta (SVV og JBV, 2016). 13	
Figur 10 Illustrasjon av planlagt kryss ved Helgelandsmoen næringspark for Busundlinja Vei har gult skråningsutslag og jernbane har oransje, ramper og sekundærvei er grønne (bilde fra prosjekteringsverktøyet Novapoint.).....	14
Figur 11 Illustrasjon fra fagetatenes forprosjekt av kryssingen av Storelva på Busundlinja. Broene er vesentlig lengre på Busund og de går over verdifulle våtmarks- og skogsområder som er utilgjengelig for anleggsvirksomhet sett i forhold til Helgelandsmolinja (SVV og JBV, 2016).....	15
Figur 12 Modellbilde hentet fra fagetatenes forprosjekt av foreslåtte linjer fra Prestmoen mot Styggedalen (SVV og JBV, 2016).....	15
Figur 13 Bildet viser to felts vei uten midtdeler sør for Hønefoss (foto: forfatter). .....	19
Figur 14 Rett ved rasteplassen på Høgkastet, rett sør for nedstigningen mot Tyrifjorden ved Elstangen er det to felt og midtdeler av stålprofiler (foto: forfatter).....	20

Figur 15 Rett før Elstangen er det tre felt med betongmidtdeler (foto: forfatter).....	20
Figur 16 Eksisterende E16 fra Skaret til Hønefoss (Statens vegvesen, 2016 a).....	21
Figur 17 Populære fjelldestinasjoner (markert i gult)(Statens vegvesen, 2016 a).....	23
Figur 18 Eksisterende jernbane markert i gult (Statens vegvesen, 2016 a).....	24
Figur 19 Normalprofil vei og jernbane (Jernbaneverket, 2015 d). ....	27
Figur 20 Oversiktsbilde fra Sundvollen. Jernbanelinja er rød mens veien er gul (bildet hentet fra prosjekteringsverktøyet Novapoint). ....	27
Figur 21 Oversikt over foreslått vei- og jernbanelinje gjennom Fekjær/Gjesvoldåsen og under Vik sentrum. Veien er gul og banen er blå (bilde hentet fra prosjekteringsverktøyet Novapoint).....	28
Figur 22 Oversikt over nasjonale og utenlandske transportkorridorer (Samferdselsdepartementet, 2013).....	30
Figur 23 Tverrprofil 23m veibredde (mål I meter) ved ÅDT > 20 000 (Statens vegvesen, 2015 a).....	31
Figur 24 Gang- sykkelvei tilbud langs eksisterende E16 mellom Skaret og Hønefoss (markert i gult) (Statens vegvesen, 2016 a). ....	32
Figur 25 Normalprofil jernbane (Jernbaneverket, 2015 d).....	33
Figur 26 Normalprofil dobbeltsporet jernbane i tunnel (Jernbaneverket, 2016 c). ....	33
Figur 27 Normalprofil vei og jernbane (Jernbaneverket, 2015 d). ....	35
Figur 28 Kart over prosjektet E16 Sandvika – Skaret (Statens vegvesen, 2015 b). ....	36
Figur 29 Oversiktskart over kulturminner i planområdet (Miljostatus.no, 2016). ....	37
Figur 30 Kulturminner ved tunnelåpning på Kjellerberget. Rød boks markerer automatisk fredet kulturminne som kommer i konflikt med Helgelandsmolinja (Miljostatus.no, 2016) .....	38
Figur 31 Kulturminner i Busundlinja. Røde bokser markerer direkte berørte kulturminner (Miljostatus.no, 2016). ....	39
Figur 32 Fredet kornmagasin på Helgelandsmoen. Drives i dag som kunstdepot/galleri og cafe (foto: forfatter). ....	40
Figur 33 Løsmassekart over området (NGU, 2016 a). ....	43
Figur 34 - Kart over verdifull landbruksjord i regionen. Rød farge betyr jord med svært god kvalitet, oransje betyr god kvalitet og gul betyr mindre god kvalitet (Skog-og-landskap, 2016 a). ....	44
Figur 35 Bonitetskart over skogområdene i Hole og Ringerike kommune. Grønt betyr produktiv skog, mens lysegrønt betyr ikke-produktiv skog (Skog-og-landskap, 2016 b).....	45

Figur 36 Registrerte trafikkulykker på strekningen Skaret-Hønefoss. Tallene i de grønne sirklene står for antall ulykker innenfor arealet som sirklene dekker (Statens vegvesen, 2016 a). .....	46
Figur 37 Bildet viser høye fjellskjæringer hvor det er fare for steinsprang og isnedfall vinterstid på strekningen i nærheten av Skaret (foto: forfatter). .....	47
Figur 38 Skredhendelser på dagens strekning (NGU, 2016 b).....	48
Figur 39 Eksempel på gammelt militærbygning som er omgjort til cafe og butikk (foto: forfatter)....	49
Figur 40 Ringeriksbadet Helgelandsmoen næringspark (wikipedia, 2015) .....	50
Figur 41 Flomsone kart over aktuelle krysningssteder Rød boks representerer området hvor linjene ligger for lavt som foreslått (Nve, 2016). .....	51
Figur 42 Kart over de vernede og foreslått vernede områdene i Nordre Tyrifjord våtmarksområde. Med inntegnede trasealternativer. Monserudlinja er som tidligere nevnt forkastet på grunn av blant annet for mye inngrep i dyrket mark og ikke en del av denne rapporten (Miljødirektoratet, 2015).....	54
Figur 43 Flommarkskog på Busund (foto: forfatter).....	55
Figur 44 Lamyra med sin gjengrodde kroksjø (foto: forfatter). .....	56
Figur 45 Bildet viser spor av breddeutvidelsen av Mælingen halvøya. En kan se hvordan påler (anvist med pil) har blitt slått ned i elva for å holde på plass fyllingen for utvidelse (foto: forfatter). .....	58
Figur 46 Eksempel på erosjonssikret elvebredde langs Storelva ved Busund. Elvebredden er plastret med stein for å hindre at vannet får direkte kontakt med de mer erosjonsutsatte jordmassene (foto: forfatter). .....	65
Figur 47 Eksempel på sedimentasjonsbasseng utformet for rensing av veivann.(Åstebøl, 2013) .....	66
Figur 48 Hovedprinsipp for plassering sedimentasjonsgrøft. Grøft kan i denne sammenheng også bety sedimentasjonsbasseng og massedeponi kan også være anleggsplassen (Asplan viak, 2011). .....	66
Figur 49 Eksempel på naturlig vegetasjonssone på Mælingen (foto: forfatter). .....	68
Figur 50 Siltgardin benyttet langs land ved graving i et vei- og baneprosjektet langs Mjøsa. En ser tydelig forskjellen i partikkelinnhold på innsiden og utsiden av siltgardinen. (Systad, 2013).....	70
Figur 51 Oversiktsbilde over krysningsstedet ved Busund. De røde strekene representerer ytterkantene av korridoren. Broene vil ligge mellom disse (Norgebilder.no, 2016).....	72
Figur 52 Kroksjø ved Busund (foto: forfatter). .....	73
Figur 53 Oversiktsbilde over krysningsstedet ved Helgelandsmoen. De røde strekene representerer ytterkantene av korridoren. Broene vil ligge mellom disse. (Norgebilder.no, 2016).....	74
Figur 54 - Fri høyde over terreng (Vegdirektoratet, 2015).....	75
Figur 55 Friksjonspjel og spissbærende pel (Jernbaneverket, 2016 b).....	76

Figur 56 Utklipp av tegning B03 fra vedlegg 9 (tegningshefte) Tegningen viser begge trasealternativene på delstrekningen. Helgelandsmolinja er i farger mens Busundlinja er svart. Startpunktet på Kjellerberget ligger på høyre side i figuren (øst), mens Styggedalen er til venstre. ....	81
Figur 57 Utklipp av lengdeprofilen for vei over Mælingen halvøya. Rød linje er optimalisert linje, mens blå linje er foreslått linja fra SVV/JBV. Lengdeprofilen for jernbane er senket tilsvarende. ....	85
Figur 58 Skjermdump fra prosjekteringsverktøyet, Novapoint hvor rød og grønn linje representerer sideforflytningen ved Kjellerberget i optimalisering nr. 2. Den gule senterlinja og skråningsutslaget er veilinja før optimalisering .....	86
Figur 59 Skjermdump fra prosjekteringsverktøy som viser lengdeprofilen til veien ved rett sør for Helgelandsmoen. Rød linje viser hevet lengdeprofil, blå linje viser opprinnelig foreslått og grønn linje viser flomvannstanden på 66,15 m.o.h. Jernbanens lengdeprofil er hevet tilsvarende. (Vertikaldataene på lengdeprofilen er 5 x forstørret).....	87
Figur 60 Oversiktsbilde over kryssområde ved Helgelandsmoen. Her er foreslått lavpunkt lokalisert og området er flomutsatt ved 200 års flom (Skjermdump fra prosjekteringsverktøyet Novapoint).....	88
Figur 61 Viser kryssningsstedet på Busund, linja er plassert mellom Lamyras to gjengrodde kroksjøløp. Ved en retningsendring ville mer av våtmarksystemet blitt berørt og kryssingen ville blitt lenger eller kommet mer i konflikt med bebyggelsen på nordsiden av elva. Ved sideforflytning mot vest eller øst ville linja kommet i konflikt med mer våtmark eller bebyggelse på sørsiden av Storelva. (bilde: fra prosjekteringsverktøyet Novapoint.) .....	90
Figur 62 Viser Busundlinja over Bymoene og Mosmoene. Svarte ringer viser områder hvor det har vært vurdert sideforflytning, dette er omtalt i avsnittet over. Krysset med grønt skråningsutslag som ansees som et fastpunkt er avgjørende for at sideforflytningen ansees som uhensiktsmessig (foto: fra prosjekteringsverktøyet Novapoint). .....	91
Figur 63 Konsekvensvifte hvor en finner konsekvensgrad og sammenstilling av verdi og omfang (Vegdirektoratet, 2014 b). .....	95
Figur 64 Kart med benyttede stedsnavn, enkelte stedsnavn er også lokalisert i B-tegningene i vedlegg 9 (tegningsheftet) Kart hentet fra nasjonal veidatabank (Statens vegvesen, 2016 a) .....	118
Figur 65 Figurkart. Kart hentet fra nasjonal veidatabank (Statens vegvesen, 2016 a).....	119
Figur 66 normalverdier for inngangsparametere for bestemmelse av trafikkgruppe N (Vegdirektoratet, 2014 c).....	129
Figur 67 Beregning av trafikkgruppe ut ifra ÅDT-T(Vegdirektoratet, 2014 c) .....	130
Figur 68 Sannsynlig telefarlighetsgruppe ut i fra grunnforhold.(Vegdirektoratet, 2014 c).....	131
Figur 69 Krav til dekketykkelse ut i fra trafikkmengde (Vegdirektoratet, 2014 c).....	131
Figur 70 Kav til materialbruk i bærelag (Vegdirektoratet, 2014 c).....	132
Figur 71 Krav til materialbruk i forsterkningslag (Vegdirektoratet, 2014 c) .....	132

Figur 72 Krav til frostsikring ut i fra trafikkmengde og grunnforhold (Vegdirektoratet, 2014 c) .....	133
Figur 73 Frostdybde ved forstrekningslag av knust fjell ved årsmiddeltemperatur 4°C (Vegdirektoratet, 2014 c).....	134
Figur 74 Dimensjoneringskurve for underbygning (Jernbaneverket, 2016 c).....	136

## Tabell liste

Tabell 1 Grader av konsekvenser benyttet i analyse .....	96
Tabell 2 Sammenstilling og rangering ut i fra ulykker.....	96
Tabell 3 Sammenstilling og rangering ut i fra trafikantnytte .....	97
Tabell 4 Sammenstilling og rangering ut i fra drift og vedlikehold .....	97
Tabell 5 Kostnadsoverslag Helgelandsmolinja .....	99
Tabell 6 Kostnadsoverslag Busundlinja .....	99
Tabell 7 Sammenstilling og rangering ut i fra anleggskostnader .....	99
Tabell 8 Samlet sammenstilling og rangering etter prissatte konsekvenser .....	100
Tabell 9 Sammenstilling og rangering etter konsekvenser anleggstekniske utfordringer .....	101
Tabell 10 Sammenstilling og rangering etter landskapsbilde.....	103
Tabell 11 Sammenstilling og rangering etter naturmangfold.....	104
Tabell 12 Sammenstilling og rangering med tanke på naturressurser.....	105
Tabell 13 Sammenstilling og rangering ut fra kulturmiljø .....	107
Tabell 14 Sammenstilling og rangering av ikke prissatte konsekvenser.....	107
Tabell 15 Sammenstilling og rangering av prissatte og ikke prissatte konsekvenser.....	108
Tabell 16 Traseringstabell for jernbane med 250 km/t (Jernbaneverket, 2016 d).....	127
Tabell 17 Traseringstabell for jernbane 200km/t (Jernbaneverket, 2016 d).....	128

# **1 Introduksjon**

## **1.1 Bakgrunn**

## **1.2 Rammebetingelser og omfang**

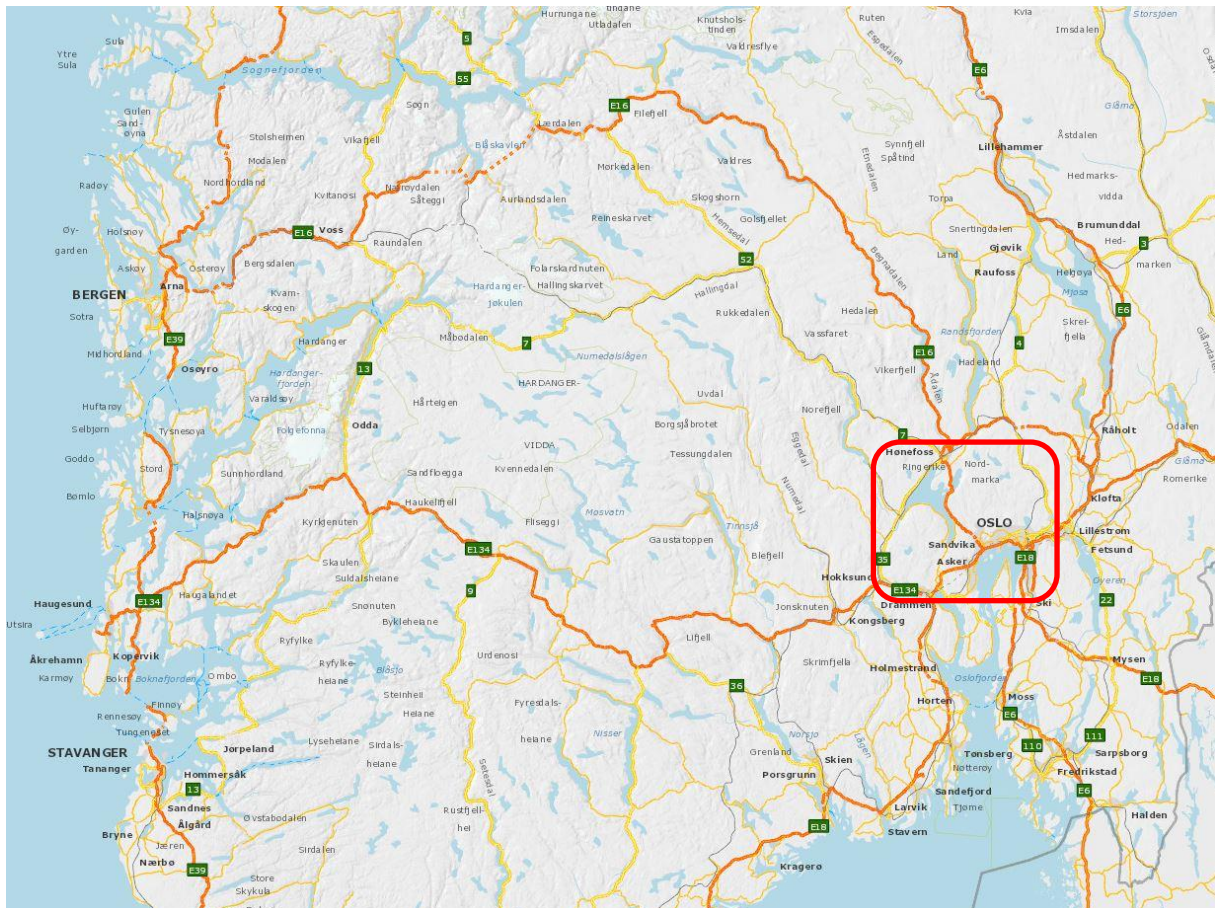
## **1.3 Mål**

## **1.4 Problemstilling**

## **1.5 Presentasjon av trasealternativer**

## **1.6 Oppgavens oppbygning**

Denne masteroppgaven omhandler en liten del av samarbeidsprosjektet mellom Jernbaneverket og Statens vegvesen, Ringeriksbanen og E16 – Skaret-Hønefoss. Kartet under er ment som en oversikt over planområdet og viser nedslagsfeltet til E16 og Bergensbanen som Ringeriksbanen vil representere en del av. I vedlegg 1 og 2 er det laget kart som inneholder henholdsvis alle de viktigste stedsnavnene brukt i oppgaven og figurkart som viser alle de stedsbestemte figurer i rapporten. I tillegg vil B-tegningene i tegningsheftet, (vedlegg 9) være til hjelp for å orientere seg i området oppgaven omhandler.



**Figur 1** Kart over Sør-Norge med rød boks rundt planområde. Kartgrunnlag hentet fra Statens vegvesens veikart tjeneste (Statens vegvesen, 2016 a).

## 1.1 Bakgrunn

Dagens E16 på strekningen Skaret – Hønefoss har trafikkmengder på mellom 11000 og 15 000 kjt/døgn (ÅDT Års Døgntrafikk). På sikt vil trafikkvekst føre til at hele strekningen får trafikkmengder over 12 000 kjt/døgn, som er grensen for når det ved nyanlegg skal bygges firefelts motorvei. Dagens vei har til dels dårlig standard i forhold til trafikkmengden. E16 er en viktig del av transportsystemet i Norge og svært viktig for både person og godstransport mellom øst og vest. E16 inngår i hovedruten mellom Oslo og Bergen og er hovedferdselsåre mellom Oslo, Ringerike, Valdres og Hallingdal

(Statens vegvesen, 2010 a). Av disse grunner er det satt i gang planlegging av en ny parsell på E16 mellom Skaret og Hønefoss. Prosjektet er beskrevet videre i grunnlagskapittelet.

Også på jernbanesiden er transporttilbudet mellom Oslo og Hønefoss ikke tilfredsstillende. Jernbanen må kjøre via Drammen, en omvei på ca. en time. For å gjøre tilsvarende besparelse for togtrafikken i retning Bergen har Ringeriksbanen vært på planleggingsstadiet i en årrekke. Nå i senere tid begynner det virkelig å se ut som om prosjektet skal realiseres, nå som et felles prosjekt med E16-Skaret-Hønefoss. Samferdselsdepartementet har besluttet at prosjektet skal styre mot byggestart i 2019 og ferdigstillelse i 2024. Prosjektet Ringeriksbanen omtales videre i grunnlagskapittelet.

Denne masteroppgaven skal ta for seg en liten men aktuell problemstilling når det gjelder planleggingen av ny E16 og Ringeriksbanen, nemlig vurdering av 2 eksisterende trasealternativer for delstrekningen som inneholder kryssing av Storelva. Storelva er del av et viktig våtmarksystem med internasjonal verneinteresse og omtales videre i kap.3.2. Trasealternativene er utarbeidet av Statens vegvesen og Jernbaneverket, disse blir kalt «fagetatene» videre i oppgaven. Prosjektet Ringeriksbanen og Ny E16 Skaret-Hønefoss kalles også for «fellesprosjektet» videre i rapporten.

Tema for denne masteroppgaven og problemstilling har blitt til gjennom samarbeid med Kelly Pitera, veileder på NTNU og Gert Myhren, ekstern veileder i Statens vegvesen



## **1.2 Rammebetingelser og omfang**

Masteroppgaven for Erfarings basert masterstudie i veiteknikk på NTNU ble påbegynt 15. august 2015 og har innleveringsfrist 15. mai 2016. Oppgaven utgjør 30 studiepoeng og har normert arbeidsomfang på ca. 800 timer. Oppgaven utføres for min del ved siden av 100 % stilling i Rambøll Norge AS som veiplanlegger. Oppgaven er delvis skrevet ved eget arbeidssted og delvis hjemmefra.

Alle meninger og anbefalinger som fremkommer av oppgaven er studentens egne. Rambøll Norge AS, NTNU eller Statens vegvesen er ikke ansvarlig for noe av innholdet i denne oppgaven.

## **1.3 Mål**

Denne masteroppgaven skal resultere i en uavhengig anbefaling av det best egnede trasealternativet for delstrekningen på E16 Skaret- Hønefoss og Ringeriksbanen som inneholder kryssing av Storelva i Ringerike og Hole kommune. Traseen som velges skal:

- Gjøre minst mulig permanent og midlertidig skade på våtmarksystemet og omgivelsene rundt.
- Dekke nåtidens og fremtidens vei og jernbanebehov og samtidig dekke behovet for kryssing av Storelva og tilhørighet med resten av vei- og banesystemet på en god måte.
- Forkorte reisetiden mellom Ringerike og Oslo betraktelig
- Utbedre trafiksikkerheten på strekningen

I tillegg skal oppgaven finne frem til prinsipper og teknikker som kan bidra til en mest mulig skånsom og effektiv anleggsgjennomføring som sikrer livet i denne svært verdifulle våtmarksonen og omgivelsene generelt.

## **1.4 Problemstilling**

Det skal vurderes trasevalg og gjøres optimalisering av to foreslåtte linjer. Det skal tas utgangspunkt i trasealternativer utarbeidet av Statens Vegvesen og Jernbaneverket, for delstrekning 4, mellom Bymoen og Styggedalen, på felles prosjektet E16 – Skaret – Hønefoss og Ringeriksbanen.

Jernbaneverket og Vegvesenet betegner disse linjene som 4f og 4g. (Statens vegvesen, 2012) Videre i denne rapporten vil de betegnes som Busundlinja og Helgelandsmolinja. Av disse to alternativene er Busundlinja ønsket av Hole kommune, mens Helgelandsmolinja er anbefalt av fagetatene.

Trasealternativene presenteres og beskrives nærmere i delkapittel 1.5.

Det skal utføres en konsekvensanalyse med tilhørende kostnadsoverslag, og det skal undersøkes om en kan finne teknikker og prinsipper som sikrer en mest mulig skånsom anleggsteknisk gjennomføring som tar vare på livet i vannet og minimaliserer de midlertidige og permanente konsekvensene av tiltaket.

## **Deloppgaver og forskningsspørsmål**

Det skal optimaliseres og omprosjekteres to løsninger for den aktuelle delstrekningen som underlag for beslutning om trasevalg. Både vei og jernbane skal tas med i optimaliseringen og omprosjekteringen. Dette skal utføres med utgangspunkt i Vegvesens og Jernbaneverkets to egne traseforslag (SVV og JBV, 2015), disse skal optimaliseres i forhold til minst mulig inngrep i omgivelsene, balansen mellom andel fylling og andel bru skal vurderes samt at fotavtrykket av vei og bane skal minimaliseres. Foreslåtte kryssløsninger fra Statens vegvesen ansees som fastpunkter i prosjekteringen og kryssene er ikke tema for optimaliseringen. I tegningene vil kryssene legges inn slik de er foreslått for å illustrere løsningen, men er ikke tema i denne rapporten. Prosjekteringen skal utføres med dataverktøyet Novapoint 19. For det alternativet som i denne rapporten blir anbefalt skal det produseres A, B, C, og F-tegninger. Der A tegninger representerer forside og tegningsliste, B er en oversiktstegning med stor målestokk (1:5000), C-tegningene er plan og profiltegninger av hovedlinjene for vei og jernbane i målestokk 1:2000. F-tegningene er normalprofil og overbygningsdetaljer.

Det er bestemt at veien skal ha fartsgrense 110 km/t (SVV og JBV, 2015). Dette skal innarbeides i traseforslagene ved optimaliseringen og det skal sees på konsekvenser av dette, hvis det i det hele tatt blir noen. Det er tidligere prosjektert for fartsgrense 100 km/t. Det er to planskilte kryss på delstrekningen. Disse er i oppgaven forutsatt som fastsatt og er ikke optimalisert eller vurdert. Kryssene er lagt inn som underlag fra Statens vegvesens tidligere utførte prosjektering på tegningene.

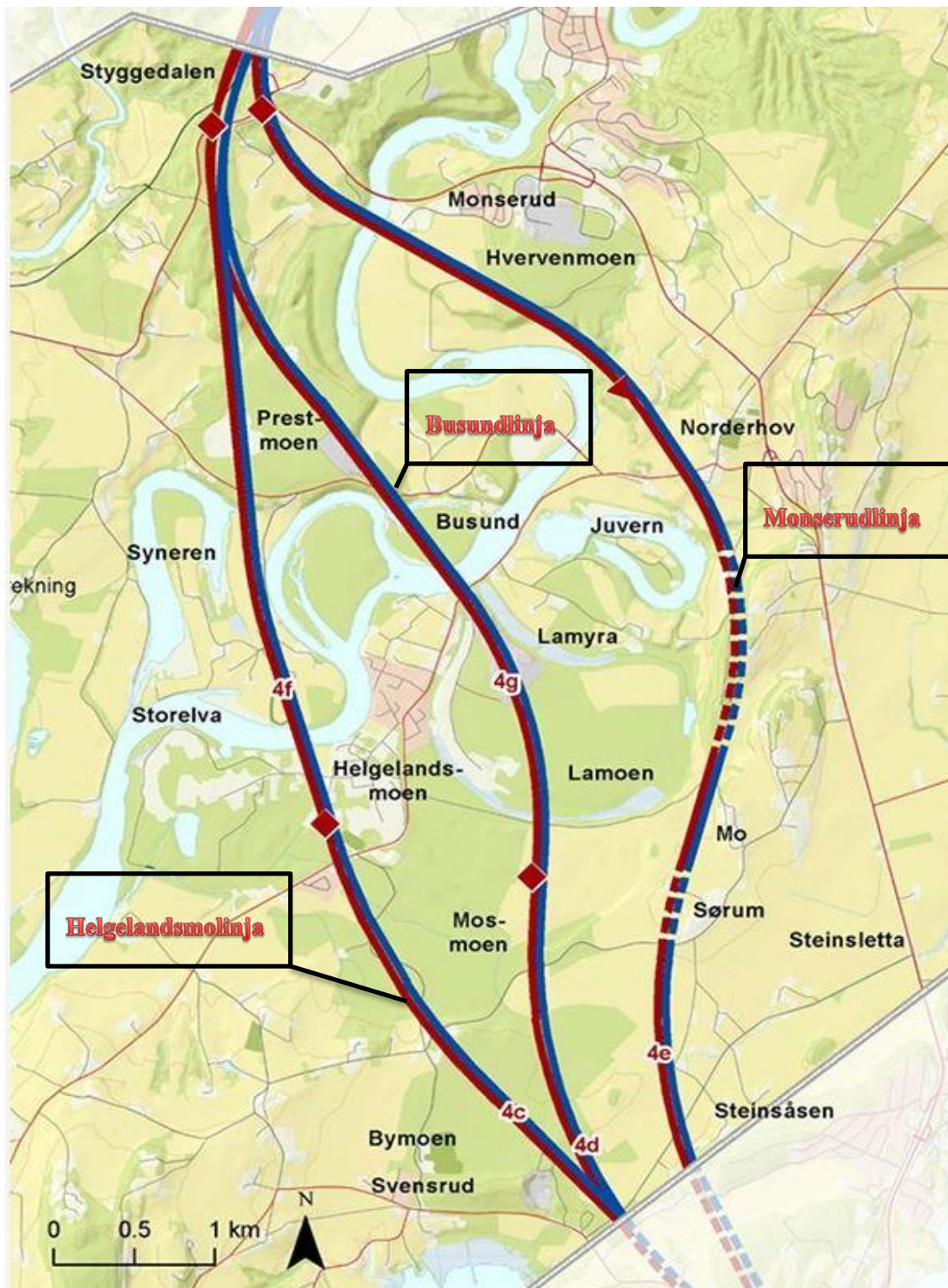
Anleggsteknikken ved bygging i våtmark skal kartlegges ved litteraturstudie og det skal gjøres undersøkelser i norske entreprenørers, rådgiveres og fagetaters erfaringer og teknikker. Målet er å finne effektive og skånsomme løsninger som samtidig minimaliserer de negative konsekvensene av kryssingene, midlertidig og permanent. Avveiningen mellom kostnader og hensyn til miljøet skal vurderes

## **1.5 Presentasjon av trasealternativer til analyse**

For delstrekning 4 for Ringeriksbanen og Ny E16 Skaret – Hønefoss har det etter silingsrapporten fra Statens vegvesen (Statens vegvesen, 2010 b) stått mellom 3 linjealternativ, disse kjennetegnes som sitt krysningssted av Storelva; Helgelandsmoen, Busund og Monserud. Monserudlinja har kommet vesentlig dårligere ut av tidligere kost/nytte beregninger og er ansett som uaktuell fra fagetatene. Lokalpolitikere på Ringerike har imidlertid sterkt ønsket denne linja med videre på grunn av satsningen på næringspark på Hvervenmoen syd for Hønefoss. På grunn av dette er Monserudlinja fortsatt med i det nylig utførte forprosjektet om delstrekning 4 som ble offentliggjort i januar 2016, men fagetatenes oppfatning om at denne linja er uaktuell er fortsatt gjeldende (SVV og JBV, 2016).

I denne rapporten sees det bort fra Monserudlinja og det fokuseres på de to resterende.

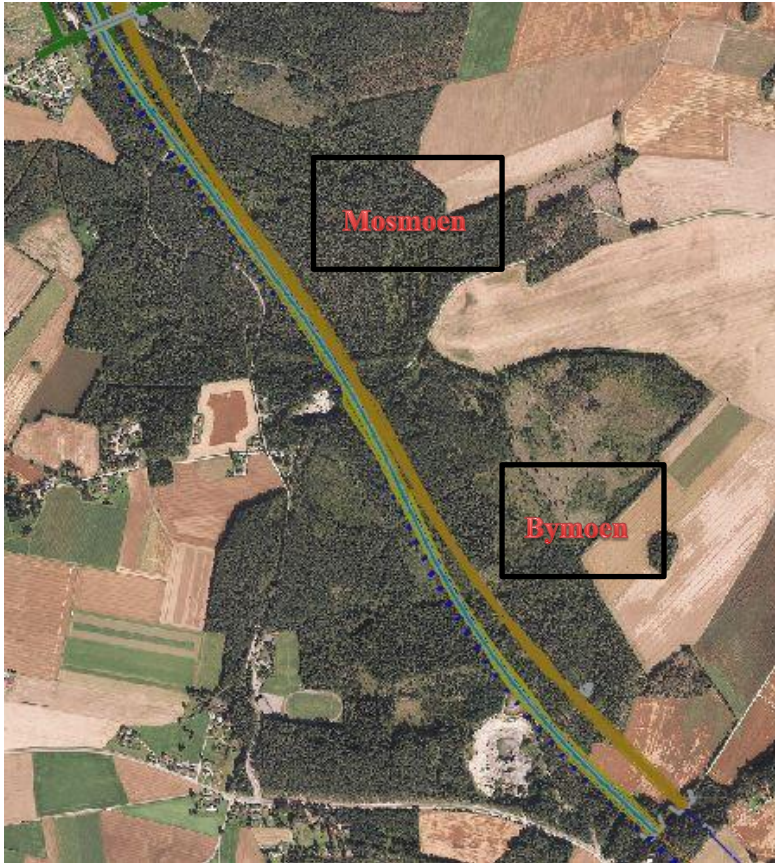
Presentasjonen av trasealternativene i dette kapitlet bygger på forprosjektrapporten utarbeidet av Jernbaneverket og Statens vegvesen om delstrekningen i 2016. (SVV og JBV, 2016)



Figur 2 Oversikt over E16 og Ringeriksbanens delstrekning 4, Helgelandsmolinja (Alternativ 1.) er her betegnet som 4f, Busundlinja 4g (Alternativ 2.) og Monserudlinja 4e, Monserudlinja skal holdes utenfor resten av denne rapporten (Statens vegvesen, 2016 b).

## Helgelandsmolinja

Delstrekningen starter ved Bymoen/Kjellerberget hvor både vei og jernbane kommer ut fra tunnelene gjennom Gjesvoldåsen. Bane og vei parallellføres videre nordover fra Bymoen mot Helgelandsmoen gjennom skogsområder (figur 3).



**Figur 3 Helgelandsmolinja gjennom skogen ved Bymoen og Mosmoen. Vei har gult skråningsutslag og jernbane har oransje (bildet er hentet prosjekteringsverktøyet Novapoint).**



Her ligger tiltaket lite eksponert med en relativt smal korridor over det flatelandskapet. Ved Helgelandsmoen planlegges det et to plankryss med lokalvei, bildet under viser dette.



**Figur 4 To-plans kryss planlagt ved Helgelandsmoen næringspark. Krysset er markert med grønt skråningsutslag og lokalveien går over motorveien og jernbanen. Vei har gult skråningsutslag og jernbane har oransje, ramper og sekundærvei er grønne (bildet er hentet fra prosjekteringsverktøyet Novapoint).**

Ved planlagt kryss ligger linjene lavt i terrenget før det stiger for kryssing av Storelva. Dimensjonen på anlegget er ikke harmonerende med omgivelsenes skala. De splitter bygningsmiljøet på

Helgelandsmoen fremstår som en massiv visuell barriere på tvers av næringsparken og elven.



**Figur 5 Modellutsnitt fra Forprosjekt rapporten (delstrekning 4, E16 og Ringeriksbanen) fra Jernbaneverket og Statens vegvesen. Fyllingen på Mælingen vil som prosjektert bli opp til 10 m høy (SVV og JBV, 2016).**

Etter kryssingen ligger linjene på en stadig høyere fylling over landtungen Mælingen. (figur 5) Dette blir et ugjenkjennelig område etter at vei og bane er ferdig bygget, en del hus må muligens eksproprieres, lokalveisystemet gjennomskjæres og en gammel travbane blir også ødelagt. For den resterende bebyggelsen må det i tillegg anlegges ny atkomstvei, noe som vil kreve ytterligere areal, og redusere andel dyrkbar jord på halvøya. Den siste delen av oppstigningen mot Prestmoen går på viadukt. Dette fordi linjene krysser en liten utstikkende del av den fredede kroksjøen Synneren. Figur



6 og 7 viser siste del av traseen over Mælingen opp mot Prestmoen.



**Figur 6** Modellbilde fra Jernbaneverkets og Statens vegvesens forprosjektrapport på delstrekning 4 fra fagetatene som viser hvordan viadukten tar linja den siste biten opp til Prestmoen over en liten arm på Synneren (SVV og JBV, 2016).



**Figur 7** Bildet viser den lille armen av Synneren som veilinja vil gå over (foto: forfatter).



Over Prestmoen mot Styggedalen som representerer slutt punktet på delstrekningen går linjene gjennom småkupert skogsterreng. Her blir både Helgelandsmolinja og Busundlinja etter hvert nesten sammenfallende og et fullt kryss markerer slutten på delstrekningen.



**Figur 8 Modellutsnitt fra Jernbaneverket og Statens vegvesens forprosjektrapport for delstrekning 4 av Nye E16 Skaret-Hønefoss og Ringeriksbanen. Illustrasjonen viser siste de av delstrekningen over Prestmoen til Styggedalen (SVV og JBV, 2016).**

Helgelandsmolinja er ikke ønsket av Hole kommune på grunn av at den skaper en barriere inne i Helgelandsmoen næringspark. Vesentlige arealer som ligger klare til utvikling inne i parken vil bortfalle. Næringsparken vil også bli meget synlig fra veien, noe som kan gjøre det mer attraktivt å etablere handelsvirksomheter der. Økt handelsvirksomhet kan igjen føre til et økt press på boligutviklingen her og muligens resultere i ny sentrumsutvikling på Helgelandsmoen. Dette er ikke i tråd med Hole kommunes planer om å videreutvikle sentrumsområdene på Vik og Sundvollen. Fagetatene mener det fortsatt er stort areal på østsiden av ny vei og banetrase inne på næringsparken til at det en videre utvikling av næring der ikke blir vesentlig forringet (SVV og JBV, 2016).

Videre i denne oppgaven vil linja bli betegnet som Alternativ 1 eller Helgelandsmolinja

### **Busundlinja**

Busundlinja (figur 2) starter i nesten samme punkt som sitt alternativ ved Bymoene/Kjelleberget, bare litt sideforskjøvet mot øst. Linjene skiller seg ved at Helgelandsmolinja går vestover inn i skogen mens Busundlinja svinger av mot nord og går mer i randsonen mellom åker og skog litt vest for

Steinsletta.

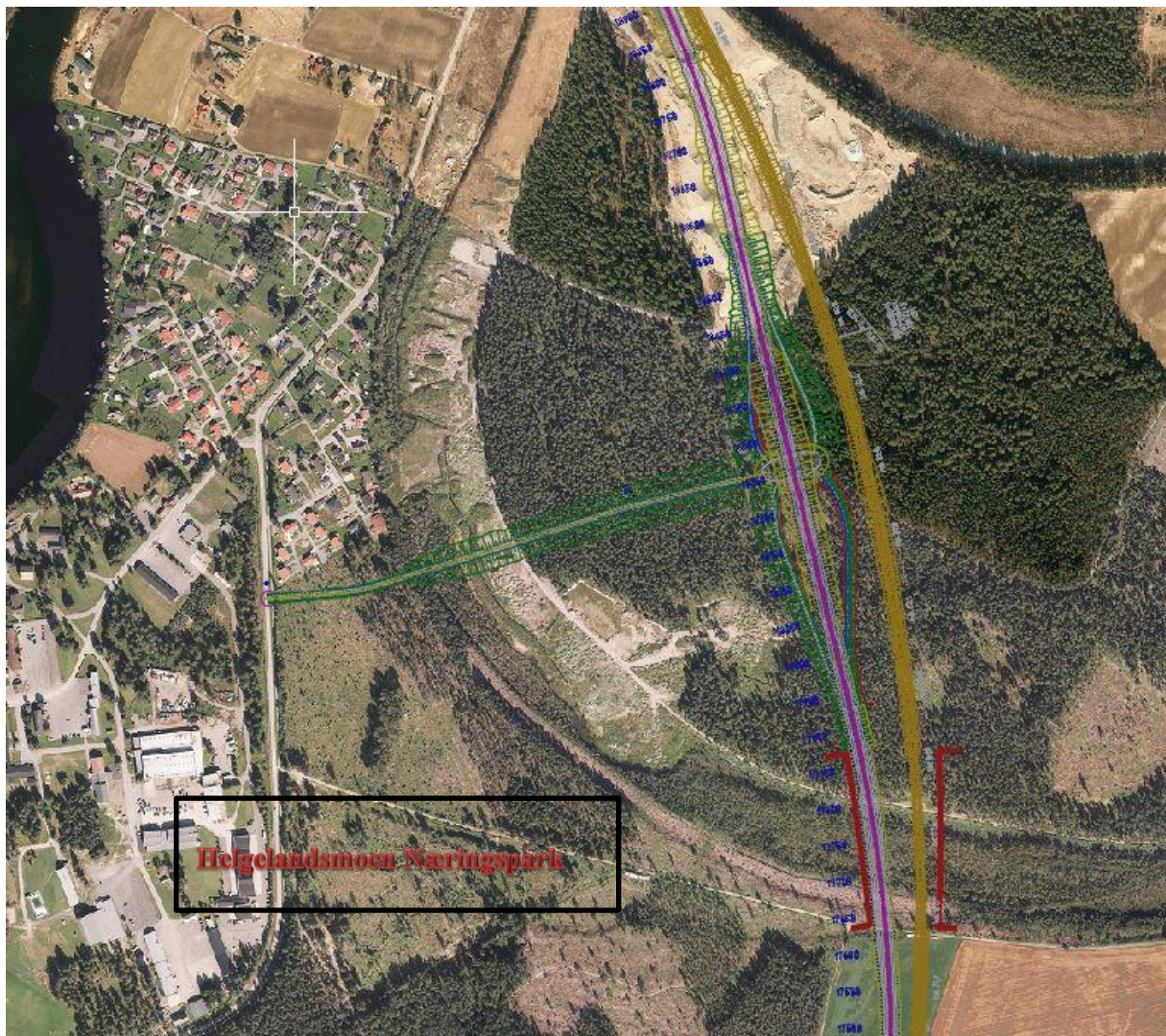


**Figur 9 Modellutsnitt fra foreslått linje fra Bymoen mot Busund, i fagetatenes forprosjektrapport. Bildet viser hvordan linja ligger i overgangssonen mellom skog og åker. Illustrerer også et foreslått kryssområde i utkanten av landbruksområdet. I øst kan en skimte Steinsletta (SVV og JBV, 2016).**

Linjene tegner et tydelig spor på tvers av skogbryn og åkerlapper. Noe som kan anses som lite estetisk. Det er imidlertid mulig med tilplanting og arrondering, noe som vil dempe synligheten av anlegget. Det er planlagt et fullt kryss i forbindelse med Helgelandsmoen næringspark i utkanten av



jordbrukslandet rett sør for den gjengrodde kroksjøen på Lamoen. Dette fremstilles på bildet under.



**Figur 10** Illustrasjon av planlagt kryss ved Helgelandsmoen næringspark for Busundlinja Vei har gult skråningsutslag og jernbane har oransje, ramper og sekundærvei er grønne (bilde fra prosjekteringsverktøyet Novapoint.).



Over Mosmyra ligger både bane og vei på viadukter. Linjene går så videre via Lamoen til kryssing av Storelva ved Busund.



**Figur 11** Illustrasjon fra fagetatenes forprosjekt av kryssingen av Storelva på Busundlinja. Broene er vesentlig lengre på Busund og de går over verdifulle våtmarks- og skogsområder som er utilgjengelig for anleggsvirksomhet sett i forhold til Helgelandsmolinja (SVV og JBV, 2016).

Broene fører linjene opp på platået ved Prestmoen hvor linja ligger i skog og overgangen mellom skog og åker. Her er terrenget litt mer småkupert tidligere og linja vil la seg integrere greit i landskapet.



**Figur 12** Modellbilde hentet fra fagetatenes forprosjekt av foreslåtte linjer fra Prestmoen mot Styggedalen (SVV og JBV, 2016).

Både Hole kommune og Ringerike kommune ønsker denne linja. Ringerike fordi et eventuelt kryss blir nærmere Hvervenmoen næringspark hvor de ønsker videre utvikling. Hole kommune fordi et kryss her ikke vil påvirke utviklingen inne på Helgelandsmoen næringspark (SVV og JBV, 2016).

Videre i oppgaven vil denne linja bli betegnet som Alternativ 2 eller Busundlinja

## 1.6 Oppgavens oppbygning

Oppgaven er skrevet slik at alle lesere med bakgrunn innen ingeniørfag skal kunne forstå hva de leser, men bakgrunn fra vei og jernbane fagene vil være en fordel for å forstå de ulike faguttrykkene som benyttes.

Oppgaven er delt opp i 6 kapitler:

**Kapittel 1.** Omhandler Introduksjon og bakgrunn for oppgaven samt problemstilling og målsetning. I tillegg presenteres de to traseforslagene som skal optimaliseres og analyseres i senere kapitler

**Kapittel 2.** Skal danne grunnlag for oppgavens videre arbeid og inneholder informasjon om dagens situasjon, pågående reguleringsarbeid, veien og jernbanens fremtidige funksjon og standard. Det belyses hva som finnes av kulturminner, naturressurser og naturmiljø. Landskapsbilde, grunnforhold ulykker, regionale utviklingsområder og flom omtales og kommunene som er berørt presenteres.

**Kapittel 3** inneholder utfyllende informasjon om Storelva, våtmarkenes betydning og internasjonal interesse. Hva norske lover sier om infrastrukturtiltak i nærheten av vannforekomster omtales og det gjøres greie for anleggstekniske prinsipper og teknikker som skal sikre våtmarkens fremtid på best mulig måte.

**Kapittel 4.** Beskriver hva slags metode som er benyttet og hvordan oppgaven er blitt utført når det gjelder tegningsverktøy, analyse og anbefaling.

**Kapittel 5** Tar for seg prinsipper for vei og baneprosjektering og presenterer arbeidet som er utført i forbindelse med optimalisering av traseforslagene som er tatt for seg.

**Kapittel 6** Inneholder en enkel konsekvensanalyse som tar for seg prissatte og ikke prissatte konsekvenser og et tilhørende kostnadsoverslag,

**Kapittel 7.** Er rapportens konklusjon og anbefaling av trasealternativ. Problemstillingen besvares og det foreslås videre arbeid.

**Vedleggene** Innbefatter komplette tegninger for det anbefalte trasealternativet og beregningsgrunnlaget for kostnadsberegninger, overbygningsdimensjonering vei og jernbane, dimensjoneringsgrunnlag for prosjekteringen og mye mer.

## **2 Grunnlag**

### **2.1 Dagens situasjon**

#### **2.1.1 Trafikkmengde og veistandard**

#### **2.1.2 Lokal pendlertrafikk/Osloregionen**

#### **2.1.3 Hyttetrafikk**

#### **2.1.4 Gang og sykkeltrafikk**

### **2.2 E16 Skaret-Hønefoss**

### **2.3 Ringeriksbanen**

### **2.4 Felles prosjekt**

### **2.5 Pågående reguleringsplanarbeid - Planstatus**

### **2.6 Veistrekingens fremtidige funksjon og veistandard**

### **2.7 Ringeriksbanens fremtidige funksjon og standard**

### **2.8 Felles normalprofil for vei og bane**

### **2.9 Tilgrensende planer**

### **2.10 Kulturmiljø**

### **2.11 Nærmiljø og friluftsliv**

### **2.12 Landskapsbilde**

### **2.13 Grunnforhold**

### **2.14 Naturmiljø**

### **2.15 Naturressurser**

### **2.16 Trafikkulykker**

### **2.17 Regional utvikling – Stor satsning på Helgelandsmoen**

### **2.18 Flom**

## 2.1 Dagens situasjon

### 2.1.1 Trafikkmengde og veistandard

E16 mellom Oslo og Bergen er en svært viktig ferdselsåre mellom øst- og vestlandet. De mest trafikkerte områdene på veien er i de sentrumsnære strøkene mellom Oslo og Hønefoss samt Voss og Bergen. Dagens E16 mellom Skaret og Hønefoss (figur 16) har en trafikkmengde på ca. 11 000 kjøretøyer i døgnet nord for Skaret og ca. 15 000 kjøretøyer per døgn sør for Hønefoss (tellingene i 2008). Veien har to kjørefelt, samt noen strekninger med tre felt. Særlig på enkelte delstrekninger har veien lav standard i forhold til trafikkmengden. Trafikkbelastningen tilsier at E16 bør bygges ut til firefeltsvei på hele strekningen Oslo – Hønefoss (Statens vegvesen, 2010 a).

Det er som en del av en lengre strekningsutbygging etablert midtdeler på deler av traseen deriblant fra Vik til Steinsåsen. Her var det før krabbefelt og dette har gjort at helgetrafikken står enda mer en den gjorde før. Videre er det planlagt å etablere midtdeler fra Steinsåsen helt til Botilrud, det vil si over hele Steinssletta (Statens vegvesen, 2014 a).

Det forekommer en del standardsprang og endringer i fartsgrense langs strekningen. Disse forholdene gir trafikantene en generelt dårligere forståelse av veistrekningen, dårligere forståelse når det gjelder trafikkbildet og forsvarlig hastighet. Dette gir dermed redusert trafiksikkerhet og dårligere fremkommelighet enn hva som er akseptabelt på lengre sikt. De følgende bildene (figur 13-15) viser eksempler på forskjellig standard langs dagens veistrekning mellom Skaret og Hønefoss.



**Figur 13** Bildet viser to felts vei uten midtdeler sør for Hønefoss (foto: forfatter).





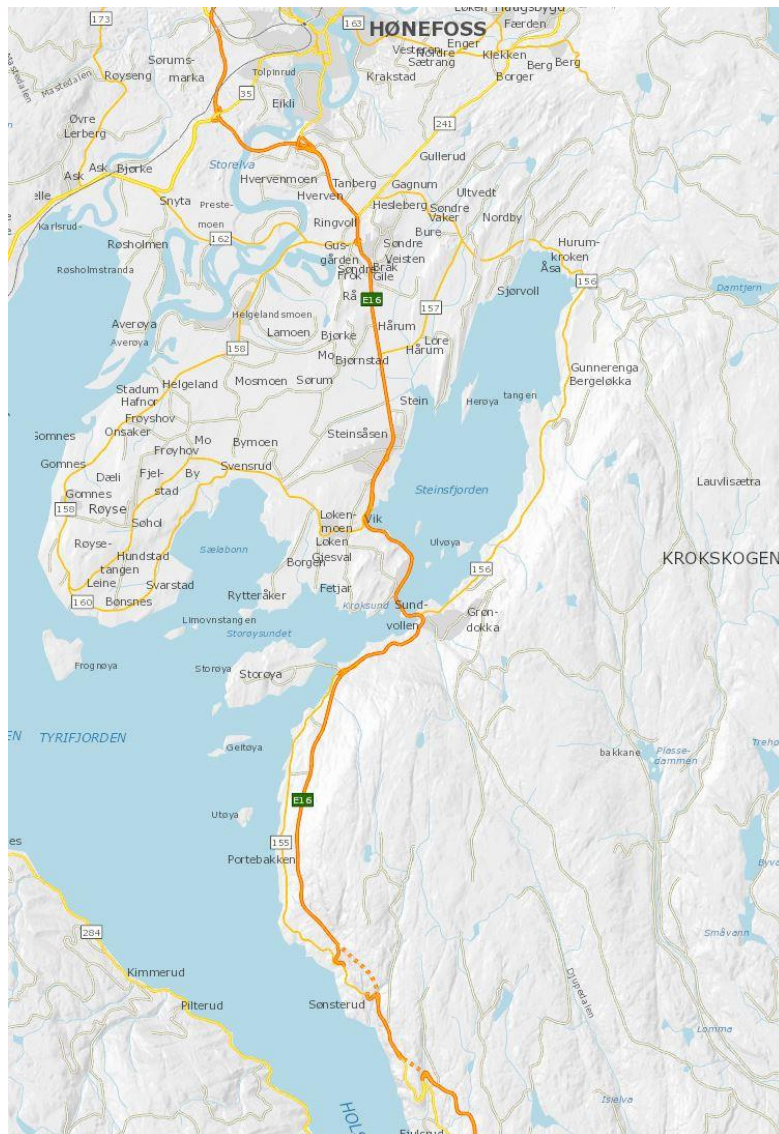
**Figur 14** Rett ved rasteplassen på Høgstet, rett sør for nedstigningen mot Tyrifjorden ved Elstangen er det to felt og midtdeler av stålprofiler (foto: forfatter).



**Figur 15** Rett før Elstangen er det tre felt med betongmidtdeler (foto: forfatter).

Strekningen mellom Skaret og Hønefoss har svært variabel standard (Statens vegvesen, 2010 a).

Et annet problem punkt er krysset mellom E16 og Fv. 241, ved Eplehagene, (Ringvoll), der står køen lang i rushtidene. Dette krysset skal imidlertid utbedres som et eget prosjekt i 2016 (Statens vegvesen, 2015 c).



Figur 16 Eksisterende E16 fra Skaret til Hønefoss (Statens vegvesen, 2016 a).

### 2.1.2 Lokal pendlertrafikk/Osloregion

2 tredjedeler av alle arbeidstakere i Hole er pendlere. Hovedsakelig foregår pendlingen til Oslo, Bærum og Asker, men også mange pendler til Ringerike. Det er også mange Oslopendlere som bor i områdene i og rundt Hønefoss sentrum (Mannsverk, 2014).

Skal man til Osloregionen er det i dag buss og bil som er vanligst for pendlere som bor på veien mellom Hønefoss og Oslo. Jernbanen fra Hønefoss til Oslo går via Drammen om Vikersund og Hokksund og er ikke et godt alternativ pga. lang reisetid og dårlig parkeringsmulighet i Hønefoss

sentrum. (Hønefoss-Oslo tar ca. 1,5 time) Oslobussen tar ca. 1time og 15 minutter fra Hønefoss til Oslo, (avhenger av trafikken) Bil bruker uten trafikk ca. 50 minutter. Trafikken har flaskehals på Sollihøgda og Sandvika og man må stå tidlig opp for å få en smertefri reise til hovedstaden. En bør være på E18 i Sandvika før 06.30 for å unngå stillestående kø og stor forsinkelse. Dette gjelder når en kjører en bil med fossilt drivstoff. For el-bil og buss er situasjonen noe annerledes, da de kan benytte seg av kollektivfelt deler av strekningen mellom Sandvika og Oslo (Avsnittet bygger på forfatters egne observasjoner).

### **2.1.3 Hyttetraffic**

E16 gjennom Hole og Ringerike er hoved utfartsåre for helgetrafikken fra Oslo og Akershus til store deler av fjellområdene på Østlandet. Hallingdal, Hemsedal, Beitostølen osv.(figur 17). er meget populære reisemål for hyttefolk, skiturister og jegere gjennom året. Spesielt på vinteren blir helgetrafikken svært forsinket og trafikken kan «stå» fra Sandvika til forbi Hønefoss i de verste tilfellene. Når det i tillegg blir påsketraffic er det ikke uvanlig å bruke 2-3 timer på strekningen Hønefoss-Oslo, en strekning som uten trafikk tar 50 minutter. Dette fører til en lite akseptabel situasjon for de reisende og en ny vei er høyst etterlengtet blant pendlerne og fjellturistene (Avsnittet bygger på forfatters egen erfaring).





Figur 17 Populære fjelldestinasjoner (markert i gult)(Statens vegvesen, 2016 a)

#### 2.1.4 Jernbane om Drammen

Togreisen mellom Oslo og Hønefoss (figur 19) går via Drammensbanen, (Oslo-Drammen), Sørlandsbanen (Drammen-Hokksund) og Randsfjordbanen (Hokksund-Hønefoss). Reisen tar ca. 1,5 time. Fra Oslo til Drammen er det dobbeltspor hele strekningen med unntak av strekningen mellom Asker og Lysaker hvor det er 4 spor, denne delen kalles Askerbanen. Drammensbanen og Askerbanen er av landes tettest trafikkerte jernbanestrekninger. Det er nylig åpnet ny og utbedret Høvik stasjon med et vendeanlegg som er svært viktig for all togtrafikk i og gjennom Oslo sentrum. På Askerbanen tillater banestandarden en hastighet på 160 km/t mens på resterende Drammensbane er maksimal hastighet mellom 80 km/t og 130 km/t (Jernbaneverket, 2016 a).

Strekningen mellom Drammen og Hokksund består av enkeltsporet bane. Mellom Hokksund og Hønefoss går «Randsfjordbanen» som enkeltsporet bane med god traseføring som tillater høy fart. Det



## 2.2 E16 Skaret-Hønefoss

Statens vegvesen Region sør skal utarbeide en plan for E16 mellom Skaret i Hole kommune og Hønefoss i Ringerike kommune. Mer nøyaktig avgrenses strekningen som skal planlegges av Skaret tunnel på Skaret og enten av et fremtidig kryss på Hvervenmoen eller i Styggedalen utenfor Hønefoss. Målt langs dagens vei er strekningen ca. 23-25 km (avhengig av sluttunkt utenfor Hønefoss) (Statens vegvesen, 2010 a).

Målene for prosjektet E16 Skaret – Hønefoss er følgende:

- «• Øke trafiksikkerheten for alle trafikantgrupper
- Forbedre framkommeligheten for alle brukere av veien
- Redusere avstandskostnadene ved å redusere kjøretiden
- Bedre trafikkløsningene for ekspressbussene
- Gjøre busstransport mer attraktivt på strekningen
- Redusere miljølempene for randbebyggelse langs dagens E16.» (Statens vegvesen, 2013)

Jernbaneverket leverte i 2013 innsigelse mot planene for ny E16 og ville ikke godta noen trasealternativer som ikke gikk i samme trase som jernbanen. Dette resulterte i et vedtak om at all videre planlegging skulle foregå i samarbeid.

## 2.3 Ringeriksbanen

Ringeriksbanen ble første gang drøftet i 1858. Tanken kom fra Hønefoss fordi de likte dårlig å måtte ta turen om Drammen for å komme til hovedstaden med tog. Det ble ikke noe av på grunn av pengemangel. Neste gang Ringeriksbanen ble drøftet var i 1885 da Bergensbanen ble planlagt. Linja ble i 1898 besluttet til å gå om Roa da dette var 5 millioner kroner billigere enn direktelinje til Hønefoss. I etterkant av dette har det vært flere forsøk på å få realisert Ringeriksbanen men det skulle la vente på seg helt frem til 1992 da den ble vedtatt stortinget, men det ble den gang ikke satt av penger til å bygge prosjektet. Det ble laget konsekvensutredninger i 1993 og 1999. I 2002 ble det endelig fattet vedtak om korridor. I etterkant av dette ble det også utført en konseptvalgutredning med høringsfrist desember 2008 (Forum Nye Bergensbanen, 2008).

Ringeriksbanen har som sagt vært aktuell i flere generasjoner og det er mange som har flyttet til Ringeriksregionen nettopp i påvente av denne. Nå ser det ut som om Ringeriksbanen er nærmere å bli realisert enn noensinne. Det innledende planarbeidet er ferdig, arbeidet med reguleringsplaner og

detaljplanlegging skal til å starte opp. Det skal utvikles et planprogram for både vei og bane, og reguleringsplan for hele banen samt deler av E16 som skal bygges ut samtidig på strekningen Kroksund-Hønefoss.

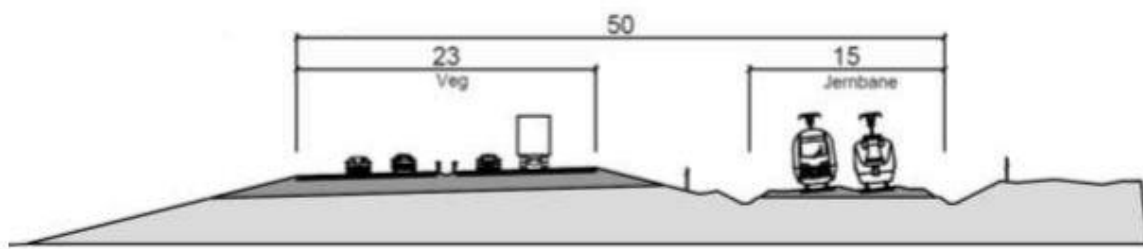
Ringeriksbanen blir over 40 km lang, mer enn halve distansen i tunnel. Det skal bygges dobbeltspor på hele strekningen, med ny stasjon ved Sundvollen. Total prosjektkostnad er estimert til ca. 20 milliarder kroner for jernbanen (Jernbaneverket, 2015 a).

Ringeriksbanen vil inngå i det framtidige Intercity-togtilbudet. Det blir raske og hyppige avganger mellom Hønefoss, Sundvollen, Sandvika og Oslo, som vil bidra til et utvidet bo- og arbeidsmarked i hovedstadsregionen. Samtidig reduseres reisetiden med ca. 1 time for tog til Hallingdal og Bergen (Jernbaneverket, 2015 a). Banen skal gå fra Sandvika stasjon som anbefales utbygd til 6 spor. Den er i dag 4 sporet og vil kunne betjene Ringeriksbanen i tillegg til de eksisterende banene, men dette vil føre til kapasitetsbegrensninger, ulemper for togtilbudet og lavere punktlighet enn ønskelig. Derfor denne anbefalingen om utbygging av Sandvika stasjon, men det er ikke en del av prosjektet. Den anbefalte linja fra Sandvika er uavhengig av E16 sin veitrase frem til Kroksund, hvor linjene møter hverandre og går felles derfra. Banen grener av vest for Sandvika i Tanumstunnelen og går i tunnel fram til Rustad med en linje og en stigning som gjør at det kan anlegges en stasjon i tilknytning til et mulig utbyggingsområde i Bærum. Videre går banen i tunnel fram til Sundvollen. E16 følger i hovedsak dagens vei fra Skaret til Kroksund. Anbefalingen går også ut på at en stasjon på Sundvollen legges til grunn i det videre planarbeidet (Jernbaneverket, 2015 b-a).

## **2.4 Felles prosjekt**

Regjeringen har bestemt at Ringeriksbanen og nye E 16 fra Skaret til Hønefoss skal planlegges som et felles prosjekt. Senere skal det tas endelig stilling til hvordan selve utbyggingen skal organiseres. I august 2015 ble det holdt en felles presskonferanse, på Sundvollen, mellom regjeringspartiene med Statsminister Erna Solberg i spissen der de kunngjorde klarsignalet for planlegging av ny bane og vei på strekningen. De kunngjorde samtidig at prosjektet skulle utføres felles med statlig reguleringsplan. Dermed hopper man over kommunedelplan og konsekvensutredning. Det menes at begge prosjektene er så grundig analysert at det kan gås rett på reguleringsplan. Dette vil resultere i en meget rask planprosess og det gir mulighet for byggestart allerede i 2019. Da skal både vei og bane kunne stå ferdig i 2024. Dette vil bli et av Norges største landbaserte prosjekter (Jernbaneverket, 2015 e ). Det blir felles trase med bane og vei fra Kroksund. Profilet blir massivt, som figuren under viser, totalt blir det et 90 meter bredt normalprofil inkludert 20 meter buffersoner på begge sider.



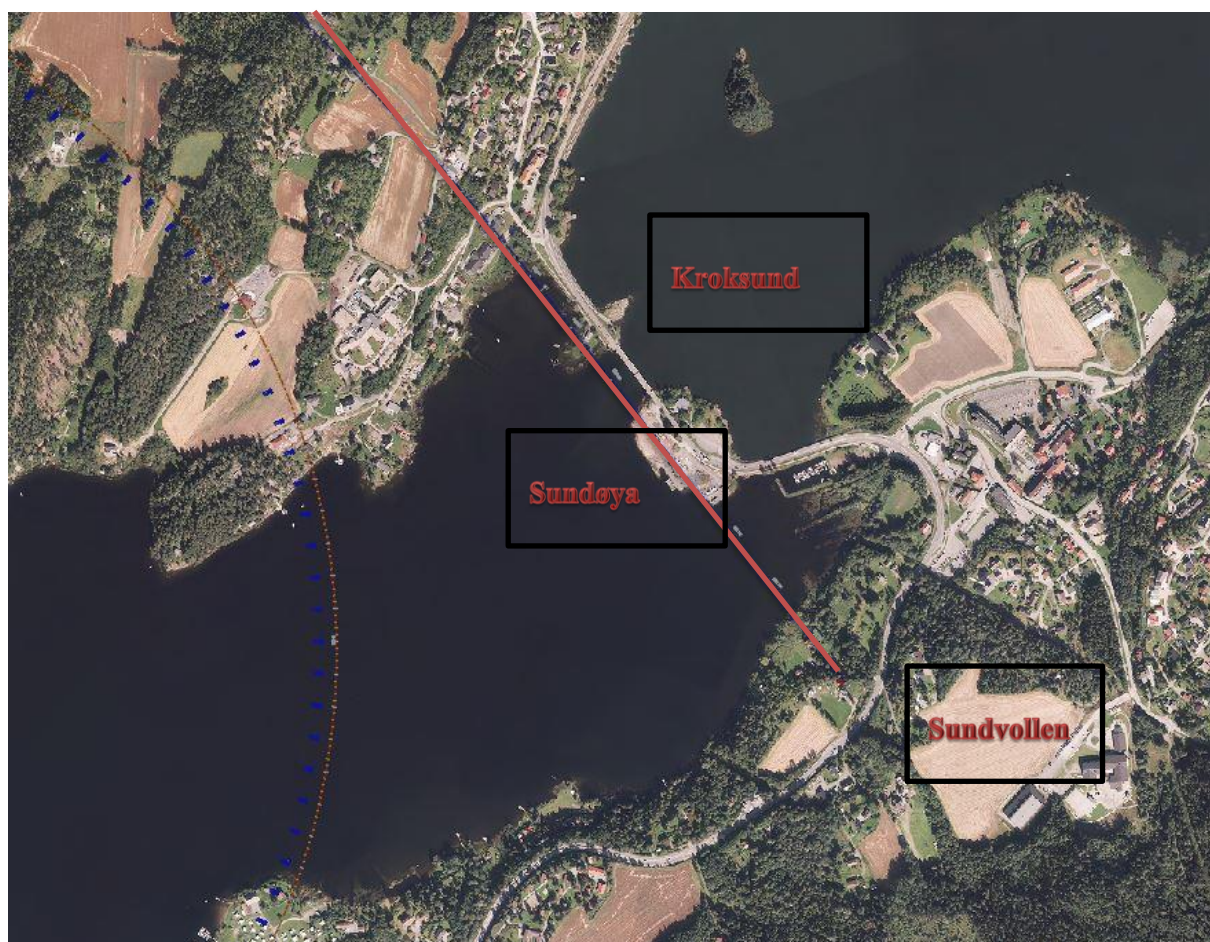


Figur 19 Normalprofil vei og jernbane (Jernbaneverket, 2015 d).

Resten av delkapittelet bygger på (Jernbaneverket, 2015 b-b).

### Kryssing av Kroksund

Jernbanen anbefales å krysse Kroksund med stasjon på Sundvollen ved dagens båthavn og på bru over ved Sundøya rett sør for dagens E 16 (figur 21). Den nye veien anbefales å krysse over fjorden lengre sørvest i Kroksund på en bru i slak kurve.



Figur 20 Oversiktsbilde fra Sundvollen. Jernbanelinja er rød mens veien er gul (bildet hentet fra prosjekteringsverktøyet Novapoint).



## Gjesvalåsen – Bymoen

På denne delstrekningen (figur 22) anbefales det at både bane og vei legges i tunnel. Årsaken er at de samlede miljøkonsekvensene for anlegget er så store og at dette alternativet reduserer de totale miljøkonsekvensene. Det er også et ønske fra Hole kommune om at både vei og bane legges i tunnel forbi Vik, noe som med dette alternativet legges til grunn.



**Figur 21** Oversikt over foreslått vei- og jernbanelinje gjennom Fekjær/Gjesvoldåsen og under Vik sentrum. Veien er gul og banen er blå (bilde hentet fra prosjekteringsverktøyet Novapoint).

## Bymoen – Styggdalen

Det er denne delstrekningen rapporten i hovedsak skal omhandle. Trasealternativene er allerede introdusert i kapittel 1.5 og de omtales videre og optimaliseres i kapittel 5 og analyseres i kapittel 6.

## Hønefoss

Den nye E16 skal føres fram til dagens kryss mellom E16 og riksvei7 på Ve. Hva som blir Ringeriksbanens endepunkt er enda ikke helt bestemt og avhenger som sagt av hvilke bymessige grep som blir vedtatt i Hønefoss.

I neste planfase vil det bli arbeidet videre med å optimalisere de anbefalte løsningene og finne fram til best mulige avbøtende tiltak for å dempe de ulempene anlegget påfører omgivelsene.

Kostnadene for både dobbeltsporet bane fra Sandvika til Hønefoss og firefelts vei fra Skaret til Hønefoss er anslått til samlet om lag 26 milliarder kroner.

## **2.5 Pågående reguleringsplanarbeid – Planstatus**

Som tidligere nevnt vil E16 og Ringeriksbanen utføres med statlig reguleringsplan som et felles prosjekt i samarbeid mellom Statens vegvesen og Jernbaneverket. Jernbaneverket skal være hovedansvarlig for den delen som må bygges i felles trase, det vil si fra Kroksund til Hønefoss. I skrivende stund skal den innledende forstudien avsluttes og reguleringsplan og detaljplanleggingen skal starte opp. Prosjektet skal deles opp i 2 deler, hvor hele Ringeriksbanen og fellesprosjektet mellom Kroksund og Hønefoss blir del 1. Denne skal styres av Jernbaneverket med Statens vegvesen som aktiv partner. Prekvalifiseringen for rådgiveroppdraget for denne delen ble startet opp medio januar 2016, parallelt med Jernbaneverkets oppbygging av prosjektorganisasjon, dette på grunn av fokus på å holde den stramme tidsplanen som er satt, (ambisjon om byggestart i 2019 og ferdigstillelse i 2024). Den andre delen av prosjektet blir trolig ett veiprojekt som skal dekke øvrige deler av E16. Statens vegvesen blir her ansvarlig og rådgiveroppdraget for regulerings-, og detaljplanarbeid blir lyst ut innen kort tid (Jernbaneverket, 2015 c).

## **2.6 Veistrekningens fremtidige funksjon og veistandard**

### **Forbindelse øst-vest**

E16 er en del av en svært viktig forbindelse mellom Øst-, og Vestlandet. I inneværende nasjonale transportplan er det definert 8 nasjonale transportkorridorer. Disse korridorene er:

«1. Oslo – Svinesund/Kornsjø

2. Oslo – Ørje/Magnor

3. Oslo – Grenland – Kristiansand – Stavanger

4. Stavanger – Bergen – Ålesund – Trondheim

**5. Oslo – Bergen/Haugesund med arm via Sogn og Florø (E16 er en del av denne)**

6. Oslo – Trondheim med armer til Måløy, Ålesund, og Kristiansund

7. Trondheim – Bodø med armer til Svenskegrensen

## 8. Bodø – Narvik – Tromsø – Kirkenes med arm til grensene mot Sverige, Finland og Russland»

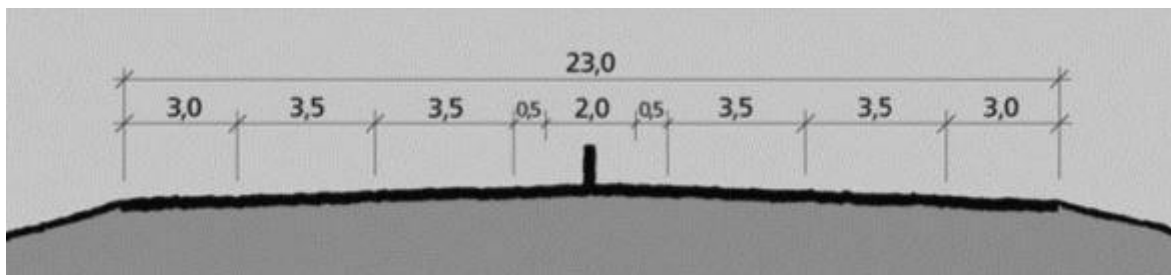
(Samferdselsdepartementet, 2013)



**Figur 22 Oversikt over nasjonale og utenlandske transportkorridorer (Samferdselsdepartementet, 2013).**

### **Dimensjoneringsklasse for ny vei**

Den nye parsellen for E16, Skaret-Hønefoss skal prosjekteres for 110 km/t (Myhren, 2015). Dette er ikke beskrevet i noen veiklasse i HB N100 men i et NA-rundskriv publisert i 2015 (vedlegg nr. 4). Med en anslått ÅDT i beregnings år på 21 900 kjt/døgn (SVV, 2012) vil dette føre til 23 meter veibredde. I tillegg kommer det en buffersone på 20 meter på hver side av veien mot eksisterende terreng eller bebyggelse. Dette resulterer i at korridorbredden med kun vei blir minimum  $20m + 23m + 20m = 63m$ . Vegens overbygning er dimensjonert etter Statens vegvesen HB N200 og utregningene er vist i vedlegg 6.

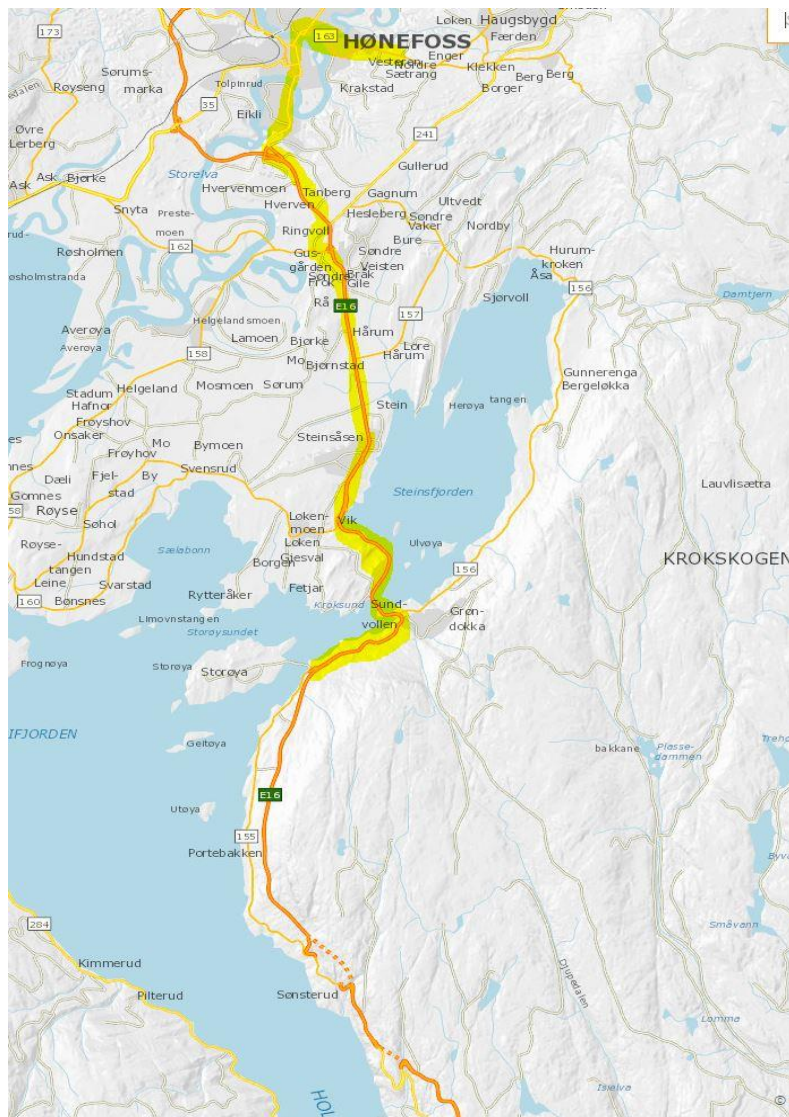


**Figur 23 Tverrprofil 23m veibredde (mål I meter) ved ÅDT > 20 000 (Statens vegvesen, 2015 a).**

### **Gang og sykkeltrafikk**

I nåværende plannivå ligger det ikke inne noen form for ny tilrettelegging for gang og sykkeltrafikk langs de mindre utbygde delene av traseen eksisterende vei. Det er heller ikke lagt opp til noen utvidelse av tilbudet på den nye planlagte veien, da dette er en 4 felts motorvei. Så situasjonen for gående og syklende ser per i dag ut til å bli stort sett den samme (figur 24). Avstanden mellom de svært få målpunktene langs de ubebygde strøkene (Skaret-Elstangen) på parsellen er lange, og det finnes ikke persongrunnlag eller boliger til å utløse behov for noen utvidelse av gang- og sykkelveitilbudet. Langs de utbygde stedene langs traseen, fra Elstangen til Hønefoss, er det separate gang og sykkelveier. Dette tilbudet vil fortsatt opprettholdes for de myke trafikantene, men også forbedres noe da trafikken langs veiene vil reduseres på grunn av overgang til ny motorvei (Statens vegvesen, 2012).





Figur 24 Gang- sykkelvei tilbud langs eksisterende E16 mellom Skaret og Hønefoss (markert i gult) (Statens vegvesen, 2016 a).

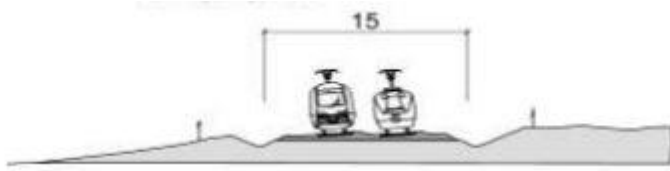
## 2.7 Ringeriksbanens fremtidige funksjon og standard

### Forbindelse med Bergensbanen

Som tidligere nevnt vil Ringeriksbanen representere en etterlenget forkortelse på ca. 60 km for Bergensbanen og ca. en times tidsbesparelse. Toget vil bruke under 30 min fra Hønefoss til Oslo S og vil åpne for pendlermuligheter til Oslo for store deler av Ringeriksregionen og omegn

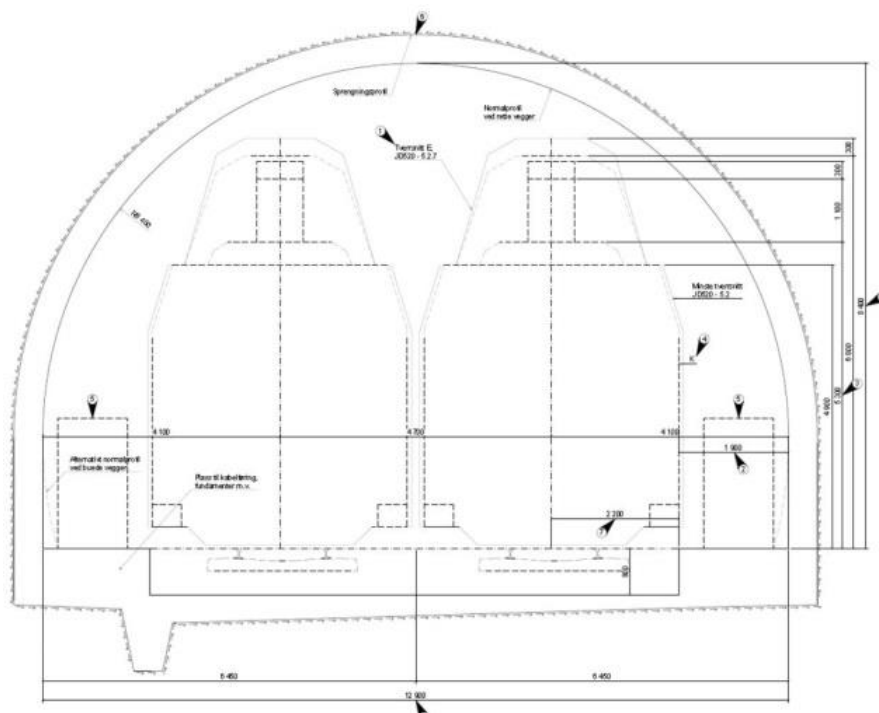
## Standard, hastighet og normalprofil

Ringeriksbanen skal bygges med dobbeltspor, dimensjoneres for hastighet på 250 km/t der dette er mulig og vil ha en normalprofil som anvist i figuren under, (fig.25), pluss buffersoner på 20 meter på hver side av banen. Dette resulterer i  $20m+15m+20m=55m$  minimumsbredde på jernbanekorridoren (Jernbaneverket, 2015 d).



Figur 25 Normalprofil jernbane (Jernbaneverket, 2015 d).

Banen vil gå i tunnel omtrent hele veien fra Sandvika til Kroksund og det overnevnte normalprofilet for tunnel vises i figur 26



Figur 26 Normalprofil dobbeltsporet jernbane i tunnel (Jernbaneverket, 2016 c).

## Prosjekteringsgrunnlag

Kurvaturen som kreves av jernbanen for å fremføre togene i hastigheter opp mot 250 km/t er svært stiv, med store horisontal og vertikal kurver. Man har få frihetsgrader i prosjekteringen og det gjør det utfordrende å finne den optimale linjen. Stigning er også problematisk, spesielt for godstogene, og ved

blandet trafikk resulterer det i strenge krav i forhold til kravene til linjeføringen for vei. Siden vei og bane skal gå mye i felles trase er det jernbanen som hovedsakelig blir styrende. Kravene under er hentet fra jernbanelinjes tekniske regelverk for dobbeltsporet jernbane med dimensjonerende hastighet 250 km/t som det er bestemt at skal være dimensjonerende. Imidlertid vil det være enkelte steder på traseen det muligens vil være uhensiktsmessig å tilrettelegge for mer enn 200 km/t og det er derfor også listet opp krav for denne hastigheten (Jernbanelinjet, 2015 d). Tabeller som benyttes er hentet fra Jernbanelinjes tekniske regelverk og er vedlagt oppgaven i vedlegg 5.

Ved bestemmende stigning/fall beregnes fall i promille ved å forbinde to punkter i strekningens lengdeprofil med innbyrdes avstand lik 1000 m med en rett linje. For en lengre strekning er bestemmende fall/stigning den største verdien som fremkommer på en vilkårlig kilometer langs strekningen med denne beregningen. Bestemmende stigning/fall er av betydning for fremføring av tog og er derfor ikke relevant for sidespor. Absolutt stigning er den maksimale stigningen som kan forekomme på et hvilket som helst sted i linja. Kravene under gjelder for 250 km/t. Det er ikke alle steder på jernbanelinja det er hensiktsmessig å legge opp til 250 km/t og der vil en kunne benytte seg av noe snillere krav i optimaliseringen (Jernbanelinjet, 2016 d). I denne rapporten er det lagt opp til minimumshastighet for jernbanen på 200 km/t.

- Maks absolutte stigning 20 ‰ (minimumskrav: maks 30 ‰ over en lengde på maks 300m).
- Bestemmende stigning er maks 12,5 ‰ (minimumskrav maks 20 ‰ i maks 3 km).

Når det gjelder vertikalkurvaturen så er normalkrav og minimumskurvatur regnet ut etter formler jernbanelinjes tekniske regelverk under:

#### Normalkrav

- $R_v \text{ min } 250 \text{ km/t} = V^2/2,6 = 250^2/2,6 = 24000\text{m}$
- $R_v \text{ min } 200 \text{ km/t} = V^2/2,6 = 200^2/2,6 = 15400\text{m}$

#### Minimumskrav

- $R_v \text{ min } 250 \text{ km/t} = V^2/3,9 = 250^2/3,9 = 16000\text{m}$
- $R_v \text{ min } 200 \text{ km/t} = V^2/3,9 = 200^2/3,9 = 10000\text{m}$

Horisontalkurveradier for 200 km/t og 250 km/t er henholdsvis:

#### Minimumskrav:

- 1800m og 2900m

#### Normalkrav:

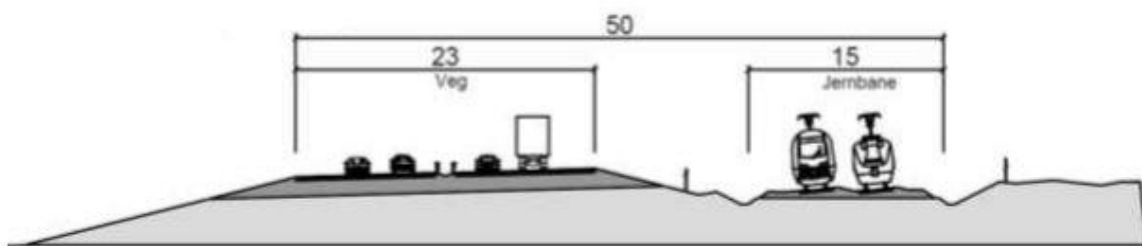
- 2000 m og 3400m

Jernbanelinjes underbygning er dimensjonert etter teknisk regelverk og utregningene vises i vedlegg 7.

Tverrsnittstype er A 96 (det vil si profil for blandet trafikk, person- og godstog) (Jernbaneverket, 2016 c, 2016 d).

## 2.8 Felles normalprofil for vei og bane

Det kombinerte profilet med både bane og vei blir en massiv konstruksjon som skal føres gjennom landskapet. Med 20 meter buffersoner på hver side av profilet blir samlet minimumsbredde  $20\text{m} + 50\text{m} + 20\text{m} = 90\text{m}$ . I tunnel vil det være separate løp for vei og jernbane, det vil også lages separate broer for vei og jernbanen der det er felles korridor (figur 27).



Figur 27 Normalprofil vei og jernbane (Jernbaneverket, 2015 d).

## 2.9 Tilgrensende planer

E16 Skaret-Hønefoss er en del av utbyggingen av E16 strekningen fra Sandvika til Hønefoss og det vil bli firefelts motorvei hele veien. Allerede ferdig bygget er parsellen Wøyen – Bjørnum (5 km). Sandvika-Wøyen (ca. 3,5km) bygges i disse dager og skal være ferdig i 2020. Parsellen består av to delstrekninger Bjørnegårdtunnelen og Rud – Vøyenenga. Parsellen Bjørnum - Skaret (8,5km) er også godt i gang med sin planlegging og snart bygging (figur 28). Kommunedelplan for ny trasé på strekningen ble vedtatt av Miljøverndepartementet 19.6 2009. I Nasjonal transportplan er det forutsatt at prosjektet skal delfinansieres med bompenger. I 2011 ble det etablert et bompengeselskap som lånefinansierer den videre planleggingen. Reguleringsplanen ble vedtatt i kommunestyret i Bærum 18. juni 2013. Prosjektet ligger inne i første periode (2014 -2017) av Nasjonal transportplan (NTP) med oppstart tidligst i 2017 (Statens vegvesen, 2015 b).





**Figur 28 Kart over prosjektet E16 Sandvika – Skaret (Statens vegvesen, 2015 b).**

I nord er det ingen videre planer for E16 for øyeblikket. Når det gjelder andre tilstøtende veier så er det startet opp en konseptvalgutredning for Riksvei 35 fra Hokksund til Jevnaker (Statens vegvesen, 2010 c). Denne vil nødvendigvis gå igjennom Hønefoss og en tilknytning til nye E16 blir aktuell. Men siden dette prosjektet er lengre frem i tid og det gjelder en mindre viktig veistrekning enn E16 vil det ikke være noen føringer som vil gjelde for videre planlegging av E 16 Skaret-Hønefoss.

For Ringeriksbanen så vil den i nordvest koble på eksisterende Bergensbanen i Hønefoss og det er ikke noen pågående planer på i nærheten av påkoblingspunktet. Det skal bygges dobbeltspor mellom Bergen og Arna, en strekning der kapasiteten er mer enn fullt utnyttet. Men dette får ingen innvirkning for Ringeriksbanen. I sørøst skal Ringeriksbanen gå ut fra Sandvika stasjon. Som tidligere nevnt er denne anbefalt for utbygging fra 4 til 6 spor, men det er ingen konkrete planer for dette enda. Det vil dermed ikke innvirke på videre planlegging av Ringeriksbanen, annet enn at en bør gjøre løsningene for Ringeriksbanen slik at det ligger klart til en utbygging av Sandvika stasjon.

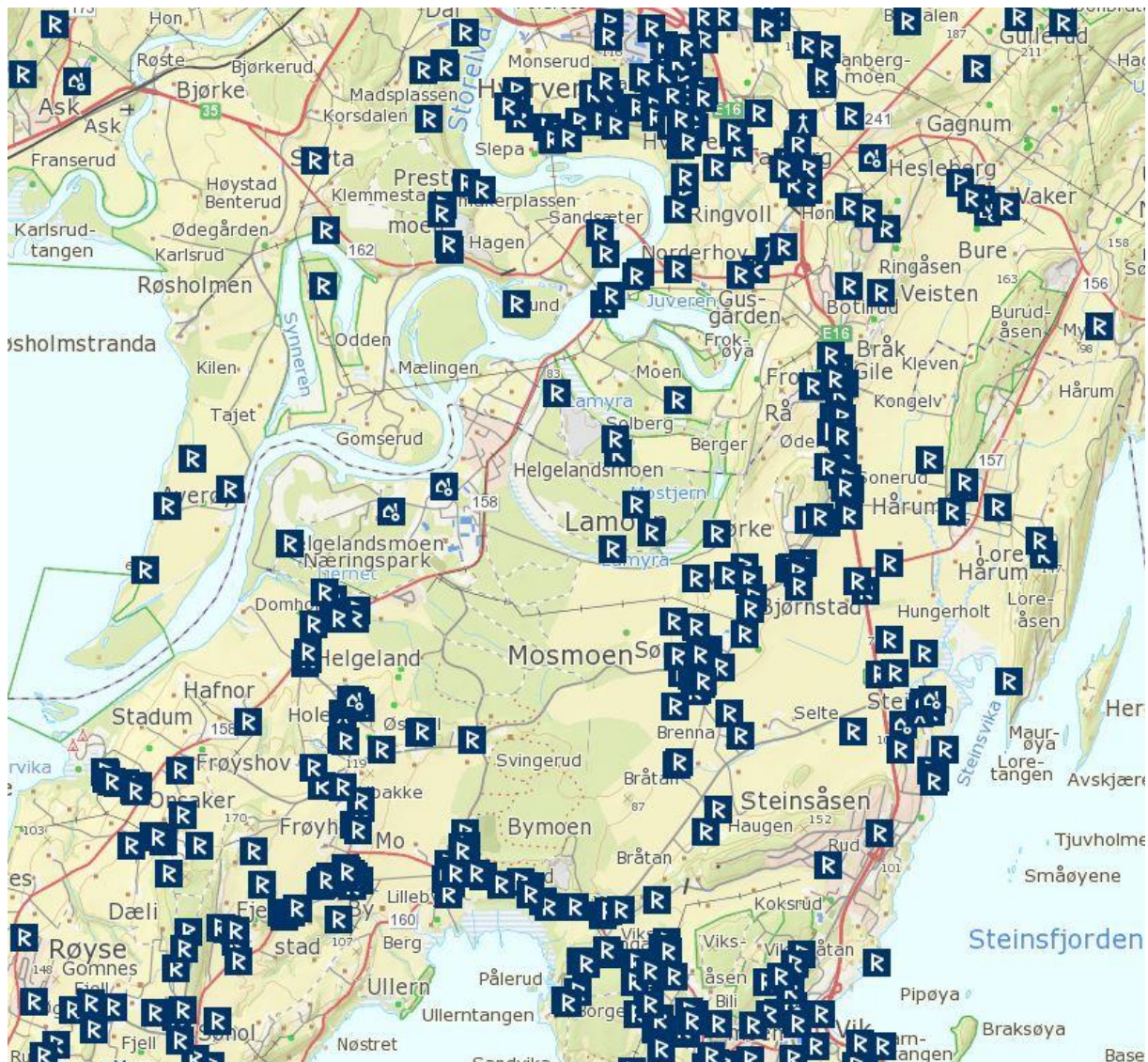
## **2.10 Kulturmiljø**

«Med kulturminner menes alle spor etter menneskelig virksomhet i vårt fysiske miljø, herunder lokaliteter det knytter seg historiske hendelser, tro eller tradisjon til. Med kulturmiljøer menes områder hvor kulturminner inngår som del av en større helhet eller sammenheng. Reglene om kulturminner og kulturmiljøer gjelder så langt de passer også for botaniske, zoologiske eller geologiske forekomster som det knytter seg kulturhistoriske verdier til. Etter denne lov er det kulturhistorisk eller arkitektonisk verdifulle kulturminner og kulturmiljøer som kan vernes. Ved vurdering av verneverdier kan det i

tillegg legges vekt på viktige naturverdier knyttet til kulturminnene.» Fra kulturminneloven (Klima og miljøverndepartementet, 2009 a).

I veisammenheng er det ofte de automatisk fredede kulturminnene som skal hensyn tas. «Automatisk fredede kulturminner er: Samiske kulturminner eldre enn 100 år. Kulturminner fra før reformasjonen i 1537. eller skipsfunn under vann eldre enn 100 år.» (Vegdirektoratet, 2014 d)

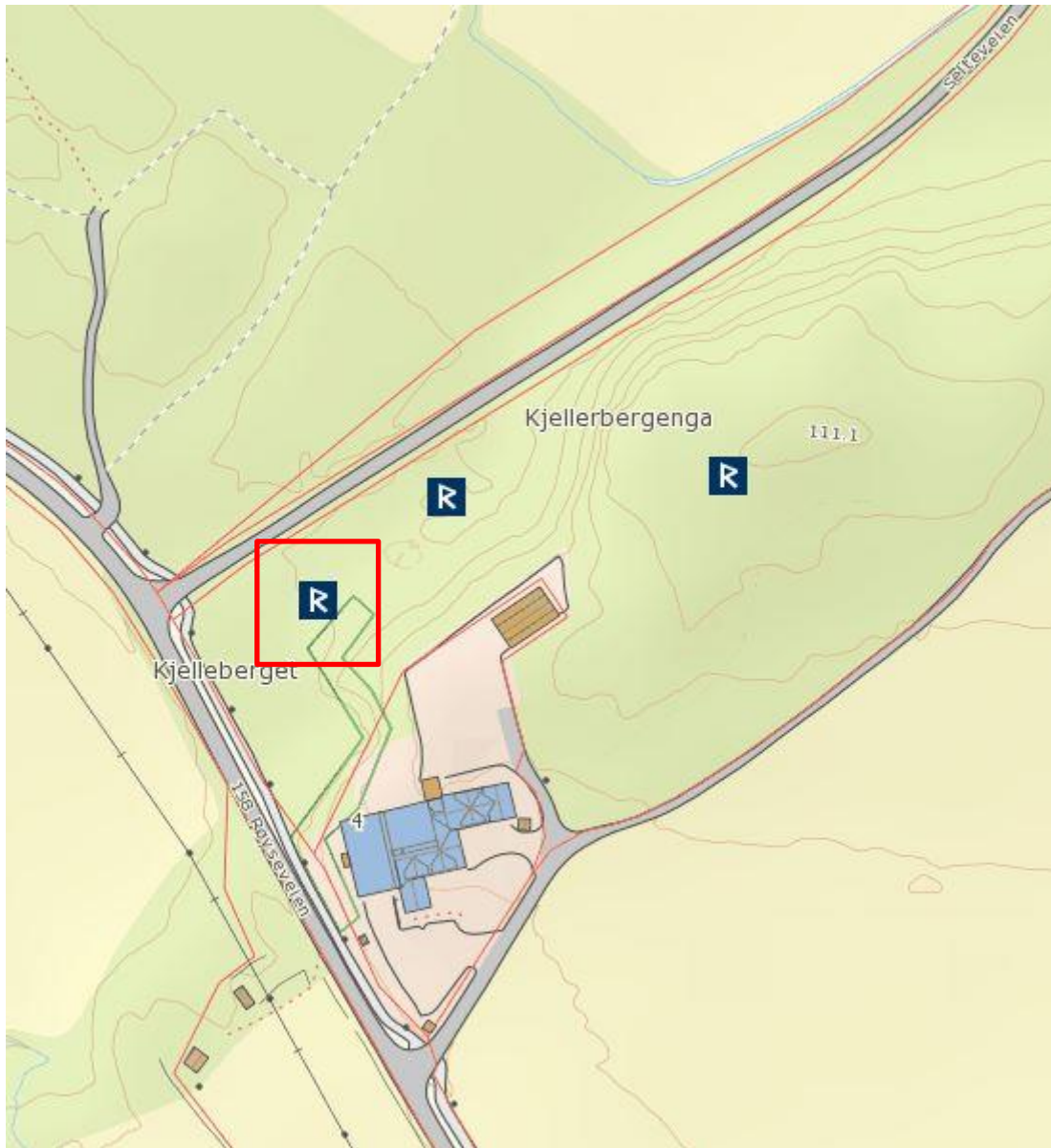
Hole og Ringerike kommune er pepret med kulturminner (figur 29) etter en fortid med spor etter hendelser og bosetninger helt tilbake til jernalderen. Hole har fire kongekroner i sitt kommunevåpen som viser tilbake på en rik, gammel historie. Bak hver krone skjuler det seg en kongeskikkelse fra tidlig middelalder, alle med tilknytning til Holebygda. Disse kongene var Halvdan Svarte, Sigurd Halvdanson Syr, Olav den hellige og Harald Hardråde. I tillegg skal Harald Hårfagre ha bodd i Hole.(Hole kommune, 2015)



Figur 29 Oversiktskart over kulturminner i planområdet (Miljostatus.no, 2016).



De to traseforslagene som denne oppgaven i hovedsak skal omhandle kommer ikke i særlig grad direkte i konflikt med noen automatisk fredede kulturminner. Det eneste tilfellet er for Helgelandsmolinja hvor tunnelmunningen på Kjellerberget kommer i konflikt med en automatisk fredet gravplass fra jernalderen, dette vises i figur 30.

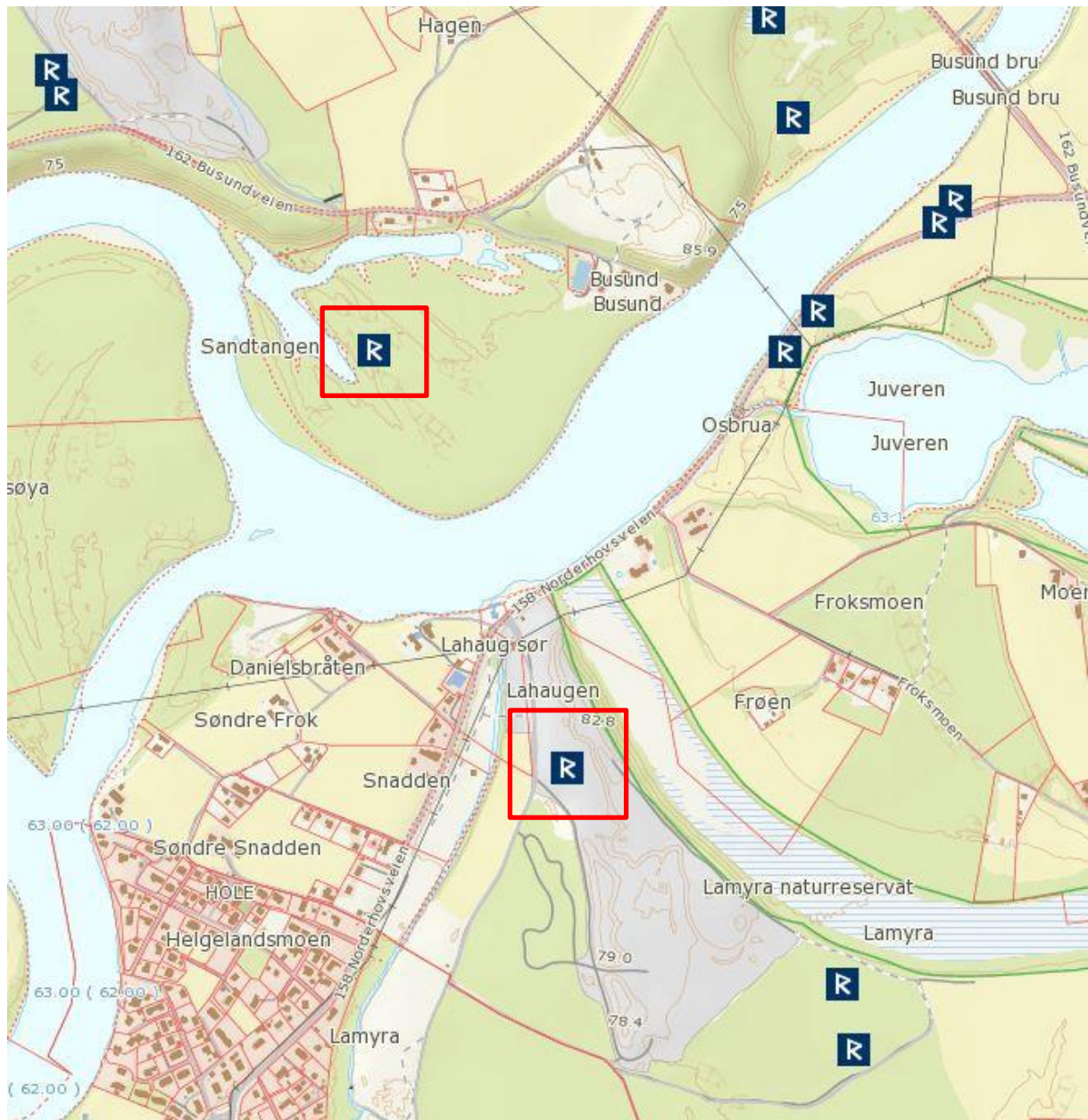


**Figur 30 Kulturminner ved tunnelåpning på Kjellerberget. Rød boks markerer automatisk fredet kulturminne som kommer i konflikt med Helgelandsmolinja (Miljostatus.no, 2016)**

Her må enten utformingen av tunnelportalen gjøres slik at en går klar av dette fornminnet, eller så må linja sideforflyttes noe. Dette blir tema i optimaliseringen av traseforslagene (kap.5).

Det har blitt avdekket en rekke funnsted i forbindelse med kartlegging av trasekorridorene i tidligere planarbeid med Ringeriksbanen (Miljostatus.no, 2016). Disse funnene har foreløpig fått uavklart status når det gjelder eventuell fredning. Det blir direkte konflikter mellom vei- og jernbanegeometriene for

noen av disse kulturminnene. For Busundlinja inne på Busund eiendommen vil det være konflikt med et tjærebrenningsanlegg fra etter-reformatorisk tid samt ett løsfunn fra steinalder på Lahaugen. Disse vises i figur 31



**Figur 31 Kulturminner i Busundlinja. Røde bokser markerer direkte berørte kulturminner (Miljostatus.no, 2016).**

Kulturminner med uavklart vernestatus som er avdekket i forbindelse med tidligere utført planarbeid vil ikke bli tatt stilling til før vei- og banelinjene er lagt. Dette er fordi det ikke er ønsket at disse funnene skal være førende i forbindelse med videre planlegging. Dette kan høres litt bakvendt ut, men visstnok vanlig praksis i følge muntlige samtaler med Statens vegvesen (Myhren, 2015).



Spesielt Helgelandsmolinja, som snor seg igjennom Helgelandsmoen næringspark, (tidligere forsvarsanlegg) kan se veldig negativ ut for kulturmiljøet. Helgelandsmoen næringspark har faktisk ikke vernestatus, og har kun et par bygninger som er forskriftsfredet. Disse klarer man å unngå.



**Figur 32 Fredet kornmagasin på Helgelandsmoen. Drives i dag som kunstdepot/galleri og cafe (foto: forfatter).**

## **2.11 Nærmiljø og friluftsliv**

### **Hole kommune**

Hole kommune er en liten kommune som ligger sentralt på Østlandet ca. 30 min. kjøring fra Sandvika og 40 min. fra Oslo. Kommunen består av tettstedene Sundvollen og Vik. Kommunesenteret i Hole kommune ligger i Vik. Kommunen ligger naturskjønt til ved Tyrifjorden som er Norges 5. største innsjø med dybder ned til 330 meter. Høyeste punkt er Mørkreiåsen 574 m.o.h. (Hole kommune, 2015).

I Hole er det gode muligheter for friluftaktiviteter. Krokskogen er et fint utgangspunkt for turer sommer og vinter. Alle veier på Krokskogen er glimrende for sykkeltureturer. Om vinteren er det fine



skiløyper på Krokskogen som Skiforeningen har ansvaret for. I.L. Høleværingen kjører opp skiløyper nede i bygda (Hole kommune, 2015).

Ellers i året kan en drive med turgåing, bading og fiske. Hvert år er det Gjeddefestival i mai/juni og krepsfiske i august. På Storøya i Tyrifjorden ligger en av landets beste og fineste golfbaner (Hole kommune, 2015). Båtlivet på Tyrifjorden og Steinsfjorden er veldig populært sommertid og det er flott å gå på skøyter og tur på isen om vinteren. På Helgelandsmoen, Røysehalvøya og rundt Gjesvoldlåsen er det fine turområder. Det er flere fotballbaner og lekeplasser i bygda, samt en meget populær svømmehall, Ringeriksbadet. Det finnes også mange fritidseiendommer i Hole kommune, på Røyse, Krokskogen, rundt Steinsfjorden og Tyrifjorden.

Det er stor utvikling og tilflytting til Hole og spesielt mange flytter til Hole fra Bærum. Hole har på grunn av sin nærhet til Hønefoss og Oslo hatt en praktisk talt kontinuerlig befolkningsvekst siden 1950-tallet, og folketallet ble doblet fra første halvdel av 1960-tallet til 2014. I tiårsperioden 2004-14 økte folketallet med gjennomsnittlig 2,4 prosent årlig mot 1,2 prosent for Buskerud som helhet (Thorsnæs, 2015 b). Folketall pr. 20.08.2015 er **6704** (Hole kommune, 2015).

### **Ringerike kommune**

Ringerike kommune ligger midt på Østlandet ca. 50 km nordvest fra Oslo. Kommunen har **29712** innbyggere pr. 01.01.2015. Ringerike er en av de største bykommunene i Norge med areal på 1553m<sup>2</sup>. Ringerike er også en landets største skogbruk kommuner. Det drives også betydelig jordbruk i tillegg til industri og servicevirksomhet (Ringerike Kommune, 2015).

Ringerike kommune ble dannet 1964 av Hønefoss, Hole, Norderhov, Ådal og Tyristrand. I 1977 ble Hole gjenopprettet som egen kommune (Ringerike Kommune, 2015).

Mulighetene for friluftsliv i Ringerike kommune er mange. Ringkollen er et flott fjellområde, med en del hytter og området brukes som inngang til Nordmarka sommer og vinter. På Ringkollen finnes et lite alpinanlegg som har utviklet et meget godt terrengparktilbud, hoppbakker og en flott skistadion som er utgangspunkt for skikarusellrenn for barn og unge og er tilknyttet Nordmarkas meget omfattende løypenett. Storelva er populær for fiske og båtliv. Det er mulig å kjøre båt fra Tyrifjorden helt opp til selve fossen i Hønefoss sentrum. Det er en flott badestrand ved utløpet av Storelva i Tyrifjorden, Røsholmstranda. Det er mange forskjellige idrettslag og det finnes flerfoldige idrettsanlegg i og rundt Hønefoss og de andre tettstedene i kommunen.

Hønefoss er trafikk-knutepunkt for bil, tog og buss. Her møtes E16, Rv. 7 og Rv. 35 og Bergensbanen. Oslo, Drammen, Hokksund og Gardermoen kan nås med bil i løpet av en time. Sandvika, Asker og Lier nås innen 40 minutter.

Bosetningen:

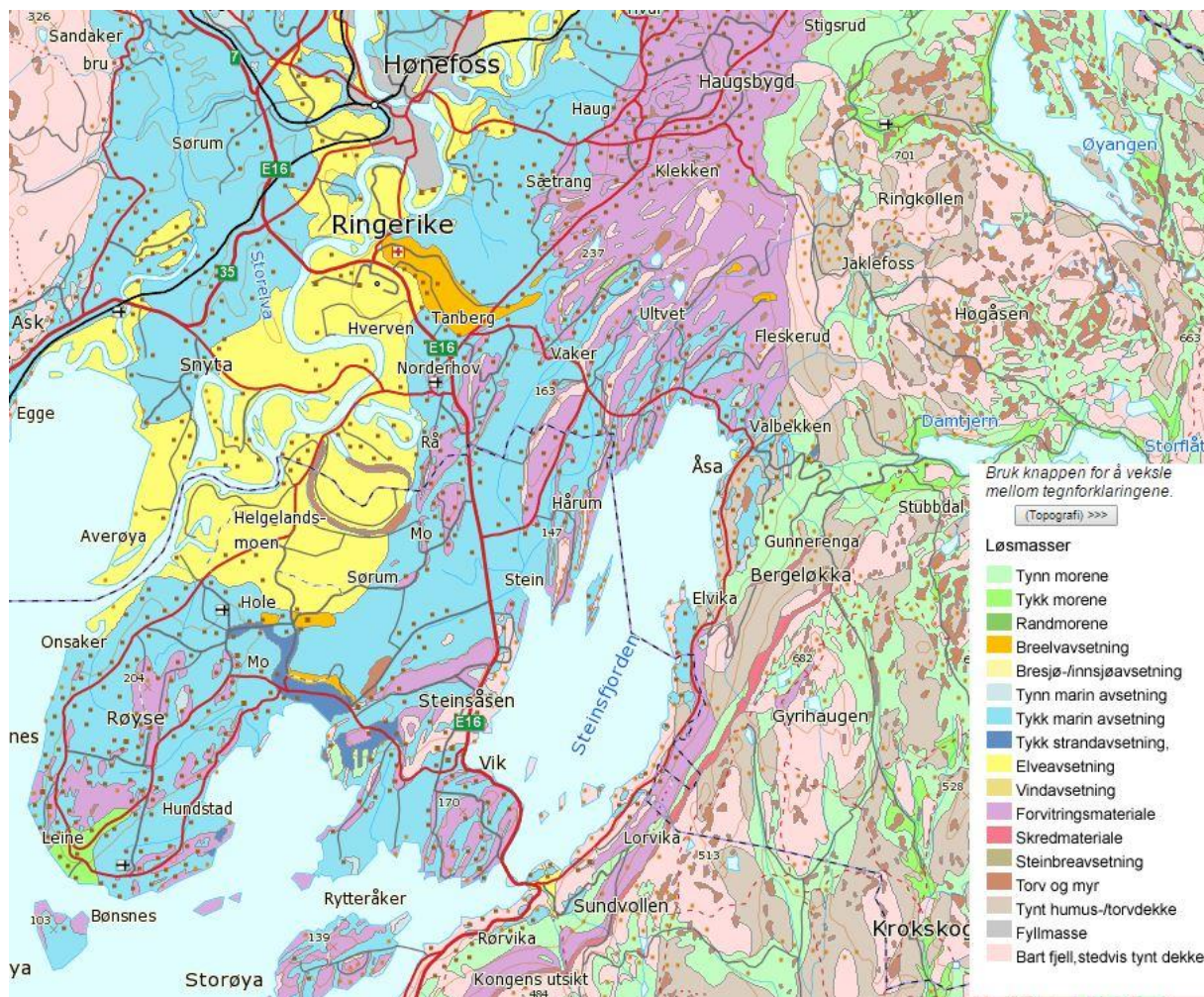
Tyngden av bosetningen i Ringerike ligger i det sentrale lavlandet omkring byen Hønefoss med tettstedene Haugsbygd og Heradsbygda rett utenfor. Andre tettsteder i kommunen er Tyrstrand, Sokna, Hallingby og Nes i Ådal (Ringerike Kommune, 2015).

## **2.12 Landskapsbilde**

«Planområdet for E16 Skaret-Hønefoss og Ringeriksbanen inngår i et stort overordnet landskapsrom med en skålformet hovedform. Bunnen består av Tyrifjorden med Steinsfjorden og Holsfjorden og et stort leirsletteområde med varierende terrengformer, bebyggelse og vegetasjon/ vegetasjonsmønster. Leirsletteområdet stiger svakt fra Tyrifjorden mot nord, og drar seg opp i tre mindre daler i nordlig retning. Den meandrerende Storelva med dens vegetasjonsmønster dominerer den vestre dalen med ravinesystem med smale og dype raviner lengre nord. Det er i dette leirsletteområdet og rundt Storelva den aktuelle delstrekningen som oppgaver tar for seg ligger. De to resterende dalene preges av storskala jordbruks- og gårdslandskap med karakteristiske skogbevokste og langsgående kalkåser i varierende størrelser (Norderhov, Steinsletta og Åsa). Landskapet i Åsa-området er mer småskala og preget av langsgående ås strukturer i nord-sydgående retning. Mot øst og sør er veggene i det overordnede landskapsrommet 5- 600 meter høye og steile og kledd med barskog. Mot nord og vest er veggene 2- 300 meter høye, og mindre bratte og skogkledd. Det er spredt boligbebyggelse i skråningene mot øst, med hovedvekt rundt tettstedet Sundvollen. Tettstedet Vik dominerer strandsonelandskapet mot Steinsfjorden, og er omringet av relativt tett boligbebyggelse på høyder. Ellers er planområdet preget av sted vise grender, gårdsbebyggelse og enkelthus.»(Statens vegvesen, 2011).

## **2.13 Grunnforhold**

Grunnforholdene i planområdet (figur 33) ligger i et stort sett tykk marin avsetning (leire) og elveavsetning bestående av sand og silt i nærheten av Storelva. Ved Lamyra og ved enkelte gjengrodde elveleier er det myr og torv og dette kan bety noe mer masseutskifting og avansert dimensjonering av oppbyggingen av vei og jernbane her. Det er stor løsmassemekthet langs hele korridoren for begge trasealternativer, spesielt langs Storelva bredder (SVV og JBV, 2016).



Figur 33 Løsmassekart over området (NGU, 2016 a).

I den sørlige delen av planen, sør for den aktuelle delstrekningen i denne oppgaven, blir det lange tunneler for Ringeriksbanen spesielt, men også ny E16. Dette vil føre til et stort masseoverskudd bestående av sprengstein, hensiktsmessig bruk av denne massen vil være et viktig moment i videre detaljplanlegging av hele planen.

## 2.14 Naturmiljø

Store deler av planområdet for hele fellesprosjektet (bortsett fra Krokskogsliene) ligger i Oslo-feltets kambrosilurfelt og gir opphav til kalkrik berggrunn. Som følge av dette, samt variert topografi, gunstige lokalklima og Tyrifjorden våtmarksystemer, regnes regionen som en hot-spotregion med usedvanlig stor konsentrasjon av viktige områder for biologisk mangfold i Norge. Dette inkluderer også Åsa området med rike kalksjøer, kalkskoger og kulturlandskapsområder. Innenfor planområdet for E16 – Skaret – Hønefoss og Ringeriksbanen er det i alt registrert 106 områder med stor verdi for biologisk mangfold (naturtyper) og 170 arter som står på den nasjonale lista over truede arter (rødlistede). I planområdet er det også flere områder som er vernet etter naturvernloven. Dette omfatter både vann-



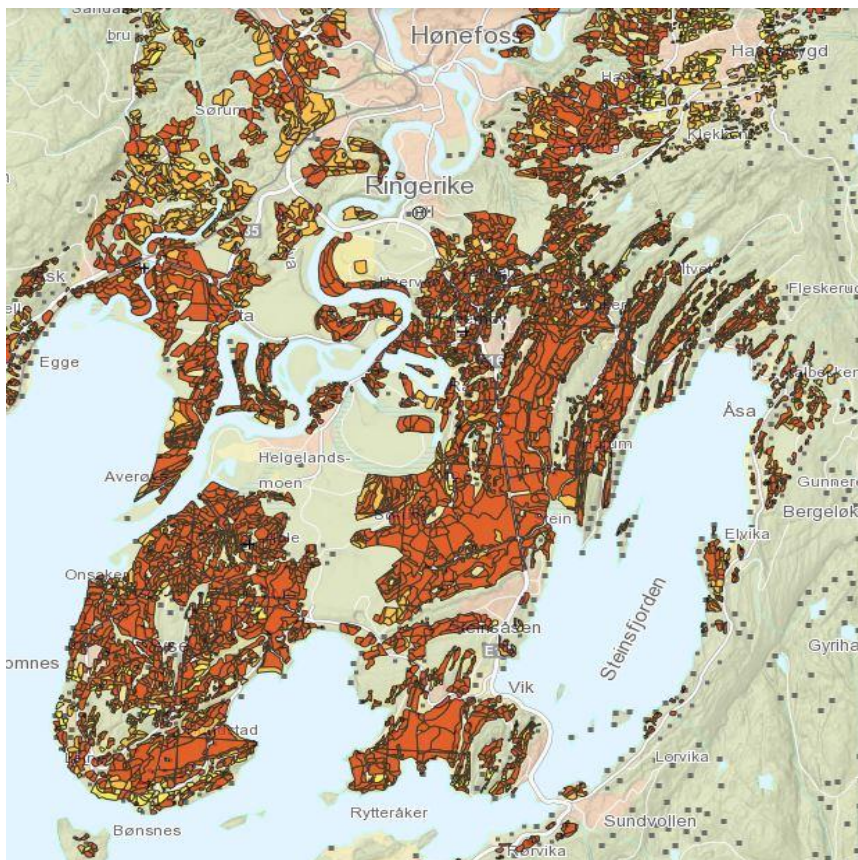
og våtmarksområder, kalkfurusogger, kalkskog og geologiske forekomster (fossiler) (Statens vegvesen, 2011). Det er stort sett våtmarksområdene som lager konflikt med de aktuelle traseforslagene som denne oppgaven tar for seg.

## 2.15 Naturressurser

Det er rike landbruksarealer både i Hole og Ringerike kommune. Jordbruket i Hole er betydelig, med vekt på kornproduksjon og hagebruk, særlig fruktdyrking. Av jordbruksarealet er 92 prosent åker og hage, og av åkerarealet nyttes 83 prosent til korn og oljevekster (tall fra 2010). I Hole ligger Stein gård som er Buskeruds største, med ca. 1200 dekar dyrket mark (Thorsnæs, 2015 b). Hole kommune setter jordbruksarealet høyt og det er en viktig sak for dem å bevare mest mulig av dette.

Ringerike er til tross for en lav andel av sysselsettingen i primærnæringene, en viktig landbrukskommune. Næringen har hovedvekt på korndyrking og hagebruk (fruktdyrking), samt skogsdrift. Både totalt jordbruksareal, kornareal og potetareal er klart størst blant fylkets kommuner. Det drives også noe husdyrhold i form av storfe, svin og høner (Thorsnæs, 2015 a).

Det er stort sett veldig god jord i regionen og figur 34 fremstiller dette.



**Figur 34 - Kart over verdifull landbruksjord i regionen. Rød farge betyr jord med svært god kvalitet, oransje betyr god kvalitet og gul betyr mindre god kvalitet (Skog-og-landskap, 2016 a).**

Skogen i Ringeriksregionen er stor sett produktiv og innebærer en viktig ressurs (figur 35). Selv om det i dag ikke er like lønnsomt som før i tiden med skogdrift er verdien av skogen kanskje vel så viktig i form av friluftslivet og for å bevare dyre og plantelivet.



**Figur 35 Bonitetskart over skogområdene i Hole og Ringerike kommune. Grønt betyr produktiv skog, mens lysegrønt betyr ikke-produktiv skog (Skog-og-landskap, 2016 b).**

## 2.16 Trafikkulykker

Kartet under er hentet fra nasjonal veidatabank og viser antall registrerte trafikkuhell med personskade på strekningen Skaret-Hønefoss og omegn. Det er registrert et stort antall ulykker langs strekningen med varierende skadegrad, fra lettere skader til drepte. Det er ikke foretatt noen fullverdig ulykkesanalyse, men ved undersøkelser av beskrivelsene for hver enkelt ulykke kan man se at det går



igjen en del møteulykker, disse forårsaker også de alvorligste skadegradene. Dette vil i stor grad bli eliminert ved utvidelse til firefelts motorvei med midtdeler (Høie, 2014).



**Figur 36 Registrerte trafikkuulykker på strekningen Skaret-Hønefoss. Tallene i de grønne sirkelene står for antall ulykker innenfor arealet som sirkelene dekker (Statens vegvesen, 2016 a).**

Skader i trafikken koster samfunnet store summer. En drept i trafikken koster samfunnet over 30 millioner kroner, en hardt skadet koster ca. 23 millioner, hard skade 10,5 millioner, alvorlig ca. 8 millioner kr og lettere skader koster rett over 600 000 kr. Tall hentet fra trafikksikkerhetshåndboka (Transportøkonomisk institutt, 2012).

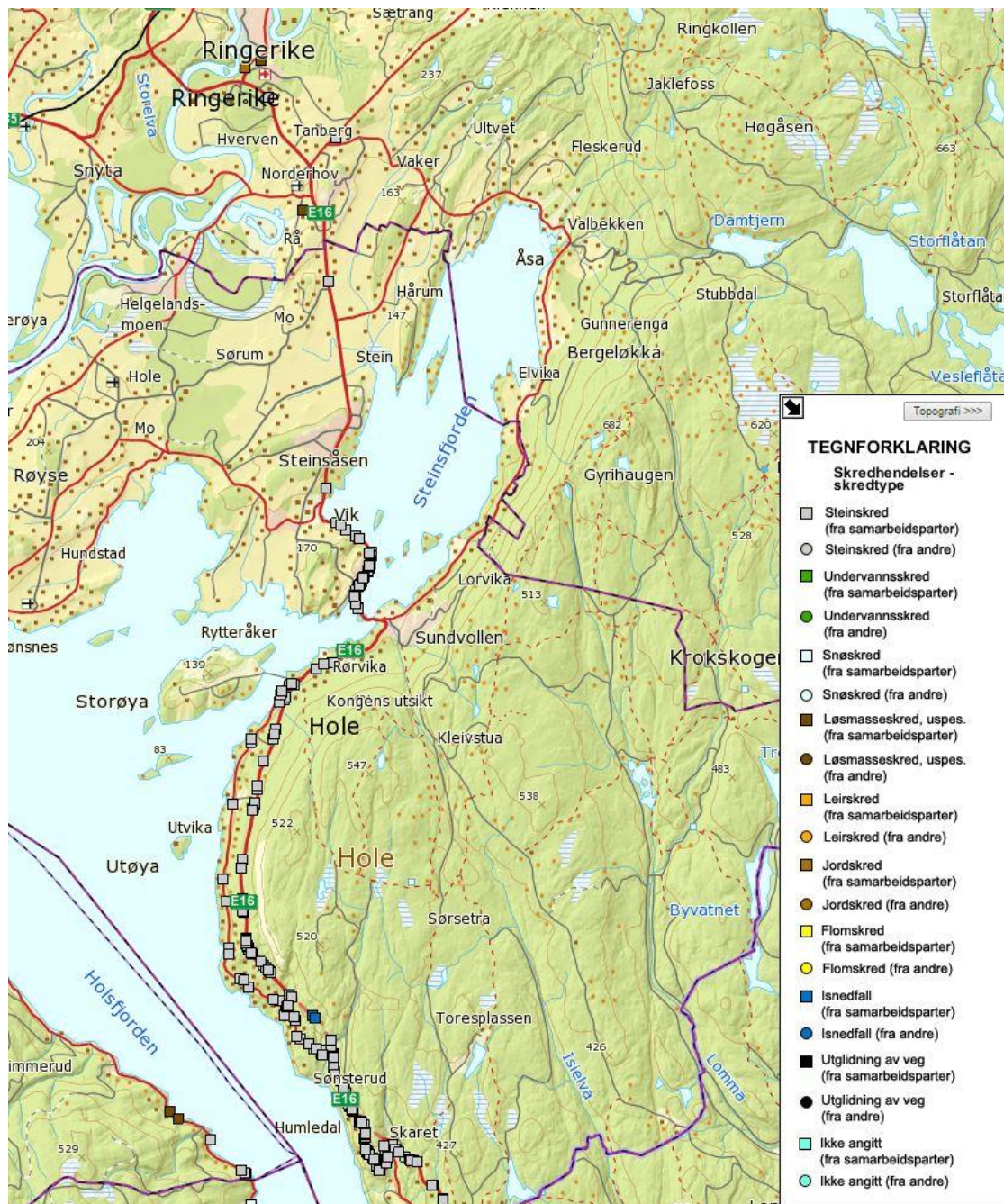
Fra Skaret til Elstangen vil store deler av ny vei gå i samme trase som tidligere med utvidet profil. Her er det i allerede i dag stedvis høye fjellskjæringer og grøfteutformingen, fjellrensk og rassikring blir viktig for å unngå ulykker grunnet steinsprang, isnedfall og lignende (figur 37).



**Figur 37** Bildet viser høye fjellskjæringer hvor det er fare for steinsprang og isnedfall vinterstid på strekningen i nærheten av Skaret (foto: forfatter).



Som figuren 38, hentet fra NGU, viser så er det registrert en del skredhendelser på dagens strekning.



Figur 38 Skredhendelser på dagens strekning (NGU, 2016 b).

## 2.17 Regional utvikling – Stor satsning på Helgelandsmoen

Som et ledd i den regionale utviklingen har det vært et viktig tema at det skal anlegges et fullt kryss i tilknytning til området Helgelandsmoen som ligger på grensen mellom Hole og Ringerike kommune (Myhren, 2015). Ringeriksregionen, som består av Hønefoss by, Hole kommune, Ringerike kommune og Jevnaker kommune, satser hardt på et løft når det gjelder næringsliv og befolkningsvekst. Det er opprettet et foretak som heter Ringerike Utvikling AS som er eid av nettopp de overnevnte kommunene og som delvis drives av det private næringslivet i samarbeid med kommunene (Ringeriksregionen, 2015 b). En viktig del av denne utviklingen er nettopp Helgelandsmoen næringspark.

Næringsparken ligger idyllisk til ved Storelva, åtte kilometer sør for Hønefoss sentrum.

Helgelandsmoen Næringspark består av ca. 430 daa med 37 000 kvm bygningsmasse. Den tidligere Helgelandsmoen militærleir ble i 2004 kjøpt opp av lokale investorer, og har siden den gang opplevd en blomstrende utvikling (figur 39 og 40). Faktisk er det slik at dagens arbeidsplasser teller flere enn da Forsvaret holdt til i området.



**Figur 39** Eksempel på gammelt militærbygning som er omgjort til cafe og butikk (foto: forfatter)



Her finner man blant annet det meget populære Ringeriksbadet, hotell og restaurant, kurs- og messesenter, båtcruiseselskap, barnehage, tannlege, spesialist og rehabiliteringssenter, produsent for helsevesenet, påbyggerfirma for nyttekjøretøy, tinnprodusent og kunstdepot (Ringeriksregionen, 2015 a).

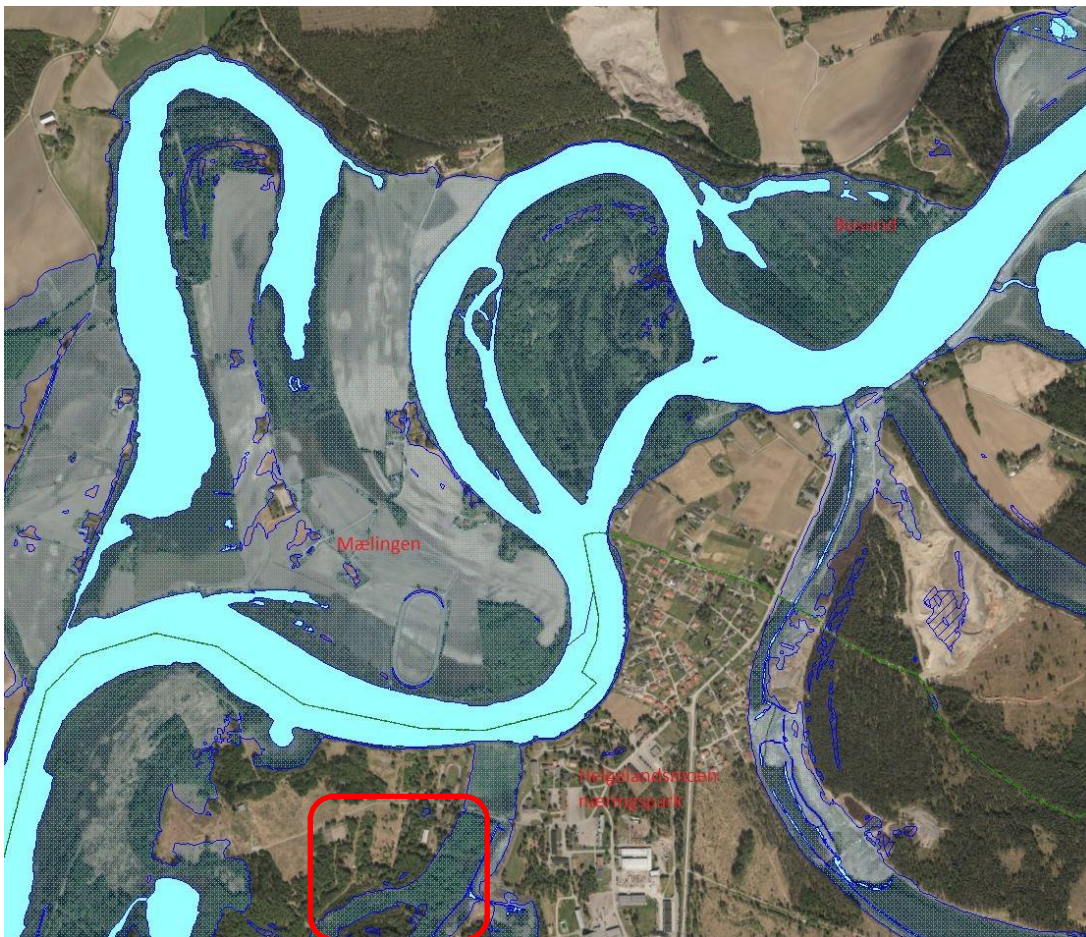


**Figur 40 Ringeriksbadet Helgelandsmoen næringspark (wikipedia, 2015)**



## 2.18 Flom

Veisystemet skal dimensjoneres for 200 års flom (SVV og JBV, 2016). Dette må tas hensyn til når en velger fri høyde på broene, og når man anlegger fyllinger og andre konstruksjoner som kan endre vannets retning en eventuell flom. Kartet under viser beregnet flomsone ved 200 års flom (figur 41). Blå skravur representerer dette, lyseblå er vanlig vannstand. Norconsult har i 2015 utført en vurdering, i et prosjekt internt notat, av flom opp mot traseforslagene. Der fremkommer det at Helgelandsmolinja ligger alt for lavt i forhold til 200 års flom vest for Helgelandsmoen Næringspark. Ca. Profil 17500-18100 for vei. Dette vil bli adressert i optimaliseringen av linjene i kapittel 4. I følge Statens vegvesens håndbok N100 skal veiens høyde bestemmes ut i fra 200 års flomvannstand pluss en sikkerhetsmargin. Vanligvis skal denne sikkerhetsmarginen være 1 meter i følge et notat publisert på vegvesens nettside (Eggen & Lindland, 2014), noe som omtales videre i kapittel 5. Når det gjelder høyden på brokryssingene både ved Helgelandsmoen og Busund er disse vurdert til å være tilfredsstillende dimensjonert som foreslått, i følge notatet fra Norconsult (Uribe, 2015).



Figur 41 Flomsone kart over aktuelle krysningsteder Rød boks representerer området hvor linjene ligger for lavt som foreslått (Nve, 2016).

### **3 Våtmarker og anleggsteknikk**

#### **3.1 Våtmarkenes betydning**

#### **3.2 Storelva med tilliggende våtmarker**

#### **3.3 Ramsarkonvensjonen**

##### **3.3.1 Generelt**

##### **3.3.2 Helgelandsmolinja**

##### **3.3.3 Busundlinja**

#### **3.4 Norsk lov**

#### **3.5 Anleggsteknikk i våtsonen**

##### **3.5.1 Planleggingsfasen**

##### **3.5.2 Valg av anleggsutstyr**

##### **3.5.3 Vask av anleggsmaskiner og sikkerhet mot oljesøl**

##### **3.5.4 Ytre miljøplan**

##### **3.5.5 Forurensning av jord, vann og naturmiljø**

##### **3.5.6 Kontroll over sedimentene**

##### **3.5.7 Vegetasjonssone**

##### **3.5.8 Beplantning**

##### **3.5.9 Kun rene masser til utfylling**

##### **3.5.10 Siltgardiner**

##### **3.5.11 Anleggsveier i våtmark**

#### **3.6 Valg av broløsning**

#### **3.7 Kobling mot analyse og konklusjon**

### **3.1 Våtmarkenes betydning**

«Siden forhistorisk tid har mennesker bosatt seg nær våtmarksområder. Tilgang på vann og de ressursene som finnes i tilknytning til vann har vært sentrale for overlevelse og fremvekst av menneskelige samfunn. Våtmarker har bidratt til utviklingen ved å utgjøre grunnlaget for fiskeri, jordbruk, skogproduksjon, energiressurser, transport, friluftsliv og turisme. Særlig har elveutløpene vært naturlige handelsknutepunkter. Elvedaler og kystsletter med utbredte våtmarksområder har vært arena for utvikling av menneskenes sivilisasjoner i mer enn 6 000 år

Våtmarker er viktige leveområder for dyr og planter og bidrar til økt velferd for mennesker gjennom vannforsyning, vannrensing, flomkontroll og karbonbinding. Men våtmarker kan også utgjøre attraktive arealer for jordbruk, og til utbygging av veier, boliger og industri.

Våtmarker er blant verdens mest truede økosystemer og ødelegges raskere enn andre økosystemer. Siden 1900 har 64 prosent av verdens våtmarker forsvunnet, og 40 prosent har gått tapt de siste 40 årene. I tillegg er mange av de gjenværende våtmarkene så degradert at menneskene som lever direkte av disse, ofte de fattigste, blir drevet inn i dypere fattigdom.

Siden stadig flere våtmarksområder forsvinner er det viktig med nasjonale og internasjonale tiltak som bevarer og tar vare på områdene på en fornuftig måte.» (Miljøstatus.no, 2014).

### **3.2 Storelva med tilliggende våtmarker**

Storelva og Tyrifjorden hører til Tyrifjorden vannområde (1800 km<sup>2</sup>) og inngår i Drammensvassdraget på ca. 117 000 km<sup>2</sup>. Selve Tyrifjorden er Norges 5 største innsjø med 137 km<sup>2</sup> inkludert Steinsfjorden. Med dybder ned til 295m er den også en av de dypeste. Største innløpselv til Tyrifjorden er Storelva som samler Ådalselava og Randsfjordvassdraget ved Hønefoss. Eneste utløpselv er Drammenselva (Medhus, 2018).

Det er knyttet mange brukerinteresser til vannmiljø i Tyrifjorden. De viktigste er drikkevannsinteresser, mange fiskearter (15; deriblant Ål), edelkreps (særlig i Steinsfjorden), våtmarksområder, viktige hekke- og rasteområder for vannfugl og vannrelaterte friluftaktiviteter for oss mennesker (Statens vegvesen, 2012).





**Figur 42** Kart over de vernede og foreslått vernede områdene i Nordre Tyrifjord våtmarksområde. Med inntegnede trasealternativer. Monserudlinja er som tidligere nevnt forkastet på grunn av blant annet for mye inngrep i dyrket mark og ikke en del av denne rapporten (Miljødirektoratet, 2015).



Storelva er del av et høyt verdsatt våtmarksområde med internasjonal interesse. «Nordre Tyrifjord våtmarksområde» er nemlig et «Ramsarområde», dette utdypes i kapittel 3.3. De vernede områdene er vist i figur 42. En brokryssing av dette miljøet kan være kritisk på flere måter. Det vil være forurensningsfare knyttet til både driftsfasen og anleggsfasen. Uhell, f.eks. tankbilvelt, kan i driftsfasen gi en potensiell giftvirkning på vannlevende organismer og spesielt fisk, spesielt dersom uhellet oppstår på et spesielt ugunstig tidspunkt og sted. Kroksjøer/gjengrodde meandere som Juveren og Lamyra er spesielt sårbare, og ligger nær noen av de alternative veitraseene. For anleggsfasen vil forurensningsfaren først og fremst være knyttet til avrenning fra sprengingsaktivitet og bruk av sprengstein i veianlegget. Avrenning av ammonium/ammoniakk kan gi giftvirkning på fisk, og skarpkantede partikler fra sprengstein, kan skade gjeller på fisk. I tillegg kan avrenning fra massedeponier og gravevirksomhet føre til tilslamming av sårbare områder.

Storelva har også store naturverdier og er et svært viktig trekk- og overvintringsområde for våtmarkfugl. Flomdammer, kroksjøer og meandere utgjør et variert vannmiljø som er karakterisert som svært viktig. Det er registrert flommarkskog (figur 43) med rødlistearter og sjeldne planter, mose og sopp er tilstedeværende.



**Figur 43 Flommarkskog på Busund (foto: forfatter).**

Området rundt Helgelandsmoen har også kroksjøer, flomdammer og meandrerende elveparti. Naturtypene knyttet til disse områdene er næringsrike og artsrike. Kroksjøen Juveren, den gjengrodde meanderen Lamyra (figur 44), samt Averøya i utløpet av Storelva har status som naturreservat. Juveren ble vernet med tanke på å bevare et særlig rikt våtmarksområde med vegetasjon, fugleliv og annet dyreliv naturlig knyttet til dette, Lamyra har som formål å bevare en velutviklet gjengrodd meander med vegetasjon og dyreliv (blant annet rødlistearten spissnutefrosk), og Averøya er et internasjonalt vernet våtmarksområde.



**Figur 44 Lamyra med sin gjengrodde kroksjø (foto: forfatter).**

Randområdene i tilknytning til vannmiljøet er vel så viktige som selve vannmiljø i seg selv, og næringsinnholdet i vannet vil sannsynligvis være naturlig høy. Storørret går opp Storelva, men det er ikke bekreftet at denne arten gyter her (Statens vegvesen, 2013).

«Nedre del av Storelva utgjør et av Sør-Norges største innlandsdeltaer med svært interessant geomorfologi. Elvedelta er en av Norges mest truede naturtyper. Mosaikken av åpent vann, våtmark, skog og dyrket mark omkring Storelva utgjør til sammen et landskapsøkologisk svært viktig naturområde for fugl. En rekke fuglearter trekker regelmessig mellom våtmarksområdene og kulturmarksområdene i forbindelse med næringssøk både i hekketiden og trekketiden. Våtmarkene og kantsonene er viktige klekkeområder for innsekter som benytter øvrige deler av nærområdet til



næringssøk og reproduksjon. Reservatene er også leveområder for en rekke rødlistede plantearter knyttet til strandenger og gruntvannsområder, rødlistede kransalger, mose, amfibier og sopp. I strandsonen er det også registrert mange truede vegetasjonstyper.» (SVV og JBV, 2016)

### 3.3 Ramsarkonvensjonen

Ramsarkonvensjonen er organisasjon som forvalter en internasjonal traktat som skaper rammeverk for bevaring og bærekraftig utvikling av våtmarker og ressursene som finnes i dem. Traktaten ble tatt i 1971 i byen Ramsar i Iran, og trådte i kraft i 1975. Siden den gang har 90 % av alle FN-land fra alle verdens geografiske regioner blitt medlemmer. Det er over 2000 Ramsar områder i verden og over 160 medlemsland (Ramsar, 2014). Norge var et av de første landene som forpliktet seg. Målet med konvensjonen er å bidra til bevaring og fornuftig bruk av våtmarker gjennom lokale, nasjonale og globale tiltak og internasjonalt samarbeid, for å bidra til bærekraftig utvikling i hele verden.

Våtmarker defineres i denne sammenheng ganske vidt. Omfatter blant annet myr, elver, innsjøer, brakkvann og marine områder ned til seks meters dybde. Det er 63 ramsarområder i Norge og «Nordre Tyrifjorden våtmarksområde» er ett av disse.

De 169 landene som har ratifisert Ramsarkonvensjonen forplikter seg til å følge opp en rekke forpliktelser under konvensjonen, samt de vedtakene landene gjør på partsmøter som avholdes hvert tredje år. Slike forpliktelser er særlig knyttet til Ramsarkonvensjonens tre hoved målsetninger:

- Arbeide for bærekraftig bruk av våtmarker i forvaltning og arealplanlegging, blant annet gjennom kartlegging og innføring av verneplaner for våtmarker
- Etablere et globalt nettverk av Ramsarområder som dekker de mest verdifulle områdene internasjonalt innenfor samtlige våtmarkstyper
- Delta i internasjonalt samarbeid for å fremme god forvaltning av våtmarker på tvers av landegrensene og ved å bidra med finansiell og teknisk bistand til utviklingsland (Miljøstatus.no, 2014).

Miljødirektoratet er forvaltningsmyndighet for konvensjonen og leder Norges deltagelse på forhandlingsmøter under konvensjonen (Miljødirektoratet, 2013).

Ramsarkonvensjonen var på besøk i planområdet 1-3 juli i 2015, på et såkalt rådgivningsoppdrag. I etterkant av besøket ble det utarbeidet en oppdragsrapport som skal bidra til å sikre bevaringen av «Nordre Tyrifjorden våtmarksområde, Ramsar område 802» (Pritchard, 2015). I rapporten kommer det frem at Ramsar ikke ønsker noen av traseforslagene og mener at begge to er uakseptable når det gjelder miljøhensyn. Videre mener Ramsar konvensjonen at det virker prematurt at valget står mellom disse to alternativene nå, og at dette er på grunn av regjeringens ønske om å gjøre

planleggingsprosessen kortere og starte byggingen så fort som mulig. De mener også at internasjonale føringer og anbefalinger bør veie tyngre enn regjeringens behov og ønsker om kortere reisetider og nasjonal og regional utvikling i saker som denne (Pritchard, 2015).

Å vurdere planprosessen og gjøre valg utenfor de to trasealternativene i fokus er ikke med i denne rapporten, derfor velges det å se bort i fra anbefalingene som ikke vedrører de to aktuelle traseene.

I de følgende delkapitler (3.3.1 -3.3.3) er det listet opp anbefalinger som fremkommer av rapporten (Pritchard, 2015) hvis likevel ett av trasealternativene skulle bli valgt:

### 3.3.1 Generelt

Ramsar trekker frem viktigheten av at infrastruktur tiltak som måtte bli etablert i og i nærheten av våtmarksystemet skal dempes så mye som mulig og at det skal kompenseres for alle inngrep som har negativ effekt på systemet. Det skal gjøres grundige vurderinger vedrørende dette.

### 3.3.2 Helgelandsmolinja

Hvis Helgelandsmolinja skulle bli valgt anbefaler Ramsar følgende:

Klimatiltakene bør optimaliseres ved å redusere andelen fylling til fordel for bro. Planer for fremtidig styring av erosjon, tilvekstendringer og endringer i elveløpet må opprettes. De foreslår store kompenserende tiltak i form av flytting og nyoppretting av de store habitatene. Og de foreslår også å legge til rette for å reversere tidligere opparbeidelse og drenering på Mælingen halvøya for å gjøre den delen av denne som ikke er direkte berørt av veianlegget til våtmark igjen (figur 45).



**Figur 45** Bildet viser spor av breddeutvidelsen av Mælingen halvøya. En kan se hvordan påler (anvist med pil) har blitt slått ned i elva for å holde på plass fyllingen for utvidelse (foto: forfatter).



Ramsar ønsker at vernestatusen for tyrifjordområdet utvides til å omfatte større deler av våtmarksystemet. I tillegg anbefaler de at de berørte grunneiere og bøndene blir kompensert med jord et annet sted.

Ramsar mener at Helgelandsmoen er den mest miljøfiendtlige av alternativene, dette på grunn av sannsynlige effekter på Synneren og Busundevja, særlig under anleggsarbeidet på halvøya Mælingen som er veldig smal (ned til 210m) og siden det kombinerte vei og jernbaneprofilet er så bredt. Denne påstanden er det dog noe uenighet om da Buskerud fylkeskommune, Statens vegvesen og Jernbaneverket har oppfatning om at Busundlinja er verre på grunn av de lange broene og anleggstekniske vanskeligheter.

I følge Ramsar er NVE (Norges vassdrag og energidirektorat) skeptiske til traseen da de mener den er truende for hele elvelandskapet og bekymret for hvilken effekt de store foreslåtte fyllingene vil ha i en flomsituasjon. Dette underbygger anbefalingen om å anlegge mer bro forhold til fylling. Det samme gjør bekymringen om at endrede flomveier, på grunn av tiltaket, kan være skadelig for de vernede forekomstene. Drivingen av bropilarer er det også knyttet bekymring til med tanke på jordstabiliteten i området.

Når det gjelder konsekvensene for landbruket er de ganske likeverdige for begge trasealternativene. På Mælingen vil store fyllinger gjøre at mer regnvann renner av i elva og kan skape vanningsbehov for deler av jordene, samtidig vil de høye fyllingene skygge for store arealer som blir mindre produktive av den grunn.

### **3.3.3 Busundlinja**

Hvis Busundlinja skulle bli valgt mener Ramsar at en omfattende helhetlig vurdering av mulige klimatiltak og kompenserende tiltak må utføres før anleggsstart.

Inne på Busund eiendommens mest berørte parti er det registrert at flere arter frekventerer. Det er et elgtråkk over halvøya og bever og gaupe er tilstedeværende inne på området hvor en ny bro vil gå over, og rett ved siden av. Disse artene vil i aller høyeste grad bli berørt når det blir innført nye barrierer i deres nærmiljø.

NVE har kommet med lignende bekymringer som ved Helgelandsmoen med tanke på endrede flomveier med nye barrierer og drivingen av bropilarer som kan endre og true stabiliteten til grunnen i området.

Når det gjelder landbruk vil det også her gå tapt noe dyrket mark, men ikke like mye som på Helgelandsmolinja. Kryssplasseringen som enda ikke er helt spikret kan være med å innvirke på dette. Når det gjelder friluftsliv mener Ramsar at Busundlinja vil være bedre da den berører mindre av skogpartiet på Mosmoen.

Ramsar konvensjonen kommer ikke med noen entydig anbefaling av trasealternativ da de mener at ingen av dem er akseptable. Norge er som medlemsland i Ramsar forpliktet til å utvise spesiell forsiktighet i våtmarkssonene. Organisasjonen mener at det ikke gjøres hvis et av trasealternativene blir bygget. Imidlertid er det ingen juridiske bindinger som følger Ramsarkonvensjonen og de har sånn sett ikke hjemmel til å stoppe en utbygging (Pritchard, 2015).

### **3.4 Norsk lov**

Tiltak i nærheten av våtmark og vannforekomster reguleres overordnet av «Forskrift om rammer for vannforvaltningen» (Også kalt Vannforskriften), og «Lov om forvaltning av naturens mangfold», (Kort tittel: Naturmangfoldloven). I tillegg må det søkes tillatelse om utslipp av eventuelt avløpsvann fra anleggsvirksomheten fra «Lov om vern mot forurensninger og om avfall» (Forurensningsloven)

I **Vannforskriftens** § 12 står det følgende:

«Ny aktivitet eller nye inngrep i en vannforekomst kan gjennomføres selv om dette medfører at miljømålene i § 4 - § 6 ikke nås eller at tilstanden forringes dersom dette skyldes

- a) Nye endringer i de fysiske egenskapene til overflatevannforekomst eller endret nivå på grunnvannsforkomst eller
- b) ny bærekraftig aktivitet som medfører forringelse i miljøtilstanden fra svært god til god.

I tillegg må følgende være oppfylt:

- a) alle praktiske gjennomførbare tiltak settes inn for å begrense negativ utvikling i vannforekomstens tilstand,
- b) samfunnsnyttene av de nye tiltakene eller aktivitetene skal være større enn tapet av miljøkvalitet og
- c) hensikten med de nye inngrepene eller aktivitetene kan på grunn av manglende teknisk gjennomførbarhet eller uforholdsmessig store kostnader, ikke med rimelighet oppnås med andre midler som miljømessig er vesentlig bedre.» (Klima og miljøverndepartementet, 2006)

**Naturmangfoldloven** er en relativt ny lov, kunngjort i 2009, og den skal legge føringer for å ivareta sårbare naturtyper og prioriterte arter og stiller krav til aktsomhet spesielt ved tiltak i eller nær landskapsvernområder, naturreservat og vassdrag. (Asplan viak, 2011)

I § 8 - § 12 står en del miljørettslige prinsipper, spesielt trekkes fram § 12 som er veldig relevant for dette kapitlet:

§ 12 (miljøforsvarlige teknikker og driftsmetoder):

«For å begrense skader på naturmangfoldet skal det tas utgangspunkt i slike driftsmetoder og slik teknikk og lokalisering som, ut fra en samlet vurdering av tidligere, nåværende og fremtidig bruk av mangfoldet og økonomiske forhold, gir de beste samfunnsmessige resultater.» (Klima og miljøverndepartementet, 2009 b)

### **3.5 Anleggsteknikk i våtsonen**

Dette delkapittelet bygger delvis på samtaler og utleverte interne dokumenter fra ekspert på anleggsteknikk i våtsonen, Hans Frøslid hos Hæhre entreprenør samt samtaler og bruk av interne eksperter og dokumenter hos Rambøll Norge As. anbefalte tiltak uten kildehenvisning og kildehenvisningene til upubliserte dokumenter stammer fra disse svært nyttige møter og dokumenter.

#### **3.5.1 Planleggingsfasen**

Det er i planleggingsfasen man i størst grad har mulighet til å påvirke det miljømessige sluttresultatet av elvekryssingen. Noen av de viktige prinsipper for dette er som følger:

Velg fortrinnsvis krysningssted som gir kortets mulig bro, dette er både økonomisk og miljøvennlig i form av mindre materialforbruk og færre pilarer osv. Krysningsstedet bør være minst mulig erosjonsutsatt og bør ikke inneholde næringsrik jord og oppsprukket grunnfjell. Man bør unngå steder med spesielt bratte eller ustabile elvebredder og hellinger. Strømforhold i elva ved krysningspunkter bør være stabile, man bør unngå svinger i elveløpet eller steder hvor det er stor strømningshastighet, dette på grunn av erosjonsfaren. Man må også alltid vurdere hva slags vannkonsumenter eller forhold man har nedstrøms fra krysningsstedet, og hva slags påvirkning som kan komme fra anleggsvirksomheten.

Anleggsdriften bør gjennomføres i den minst ødeleggende årstiden. En bør prøve å utføre gravearbeidet ved elvebreddene i de periodene på året hvor det kommer minst regn. Dette på grunn av økt erosjonsfare ved mer vann i bevegelse (Goodrich-Mahoney, 2002). Våren med snøsmeltingen bør selvfølgelig unngås. I Norge kan slik planlegging være vanskelig siden vi har såpass ustabil vær. Kanskje kan det faktisk lønne seg å drive vinterdrift på anlegget. Selv om tele i bakken og ulemper med snø vil medføre økte kostnader og tregere drift, kan det være nødvendig for å holde avrenningen på et minimum og dermed opprettholde vannkvaliteten. Imidlertid er erosjonssikring desto viktigere ved vinterarbeider, da man ved oppgraving vil ødelegge det naturlige vegetasjonsdekket som binder jorda og hindrer avrenning når telen slipper og snøen smelter. Under gytetiden for fisk eller hekketiden for fugl bør det heller ikke forekomme forstyrrende anleggsarbeid (Frøslid, 2016).

#### **3.5.2 Valg av anleggsutstyr**

Uønskede effekter av anleggsarbeidet vil i stor grad avhenge av hva slags utstyr som blir benyttet. Innheisning av bropilarer, elementer og materialer med heisekran eller helikopter kan være hensiktsmessig for å minimere bruk av anleggsveier og riggplass i våtmarksonene. For det aktuelle prosjektet denne rapporten omhandler, gjelder dette spesielt hvis det er Busundlinja som blir valgt. Dette fordi tilgangen til krysningsstedet med anleggsmaskiner er vesentlig dårligere på Busund enn ved Helgelandsmoen. Hva slags type anleggsmaskiner som brukes i våtsonene bør være nøye vurdert



og beregnet. Små maskiner er lettere, lager mindre spor pr. tur og trenger mindre manøvreringsareal, men det finnes også fordeler med store maskiner, som for eksempel at man med større dumpere med mer kapasitet kan ta færre turer enn med mindre maskinell, og dermed totalt sett kanskje ødelegge mindre. Det kan ta årevis før et hjulspor i våtmark, for eksempel myr, blir borte og marktrykket fra hjul og belter på anleggsmaskiner er en avgjørende faktor for hvor store skader som påføres underlaget. Anleggsarbeid ved våtmarker vil som regel foregå i bløt jord og det er derfor viktig å fordele trykket fra maskiner på så store flater som mulig. Da er det viktig med hjulkonfigurasjoner som fordeler trykket best mulig. Dette kan være boggi-hjul, ekstra brede dekk, belter og hjul med CTI, (central tire inflation), noe som muliggjør justering av dekktrykket under kjøring) (Goodrich-Mahoney, 2002). Gravemaskiner med lang rekkevidde kan være en stor fordel ved anleggsarbeid i våtsone. Lang rekkevidde kan være med å minimere behovet for anleggsveier. For eksempel har en 100 tonns gravemaskin bortimot 25 meter rekkevidde med skuffa og det gir et veldig stort arbeidsområde uten å forflytte seg. En 100 tonns gravemaskin krever riktignok stor plass og god bæreevne der den skal stilles opp, men har en mulighetene til å bruke stort utstyr kan det være både effektivt og skånsomt (Frøslid, 2016).

### **3.5.3 Vask av anleggsmaskiner og sikkerhet mot oljesøl**

På alle anleggsplasser bør det anlegges egnede plasser for vask av anleggsmaskinene. Det er viktig for å unngå spredningen av for eksempel forurensede masser. Inne i en felg på en stor dumper som har vært ute og kjørt i bløte masser kan det fort ligge opp mot en kubikk med masse inne i hver felg. Dette er viktig å få vekk med tanke på det overnevnte. Det bør også være oljeavskiller på vaskeplassen og avvannet fra vaskeplassen må ledes til fortrinnsvis renseanlegg eller sedimentasjons bassenger. Det er mye hydraulikk på anleggsmaskinene, og ved tanking kan det fort bli søl og det er viktig at det er oljeabsorberende middel tilgjengelig på hver maskin eller på angitt plass for oppsamling av olje- og drivstoff søl effektivt og raskt etter eventuell lekkasje. Et annet poeng er å sørge for at tanking av drivstoff foregår langt unna vannforekomstene. Avhengig av størrelsen på anlegget kan det greit å støpe grunnmur rundt tanksted og anlegge oljeavskiller for å sikre mot forurensende utslipp fra tankplass. (Frøslid, 2016)

### **3.5.4 Ytre miljøplan (YM-plan)**

I følge statens vegvesens Håndbok V760 styring av veiprosjekter (Vegdirektoratet, 2014 a) skal det utarbeides en ytre miljøplan for alle veiprosjekter. Den skal være en del av prosjektets kvalitetsplan, i et eget kapittel eller som vedlegg slik at den kan tas ut benyttes som eget dokument. Byggeherren står ansvarlig for at det utarbeides YM-plan før det utarbeides konkurransegrunnlag for utbyggingsfasen. Entreprenøren er også ansvarlig for å ha en YM-plan som skal inneholde minimum

det som står i byggherrens. Planene varierer i omfang og kompleksitet, avhengig av prosjektets størrelse og miljøpåvirkninger. Viktig tema en YM-plan skal ta for seg er:

- Støy
- Vibrasjoner
- Luftforurensning
- **Forurensning av jord og vann**
- Landskapsbilde/bybilde
- Nærmiljø og friluftsliv
- Naturmiljø
- Kulturmiljø
- Energiforbruk
- Materialvalg og avfallshåndtering

YM-planen er ment som et hjelpemiddel helt i starten av prosjekteringsarbeidet. Planen skal sikre at føringer og krav for det ytre miljø innarbeides i konkurransegrunnlaget. Mål og krav for tiltak og løsninger som skal gjennomføres som permanente eller midlertidige tiltak skal beskrives. (Vegdirektoratet, 2014 a) At det innarbeides i konkurranse grunnlaget er spesielt viktig fordi da vil entreprenøren være informert om viktigheten av føringene helt fra starten og de vil ta hensyn til det i prisen de forespeiler når de gir tilbud på jobben. YM-planen inneholder viktig informasjon til entreprenør og anleggsarbeiderne. All planlegging for å bevare våtmark områdene under anleggsdriften blir forgjeves hvis ikke intensjonene blir forstått av den som faktisk skal utføre jobben. Når det gjelder byggherrens valg av entreprenør, så er det viktig at man velger ISO sertifiserte (1401, miljøsertifisering) aktører som forstår viktigheten av temaene som denne rapporten omhandler (Frøslid, 2016).

### **3.5.5 Forurensning av jord, vann og naturmiljø.**

«Gravearbeider og anleggsaktiviteter skjer ofte i og langs vassdrag. Nedbyggingen av landbruksareal medfører graving i, bort-transport og massedeponering av landbruksjord med høyt innhold av fosfor og andre næringsstoffer. Masseforflytning og anleggsarbeid langs vassdrag kan i tillegg føre til spredning av uønska arter som for eksempel vasspest, kjempebjørnekjeks, slirekne og kjempespringfrø.» (Asplan viak, 2011). Hvis man benytter seg av jord som en mistenker kan inneholde frø fra uønskede arter er det viktig å hindre disse frøene i å spire. Frøene til enkelte uønskede arter kan overleve svært lenge, faktisk helt opp til 50 år. Hvis en skal deponere slike masser

er det viktig at de graves ned med stor overdekning (4-5m) av rene masser og eventuelt pakkes inn i fiberduk. Ved oppgraving og masseutskifting med av forurensede masser bør denne rutinen følges.

- Masse graves opp og transporteres enten i mellomlager eller direkte til godkjent avfallsmottak.
- Det skal ikke rotes i den forurensede massen og en skal sikre at den ikke sprer seg til rene masser.
- Mellomlager skal være klargjort for mottak av forurensede masser. Avrenningen fra mellomlageret skal være sikret slik at ikke forurenset vann slipper ut på området rundt
- Ved endelig deponering skal det fylles ut et deklarasjonsskjema, og sjåføren vil motta ferdig utfylt deklarasjonsskjema når massen er levert. Dette skal føres inn i avfallsrapporten for anlegget.
- Maskiner og utstyr skal vaskes for å unngå spredning av uønskede masser. (Narverud, 2013)

### 3.5.6 Kontroll over sedimentene

Anleggsvirksomheten i nærheten av et viktig våtmarksområde, slik som Storelva, er et stort bekymringsmoment og bør utføres med den største forsiktighet. Et viktig tema i denne sammenheng er å ha kontroll på hva som slippes ut av vann i vannforekomsten.

«Partikler i vann kan skape miljømessige og praktiske problemer. I nedbørfelt med landbruk og bebyggelse vil partiklene ofte inneholde næringsstoffer som kan øke eutrofieringen av innsjøer, eller miljøgifter. I tillegg vil partiklene hindre lysgjennomtrengning og redusere bruken av vannet til fritidsaktiviteter. Partikler kan også øke slitasjen på tekniske installasjoner som pumper og turbiner. Det er med andre ord mange gode grunner til å redusere partikkelinnholdet i vann. Ideelt sett bedres vannkvaliteten ved å hindre erosjon (jordtap) i nedbørfeltene, for eksempel ved å ha minst mulig jord uten vegetasjonsdekke og stabile bekke-/elveskrånninger.



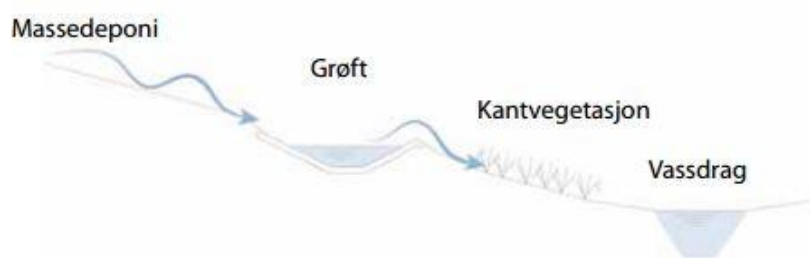
**Figur 46** Eksempel på erosjonssikret elvebredde langs Storelva ved Busund. Elvebredden er plastret med stein for å hindre at vannet får direkte kontakt med de mer erosjonsutsatte jordmassene (foto: forfatter).

I praksis vil jord eksponeres for nedbør under utbyggingsarbeider og landbruksvirksomhet. Ofte vil ”sårene” i terrenget gro langsomt pga. hardt klima eller ustabile skråninger. Ett alternativ for å hindre at avrenningen ender direkte opp i en resipient vil være anlegging av sedimentasjonsdammer» (Braskerud, 2006)



**Figur 47 Eksempel på sedimentasjonsbasseng utformet for rensing av veivann.(Åstebøl, 2013)**

Et sedimentasjonsbasseng (figur 47) er designet slik at for eksempel anleggsvann blir bremsert opp i et basseng hvor det står stille lenge nok til at uønskede partikler som vannet inneholder rekker å sedimentere, (synke ned til bunn), før vannet kan slippes ut på resipienten. Et sedimentasjonsbasseng bør være relativt grunt og ha tilstrekkelig med areal slik at vannet ikke blir for dypt, da tar det nemlig lenger tid før partiklene når bunnen og binder seg med de resterende massene der. Det er mange måter å utforme sedimentasjonsdammer/bassenger/grøfter på. De bør tilpasses spesielt til hvert enkelt prosjekt etter vurdering av nedbørsfelt, tilgjengelig areal, om de skal være permanente eller midlertidige, nødvendig kapasitet og mulighet for drift og vedlikehold. Det bør uansett plasseres nedstrøms av anlegget (figur 48).



**Figur 48 Hovedprinsipp for plassering sedimentasjonsgrøft. Grøft kan i denne sammenheng også bety sedimentasjonsbasseng og massedeponi kan også være anleggsplassen (Asplan viak, 2011).**



En mulighet for utforming kan være å dele bassenget i to eller flere kammer, energi- begrensnende kammer hvor vannet blir roet ned og en sedimentasjonskammer hvor partiklene synker til bunn. Spesielt i den energi begrensnende dammen bør det være plastret med stein og eventuelt permeabel duk. Etter at vannet har roet seg kan det ut i fra rensebehovet filtreres gjennom en eller flere voller av stein inn til sedimentasjonsdelene. Her bør vannet stå stille litt før det slippes ut på resipient.(Rynning, 2013)

Alt anleggsvann bør renses og det kan føres til permanente og midlertidige sedimentasjonsbassenger. Det bør anlegges mindre midlertidige bassenger der vannet samler seg ved store regnskyll og ved vannforbrukende anleggsvirksomhet, som for eksempel vaskeplass. Ved sårbare vannforekomster bør sedimentasjonsbassengene dimensjoneres for kraftige regnskyll med overløp til sekundære sedimentasjonsbasseng for sikre ved ekstresituasjon (Rynning, 2013). Dersom sedimentasjonsbassengene ikke renses vannet tilstrekkelig for å møte utslippskravene, eller at det ikke er tilgjengelig tilstrekkelig areal, må vannet behandles videre i for eksempel containerbaserte renselanlegg (Frøslid, 2016).

Det kommer til å stilles krav til mengde utslipp som aksepteres og krav til overvåkning vassdraget generelt og overvåkning av utslipp til vassdrag. Det skal utarbeides en ytre miljøplan for anleggsarbeidet hvor alt skal være beskrevet. Denne må godkjennes av myndighetene. Overvåkningen av vassdraget skal gjøres i regi av byggherre. Det skal da kontinuerlig måles PH og turbiditet oppstrøms og nedstrøms for anleggsområdet. Entreprenøren er ansvarlig for å overvåke utslippene av anleggsvann til vassdraget. Dette gjelder for utslipp fra både permanente og midlertidige rensesbasseng, samt eventuelle anlegg for rensing av boreslam (Skoglund, 2012).

### 3.5.7 Vegetasjonssone

«I vassdrag med års-sikker vannføring skal det opprettholdes en begrenset naturlig vegetasjonssone (figur 49) som motvirker avrenning og gir levested for planter og dyr»(Asplan viak, 2011). I tillegg vil bevaring av naturlig vegetasjon bidra til erosjonssikring, sedimentasjonskontroll, binde til seg støv og dempe støy og forurensning fra anleggsarbeid. Det er en veldig kostnadseffektiv måte å oppnå de overstående effektene på. En slik vegetasjonssone bør være minst 6m bred, beregnet ut i fra normal vannstand i vassdraget (Frøslid, 2016).



**Figur 49 Eksempel på naturlig vegetasjonssone på Mælingen (foto: forfatter).**

### 3.5.8 Beplantning

Det er mulig å plante ny vegetasjon som vil gjøre samme nytte som å bevare eksisterende. Både midlertidig og permanent beplantning vil kunne erosjonssikre og for eksempel ferdigplen gir umiddelbar virkning på avrenningen fra skråninger (Frøslid, 2016).

### 3.5.9 Kun rene materialer til utfylling.

Ved eventuell steinfylling langs eller i nærheten av vassdraget hvor det forventes at overvann vil renne av bør fyllingsmaterialet vaskes før det legges ut. Hvis en ikke kan sørge for at fyllingsmaterialene er rene må av-vannet fra disse renses. Hvis fyllingen skal ligge i direkte kontakt med vann må man sørge

for at det er rene masser da rensing er vanskelig i dette tilfellet. «Deponering av sprengstein fra for eksempel tunneler kan medføre utslipp av ulike nitrogenforbindelse som nitrater, ammonium, ammoniakk og andre nitrogenforbindelser som kan virke som gjødsel for planter på land og i vann. Ammoniakk (NH<sub>3</sub>) er en giftig forbindelse som dannes når ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) kommer i et basisk miljø»(Statens vegvesen, 2006). Det er stort sett sprengstoff som lager forurensingen i sprengsteinen. For prosjektet E16 og Ringeriksbanen vil det bli et massivt overskudd av sprengstein fra drifvingen av tunneler gjennom fjellet fra Bærum til Sundvollen. Det ville være svært hensiktsmessig å benytte denne sprengsteinen, hvis kvaliteten er god nok. Blir det valgt å drive tunnelene med tunnelboremaskin (TBM) er det vanskeligere på grunn av at steinen som produseres av en TBM er svært finkornet. Skal en benytte seg av sprengsteinen er det viktig at den vaskes før den legges ut. Dette gjøres ved å spyle steinen inne i tunnelene før borttransport. På denne måten er man sikker på at vaskevannet blir rensert fordi det som regel er renseanlegg for tunnelvanne. (Frøslid, 2016).

### 3.5.10 Siltgardiner

En siltgardin (figur 50) er en vevd duk med mikroskopiske åpninger (porer) hvor hensikten er at vannet skal passere men ikke partikler. Bruk av siltgardiner kan ha ulike formål, som for eksempel

- å hindre spredning av de ulike partikkeltypene til områder hvor de kan bli opphav til problemer, eller forårsake skader.
- å styre partikler til et område for sedimentering slik at disse kan fjernes ved anleggsslutt
- å holde tilbake de ulike typene av partikler for å unngå uønsket blakking av vannsøylen over et større område, og for å ha kontroll på anleggets gjennomføring

Siltgardiner brukes for å hindre eller å styre partikler i vann og derved etablere et avgrenset forurensningsområde. I forbindelse med anleggsarbeider, skal siltgardiner vurderes brukt ved

- graving i og nær vannkanten, graving i og nær utløp av bekker og elver, mudring i vannforekomsten
- utlegging av masser nær eller i vannforekomster som trinn i renseløsningen som velges for drive-, bygge- og anleggsvann før utslipp.



**Figur 50 Siltgardin benyttet langs land ved graving i et vei- og baneprosjektet langs Mjøsa. En ser tydelig forskjellen i partikkelinnhold på innsiden og utsiden av siltgardenen. (Systad, 2013)**

I tillegg til siltgardiner bør man legge ut oljelenser eller oljeabsorberende flottører. Dette for å samle opp lekkasjer av diesel og hydraulikkolje fra anleggsmaskiner, samt utlekking av forskjellige oljetyper fra kabler og fra forurensede oppgravde masser. For å oppnå ønsket funksjon ved bruk av siltgardiner i et anlegg, må man velge riktig siltgardintype og sørge for nødvendige fester og forankringer. Videre må gardinen tilpasses de lokale forhold på anleggsstedet og være knyttet til arbeidene som skal gjennomføres. Det bør fortrinnsvis benyttes siltgardiner som går helt ned til bunnen, og de bør forankres her (Winther-Larsen, 2013).

### **3.5.11 Anleggsveier i våtmark**

For å bygge fundamenter til broene over land ved Busund må det mest sannsynlig etableres en anleggsvei langs hele linjen. Peleriggen vil være det tyngste utstyret som kreves for å bygge fundamentene. Ved utstøpingen av pelene kan man benytte seg av betongpumpe slik at en unngår bruk av kran. Busker og trær må fjernes i traseen. Anleggsveien kan anlegges ved at man legger ut dobbelt lag med fiberduk, før underlaget kan jordarmes med krysslakte bord, geonett eller armeringsduk. Så



kan det legges ut et forsterkningslag av stein som det kan trafikkeres oppå. Et viktig poeng er å bruke steinmaterialer som tåler trafikken uten for mye knusing. Nedknusing av steinen skaper finstoff som igjen forurenses massene og omgivelsene og gjør oppryddingen vanskeligere. Det samme gjelder hvis man underdimensjonerer overbygningen til anleggsveien. Har man ikke tilstrekkelig bæreevne vil undergrunnen presses opp i overbygningen og man vil få større deformasjoner og bortgravningen av anleggsveien og revegeteringen vil bli mer komplisert og tidkrevende. For å sikre bæreevnen til anleggsveien er drenering viktig og det kan være hensiktsmessig å anlegge grøfter for å sikre dette. (Frøslid, 2016)

Omfanget av eventuelle anleggsveier bør holdes til et absolutt minimum med strenge restriksjoner. Utleggingen og byggingen av anleggsveien bør gjøres med lette maskiner, eventuelt store maskiner med lang rekkevidde, og marktrykk som underlaget tåler.

Etter byggingen fjernes anleggsveien, forsterkningstiltak og fiberduk. Det må påregnes at opprinnelig grunn under midlertidig anleggsvei kan bli deformert på grunn av den økte påkjenningen fra oppfyllingen og trafikken. I så tilfelle bør terrenget rekonstrueres og revegeteres med vegetasjonsdekket som lå der før anleggsveien ble etablert. Dette er et viktig moment da det kan betraktes som en «frøbank» som sikrer at den samme vegetasjonen som var der fra før kommer tilbake. Det trengs ikke å glattpusse, eller å så til vegetasjonsdekket ved tilbake leggingen av dette. Det bør strøs løst over grunnen og la det naturlige vannet i regn og grunn gjøre jobben med å integrere massene igjen. Vegetasjonen trenger tid før den er reetablert 100 % og sjeldne og sensitive arter er det ikke sikkert man kan lykkes med å rekonstruere/revegetere (Frøslid, 2016).

### 3.6 Valg av broløsning

Denne oppgaven skal i utgangspunktet ikke handle om valg av løsning for brokonstruksjon, men som ledd i vurderingen av anleggsteknisk løsning er det nødvendig å si noe om temaet. Spesielt for traseen som er foreslått over Storelva ved Busund (figur 51) er valg av brotype essensielt. Det skal her krysses over elven samt en isolert halvøy med mye våtmark og verdifull vegetasjon samt en kroksjø (figur 52) med et rikt biologisk mangfold.



**Figur 51** Oversiktsbilde over krysningsstedet ved Busund. De røde strekene representerer ytterkantene av korridoren. Broene vil ligge mellom disse (Norgebilder.no, 2016).

Tilgangen til halvøya er veldig begrenset for anleggsmaskiner i dag og en anleggsvei der for å anlegge bropilarer vil være svært skadelig for dette miljøet.

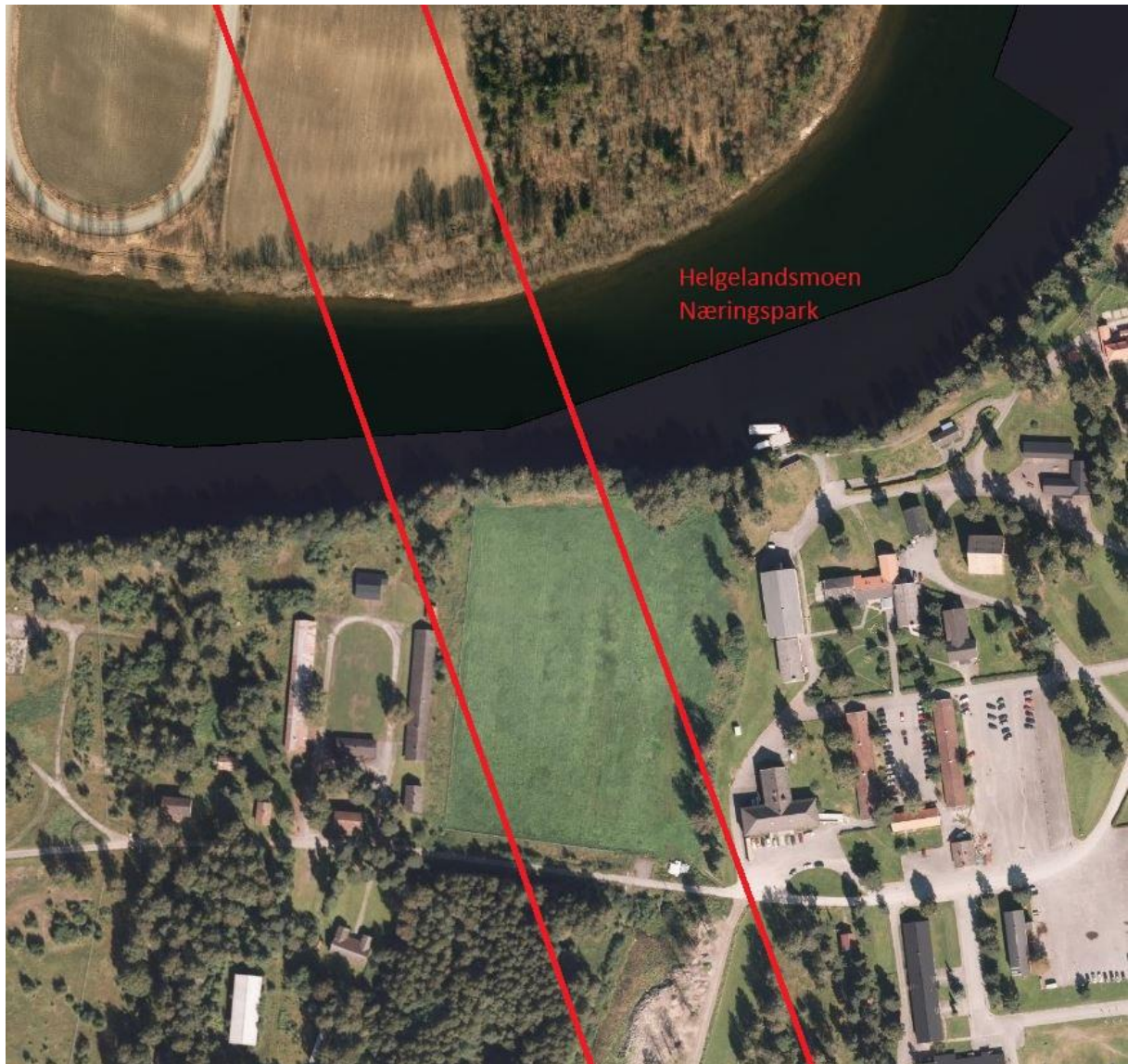


**Figur 52 Kroksjø ved Busund (foto: forfatter).**



Det kan virke innlysende at en bør velge en brotype som minimerer antall pilarer som må anlegges i dette området. Det vil si en bro med lengre spennvidde enn man vanligvis anlegger ved en elvekryssing.

Ved Helgelandsmoen er forholdene noe lettere da det her blir en mer ren elvekryssing som kan være vesentlig kortere, det er også mer tilgjengelig for anleggsdrift som figur 53 viser.



**Figur 53** Oversiktsbilde over krysningsstedet ved Helgelandsmoen. De røde strekene representerer ytterkantene av korridoren. Broene vil ligge mellom disse. (Norgebilder.no, 2016)

Det er mange forhold som må vurderes når en velger brotype. Fagetatene har foreslått betongkassebruere med typiske spenn på 40 m som konstruksjonsmetode (SVV og JBV, 2016). Det er gjeldende for denne brotypen at lengre spenn for å unngå fundamenter i elva medfører stor konstruksjonshøyde. Stor konstruksjonshøyde vil bli veldig dominerende i det flate landskaper på Helgelandsmoen og ved Busund.



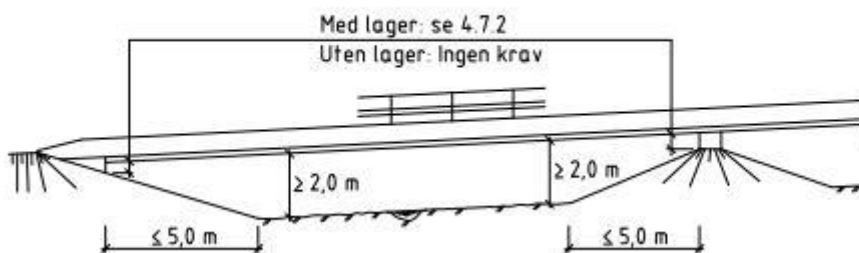
Storelva er ca. 150 meter bred, dersom det skal unngås pilarer i elva må det benyttes en annen brutype enn det som er foreslått. Dersom det skulle benyttes underliggende bæring ville det ut i fra spennelengde og økonomi vært mest hensiktsmessig å anlegge en fritt frambygg bru. En veibru med spennelengde på 150 meter vil ha en tverrsnitthøyde ved pilarene på om lag 8 meter og ca. 3,5 meter midt i spennet. Dette blir altså svært dominerende konstruksjoner. Henge- eller skråstagbru ville være helt ute av skala for kryssingen i det flate landskapet og konstruksjonen (kablene) ville være farlige for fuglene i våtmarksområdet. Av andre typer bæring er nok en fagverksbru i stål mest realistisk. Konstruksjonshøyden på en slik bru ville blitt 10-12 meter. Sammenlignet med en fritt frambygg bru vil en fagverksbru være vesentlig dyrere å bygge (SVV og JBV, 2016).

I tillegg til konstruksjonshøyden er det krav til fri høyde under broene, ved Busund vil broene gå både over vann og terrenget.

Kravet for fri høyde over vassdrag er i følge Statens vegvesens Hb N400, minimum 0,5 meter over høyeste vannstand ved 200 års-flom

Fri høyde over terrenget skal være minimum 2,0m.

*Avtrapping av fri høyde mot landkar eller søyle kan foretas over maksimalt 5,0 m lengde.*

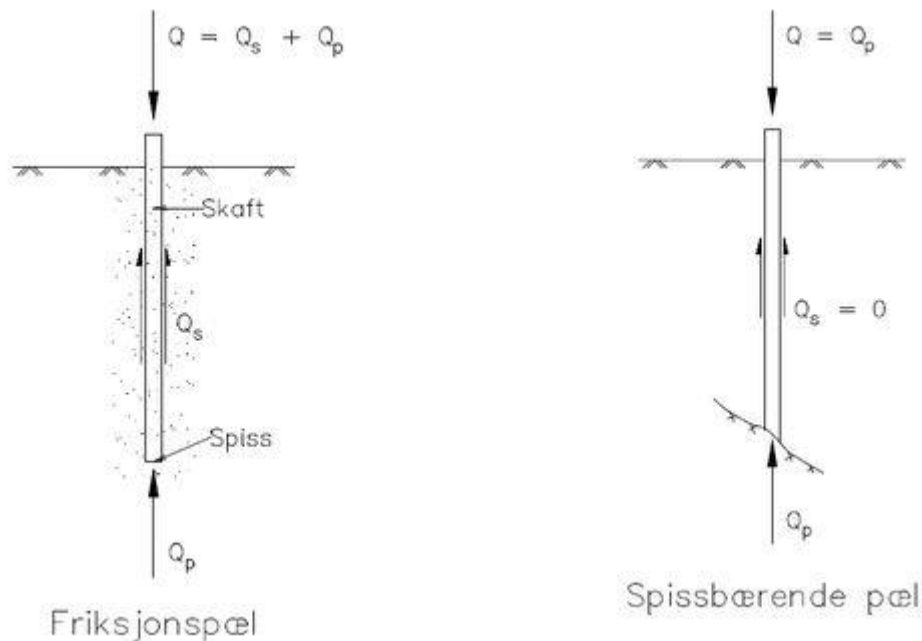


**Figur 54 - Fri høyde over terreng (Vegdirektoratet, 2015)**

Det er trolig at en er nødt til å anlegge noen pilarer ute i vannet og det antas at det skal være mulig å drive ned pilarene med en pelerigg montert på en flåte. En annen potensiell mulighet er å spunte og anlegge en tørr byggegrop hvor man kan støpe fundamenter for broen tørt. Dette avhenger av dybde og strømningsforhold i elven (SVV og JBV, 2016). Ved kryssingsstedet ved Busund er deler av elven ganske grunn (0,5-1m avhengig av vannføring) og strømningshastigheten er moderat. Ved kryssingsstedet på Helgelandsmoen er elven dypere og strømningshastigheten er moderat også her.

Når pelene er drevet ned og utstøpt kan overbygningen over elva støpes på stillasvogn som bærer fritt mellom pilarene. Man støper så et spenn før vognen skyves frem mot neste piler. Betongen kan da fraktes med bil og pumpes fra den ferdigstøpte delen av broen. Ved å benytte samme metode innover land unngår man stillas fundamentert på land. Dermed berører ikke arbeidene områdene under broene. Dette er svært viktig ved landområdene ved Busund, mellom elva og kroksjøen (SVV og JBV, 2016).

Blir det valgt utstøpte stålørspeler må disse rammes, drives eller borres ned i grunnen. Det antas at det må benyttes friksjonspeler (figur 55) da det er langt til fjell begge områdene for kryssing. Det benyttes da spyling av vann med høyt trykk inne i pelen for å rense ut massene som trykkes inn i pelen. Dette slammet vil inneholde store mengder leirpartikler. Utførende entreprenør står som regel fritt til å velge om slammet skal behandles på stedet og slippes ut på lokal resipient, eller suges opp på tanker, transporteres vekk og behandles et annet sted.



**Figur 55 Friksjonspæl og spissbærende pæl (Jernbaneverket, 2016 b)**

Ved lokal rensing av slammet har man følgende alternativer:

1. Forskjellige varianter av sedimentasjonsbassenger. Permanente og midlertidige bassenger som vannet enten pumpes inn i eller ender opp i av seg selv. Vannet kan også filtreres med for eksempel selvreinsende sandfilter, enten på vei inn eller ut av bassengene, eventuelt på vei tilbake i resipienten. Dette avhenger av partikkelinnhold og utslippskrav. Fordelen med slike løsninger er at de etter etablering er ganske selvgående. Men på grunn av vannets potensielt lange oppholdstid i dammene må disse ofte være ganske store og arealkrevende siden de ikke skal være for dype da dette forlenger tiden det tar å sedimentere partiklene i vannet.
  2. Containerbasert kjemisk renseanlegg med kjemikaliedosering, flokkulering og sedimentering. Dette gjør renseprosessen raskere og mindre arealkrevende, men det krever mer ettersyn, det må driftes av aggregat eller strøm og bruken av kjemikalier som benyttes kan være kostbare må ha dokumentasjon i med tanke på miljø- og helseeffekter. (Frøslid, 2016)
- Avvannet slam som blir igjen i sedimentasjonsbassengene og som produseres i eventuelle renseanlegg kan benyttes videre på anlegget som fyllmasse, men det må sørges for at disse massene ikke er utsatt for avrenning under alle forhold, slik som regnvær, snøsmelting og flom (Skoglund, 2012).

### **3.7 Kobling mot analyse og konklusjonen**

I neste kapittel gjøres det en analyse av de to foreslåtte trasealternativene. Dette skal gjøres med bakgrunn i blant annet dette kapitlet. Hovedmålet med oppgaven er å komme frem til den mest skånsomme traseen for kryssing av Storelva. Og dette vil være vektet i forhold til andre temaer i neste kapittels konsekvensanalyse og videre anbefaling a trasealternativ.

## **4 Metode**

### **4.1 Tegningsverktøy og prosjektering**

### **4.2 Fremgangsmåte for analyse og utvelgelse**



#### **4.1 Tegningsverktøy og prosjektering**

Begge alternativer som tidligere er prosjektert av Norconsult for Statens vegvesen og Jernbaneverket skal gjennomgås og optimaliseres. Det er innhentet digitalt grunnlag i form av kartgrunnlag og tidligere prosjekterte linjer. Alternativene skal som nevnt i målsettingen optimaliseres på bakgrunn av hensynet til blant annet våtmarkene. Anleggstekniske forhold som er beskrevet i kapittel 3.5, samt lovverk og føringer fra Ramsarsekretariatet vil være viktige i optimaliseringen. I tillegg skal prinsippene for god linjeføring og veibygging ligge til grunn. Disse prinsippene gjennomgås i kapittel 5.2.

#### **4.2 Fremgangsmåte for analyse og utvalgelse**

Hovedfokus i oppgaven er som nevnt å sikre de viktige verdiene i våtmarksystemet Storelva er en del av. Terrenginngrepene vil bli store for begge alternativer og minimaliseringen av disse vil bli avgjørende. Anleggsgjennomføringsmulighetene vil også legges til grunn for utvelgelsen av alternativene i denne rapporten. Politiske ønsker og føringer vil det ikke bli tatt hensyn til og det vil være det veitekniske som er prioritert, men lovverket og internasjonale føringer fra Ramsarsekretariatet vil vektlegges sterkt. Det skal også sees på kostnader og beregningen av dette vil være enkel t fremstilt ved hjelp av prissatte byggeklosser og løpemeterbetraktninger (kapittel 6.2.4 og vedlegg 8)

## **5 Optimalisering av trasealternativer**

### **5.1 Generelt**

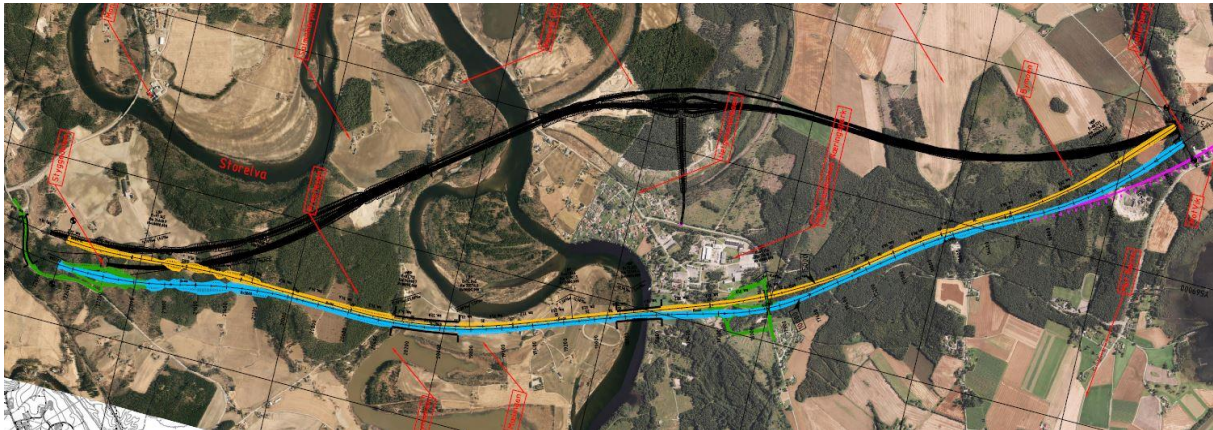
### **5.2 Prinsipper for lokalisering av vei- og jernbanelinjer i landskapet**

### **5.3 Helgelandsmolinja – Alternativ 1**

### **5.4 Busundlinja - Alternativ 2**

## 5.1 Generelt

Linjene som skal gjennomgås, optimaliseres og rangeres er som tidligere nevnt to varianter av «delstrekning 4» (linje 4f og 4g) (Statens vegvesen, 2012), som er fagetatens benevnelse på prosjektet E16 Skaret-Hønefoss og Ringeriksbanen. Delstrekningen strekker seg fra Kjellerberget, litt Nord for Vik til Styggedalen rett sør for Hønefoss (figur 56).



**Figur 56 Utklipp av tegning B03 fra vedlegg 9 (tegningshefte) Tegningen viser begge trasealternativene på delstrekningen. Helgelandsmolinja er i farger mens Busundlinja er svart. Startpunktet på Kjellerberget ligger på høyre side i figuren (øst), mens Styggedalen er til venstre.**

Optimaliseringen av disse linjene vil gjøres med et ønske om å minimere de negative konsekvensene for våtmarker og miljø generelt, men en må selvfølgelig se linjene som en helhet fordi en for ensidig optimalisering vil ikke føre til et godt sluttprodukt. Optimaliseringen bør gjøres med bakgrunn i en del viktige prinsipper som en veiingeniør bør vite noe om. Noen av disse blir listet opp og forklart i neste delkapittel. Prinsippene omhandler hovedsakelig vei men mange av dem er direkte overførbare til jernbane også.

## 5.2 Prinsipper for lokalisering av vei- og jernbanelinjer i landskapet

Dette avsnittet bygger på utleverte forelesninger og pensumlitteratur fra faget vei og miljø på NTNU, (Hovd, 2014 a) (Hovd, 2014 b) samt egne erfaringer og kunnskaper ervervet som veiingeniør.

Det er mange hensyn å ta når en vei skal plasseres i landskapet. Politiske prioriteringer/føringer og fagmessige råd kommer ofte i konflikt med hverandre. Hvilke hensyn som skal tas kan også variere i ulike tidsperioder. Rett lokalisering er et premiss for om en vei skal bli vakker og for at den skal oppfylle sin tilsiktede funksjon. Veien skal tjene et forhold og løse et problem og det må være en forutsetning at veiens lokalisering løser det problemet som veien skulle løse. Noen viktige elementer å legge vekt på for rett lokalisering er

- Mønster i landskapet
- Randsoner; overgang mellom ulik land- og terrengform, elver/vann og land
- Rom
- Skala

I tillegg må lokaliseringen bestemmes ut i fra hensyn til

- Dyrket mark
- Støy
- Strandsoner/vassdrag
- Miljø og økologi
- By-form og struktur
- Friluftsområder
- Sammenhengende naturområder
- Kulturlandskap, kulturminner
- Forurensning
- Trafikksikkerhet

Den ideelle veilinja bør ha kontinuitet, rytme og utvikling. Veien skal oppleves som oversiktlig og det skal være muligheter for å orientere seg. Gode siktforhold og utsyn til omgivelser vil bidra til dette. Jevn geometri med vekselvis høyre og venstre kurver gir sikker og komfortabel kjøring. Høybrekk i ut-kurve og skjæring, mens lavbrekk i inn-kurve og fylling. Veien bør innordne seg eller understreke terrenget/omgivelsene og ikke dominere. Dette vil bli E16 og Ringeriksbanens største utfordring. På grunn av det store tverrprofilet med firefelts vei, dobbeltsporet jernbane og buffersoner ved siden av og mellom vei og bane. Totalt vil korridorbredden på hele profilet bli ca. 90 m. På grunn av jernbanens og motorveiens stive kurvatur blir tilpasningen meget krevende. Anleggets skala blir også et problem med tanke på omgivelsene og terrengformene i området. De fleste av de overnevnte prinsippene for plassering av veilinjer i terrenget vil også gjelde for jernbanen, men strengere krav til kurvatur vil gjøre prinsippene vanskeligere å følge.

I området hvor denne oppgaven skal gi anbefaling for trase, er terrenget en blanding mellom skog og åpne vidstrakte jordbrukslandskap. Det skal i tillegg krysses en elv, Storelva. I denne landskapstypen kommer disse gyldne reglene inn: Veien og banen skal legges i landskapet, ikke på landskapet. En slik terrengetype er sårbar for fyllinger. Ved vassdrag er det viktig og holde god avstand fra randvegetasjon. Når det gjelder overgangssoner mellom åker og skog bør det ikke skjæres inn i vegetasjonen. En bør holde avstand men ikke å etterlate seg tomrom mellom vei og vegetasjon. Små innklemte deler av



åkere som blir igjen etter det overnevnte vil være mindre verdifulle på grunn av vanskeligere drift, og dårligere solforhold.

Planprinsippene bør være slik at hovedmålet er være å bevare biologisk mangfold, natur og kulturmiljø. Landskapsverdier skal vernes om, og mulighetene for å drive med friluftsliv skal ivaretas. Man bør ikke gjennomskjære verdifulle naturområder. Fiskenes frie vandringsveier og dyrenes trekkveier er viktige og skal opprettholdes. Økologisk samspill som har utviklet seg over tid kan kanskje aldri fullt ut gjenopprettes, og derfor skal en være ekstra oppmerksom på viktigheten av dette. Der uheldige tiltak ikke kan unngås, skal det utføres avbøtende tiltak. Avbøtende tiltak kan for eksempel være oppretting av nye habitater for berørte planter og dyr, viltovergang eller lignende.

### **Vei og vannforekomst.**

Strandlinjene langs Storelva og dens kroksjøer er et viktig tema i denne analysen. Vei i strandsonen kan skape nedenfornevnte problemer:

- Brudd på samspillet mellom vann og land
- Dyre og planteliv blir redusert til et minimum
- Utveksling av næringsstoffer kan bli redusert til et minimum
- Strandorganismenes livsgrunnlag forsvinner
- Produksjonene i vannmiljøet forsvinner
- Veien skaper en barriere for dyr og friluftsliv.
- Avrenning fra veibanen. Salt og andre kjemikalier kan skade nærmiljøet og livet i vannet.
- Vanntilknyttet kulturmiljø mister sin kontakt med vannet.
- Landskapsbildet forringes

### **Linjeføring for bruer**

For uansett hvilken trase som velges må Storelva krysses med bru. Noen krav til geometrisk utforming av bru er:

- Brua bør innordne seg tilstøtende veis geometri
- Krysningsvinkel større en 45 grader bør unngås, da dette resulterer i broforlengelse på 40 %
- Krav til høybrekkskurve og horisontalkuveradius økes med 50 %
- Maks stigning bør ikke benyttes

### 5.3 Helgelandsmolinja – Alternativ 1

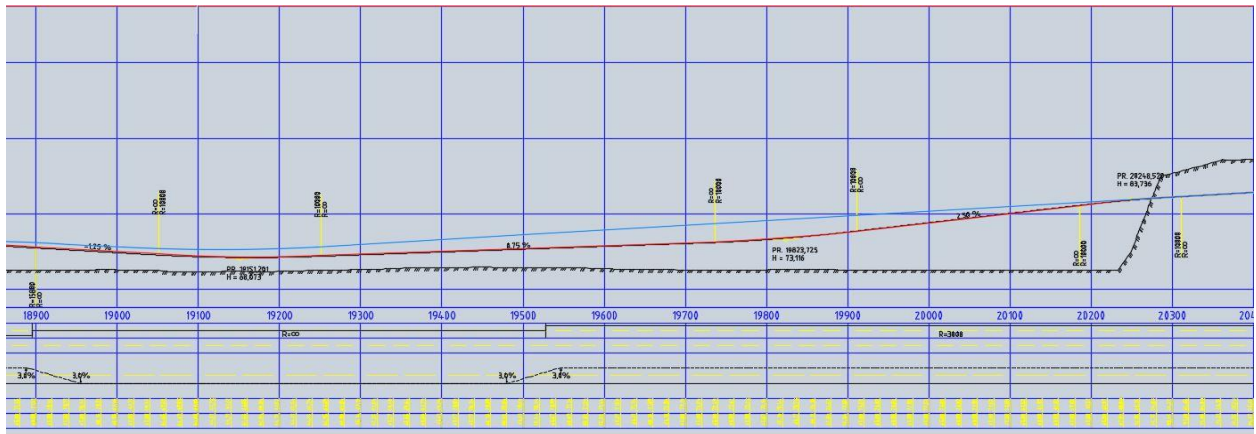
Det er undersøkt følgende områder med rom for forbedring i forhold til foreslått linje. (Listet opp under). Tiltakene det har vært mulig og ønskelig å gjennomføre ut i fra det vei- og banetekniske er nummerert og forklart lenger ned i delkapittelet. Ikke utførte tiltak er forklart på slutten av delkapittelet. Det henvises til tegningsheftet (vedlegg 9) for orientering i vei- og banegeometriene som her omtales.

- Fyllingen over Mælingen. Senkning av linjene, stigninger og andel bro og fylling skal vurderes
- Kulturminne ved tunnelpåslag, Kjellerberget. Mulig sideforflytting for å redde kulturminne som kommer i direkte konflikt med foreslått utforming.
- Synneren; er det mulig med en sideforflytting for å unngå den lille tarmen man passerer over?
- Beliggenhet og retning av linjer inne Helgelandsmoen næringspark og krysningssted av Storelva skal vurderes.
- Forlengelse av bro innover land ved elvekryssingen for å berøre randsonen mellom vann og land mindre i grad og for å unngå erosjon ved anlegning av brokar.
- Heving av linje vest for Helgelandsmoen med tanke på flom etter notat fra Norconsult.
- Foreligger geometri som må endres med tanke på endringer i geometriske krav for overgang fra 100 km/t til 110 km/ for vei skal vurderes

Med bakgrunn i oppgavens fokusområde, nemlig å minimere de midlertidige og permanente konsekvensene for våtmarkene, forhold som rapporten avdekker og de overnevnte prinsipper for linjeføring er det lagt opp til følgende optimaliseringstiltak på det foreslåtte traseforslaget som Statens vegvesen og Jernbaneverket har fremmet.

## 1. Minimering av fylling over Mælingen

For å redusere fyllingshøyden over Mælingen må det tas utgangspunkt i jernbanelinja siden den har de strengeste kravene til linjeføring. Ut i fra valg av vertikal kurveradius på foreslått linje fra Jernbaneverket ligger det inne  $R_{v_{\min}} = 10000\text{m}$  noe som skal tilsi at det er tenkt at banen skal kunne kjøre med 200 km/t på denne delen av strekningen. Stigningen opp mot Prestmoen ligger på 1,25 % som er normalkravet for bestemmende stigning for jernbane. Det optimaliseres ved å senke lengdeprofilene for vei og bane og benytte en brattere stigning (2,5 %) opp mot Prestmoen plataået. Minimumskrav for absolutt stigning for jernbane er 3 % over maks 300m. Dette kravet overholdes med den nye linjeføringen. Brattere stigning fører til høyere energiforbruk for togene som trafikkerer sporet. Det ansees at hensynet til våtmarkene er viktig nok til at en må godta en liten ulempe med tanke på sporgeometri og drivstofføkonomi for jernbanen lokalt.

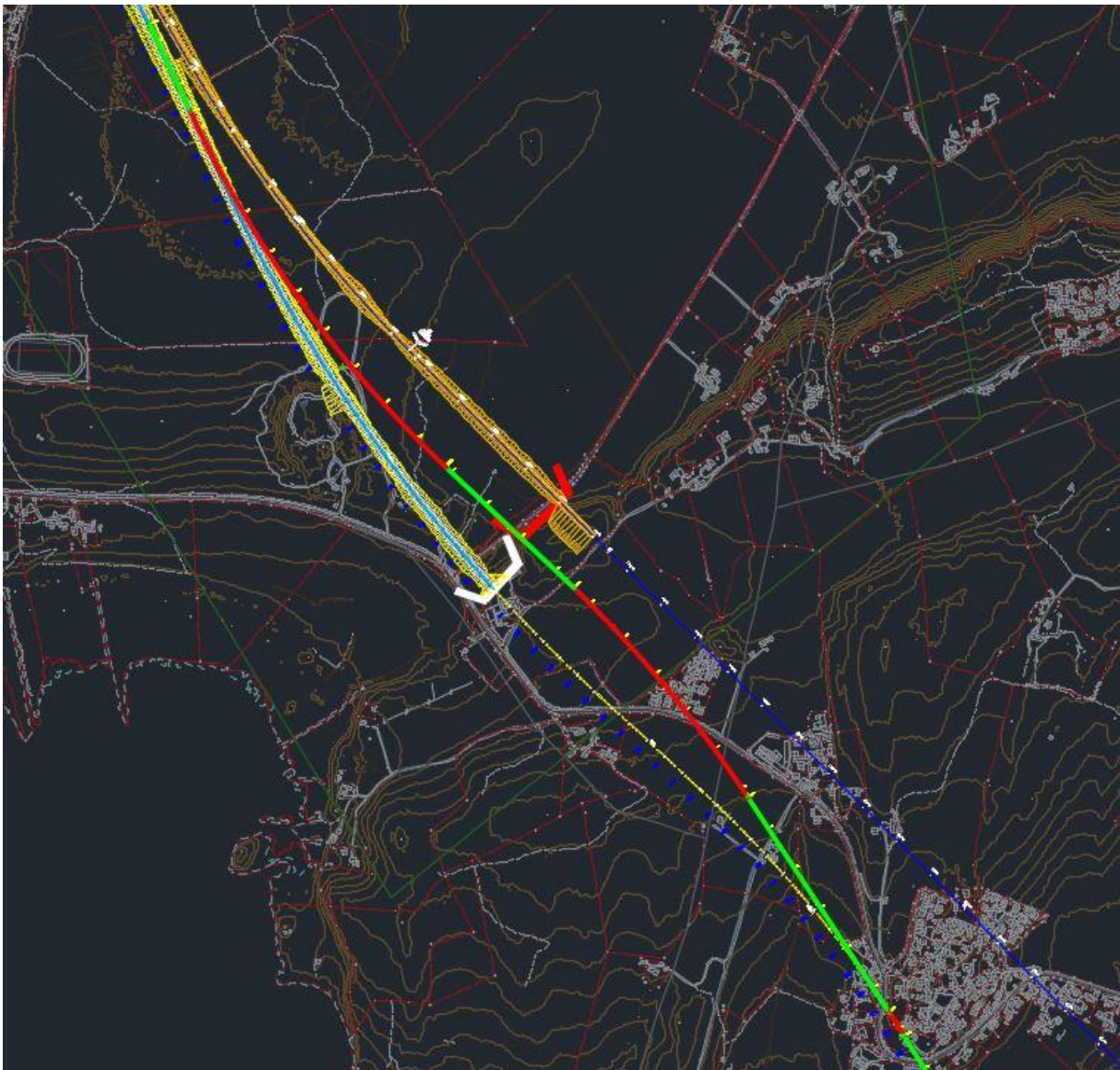


**Figur 57** Utklipp av lengdeprofil for vei over Mælingen halvøya. Rød linje er optimalisert linje, mens blå linje er foreslått linje fra SVV/JBV. Lengdeprofil for jernbane er senket tilsvarende.

En slik justering som figur 57 viser vil kreve en godkjenning fra Jernbaneverket da man fraviker fra normalkrav. I tillegg er viadukten som tar siste del av stigningen opp mot Prestmoen forlenget 30 m sørover for å minke den visuelle barriere effekten på tvers av Mælingen.

## 2. Sideforflytning for å unngå kulturminne ved Kjellerberget.

For å styre unna et automatisk fredet kulturminne ved tunnelåpningen av planlagt veilinje på Kjellerberget sideforflyttes linja mot øst mot tunnelåpningen på planlagt trase for Ringeriksbanen (figur 58). Man må ved å gjøre dette erverve noe mer landbruksareal, men til gjengjeld så sparer man skog i stedet. Landbruksjorda var som planlagt også inneklemt mellom Ringeriksbanen og skogen og tilgangen og utstrekningen gjorde dette arealet til mindre attraktivt og plundrete å drive. Derfor ansees ikke denne justeringen som noe problem. Det ansees også som gunstig å samle vei og jernbane da dette reduserer den totale korridorbredden.



**Figur 58** Skjermdump fra prosjekteringsverktøyet, Novapoint hvor rød og grønn linje representerer sideforflytningen ved Kjellerberget i optimalisering nr. 2. Den gule senterlinja og skråningsutslaget er veilinja før optimalisering

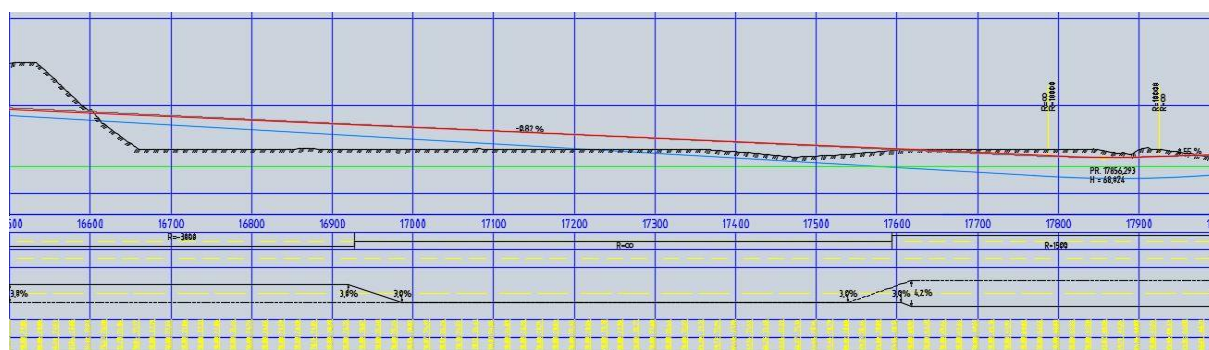


### 3. Forlengelse av bro innover land ved elvekryssing.

Som nevnt tidligere skulle det vurderes å forlenge broene innover land for å berøre det naturlige elveprofilen mindre, sikre mot erosjon i forbindelse med anlegning av brokar og spare vegetasjon i randsonen. Dette vil også opprettholde de naturlige flomveiene i større grad da brokarene kan være med å endre vannets oppførsel ved flom. Broene er forlenget med ca. 30 meter på hver side av elven, (Tegning B01 og C03 i vedlegg 9 viser endelig løsning).

### 4. Heving av linje vest for Helgelandsmoen

I flomnotatet til Norconsult som ble introdusert i kapittel 2.18 fremkommer det at linjene ligger for lavt vest for Helgelandsmoen. I notatet er det angitt at vannstand ved Helgelandsmoen vil ved 200 års flom være på 66,15 m (Uribe, 2015). Vanlig praksis er som nevnt i grunnlagskapittelet (2.18) ved flom å legge linjene på høyeste vannstand ved 200 års flom + 1 meter sikkerhetsmargin. Det håndbøkene ikke sier noe om er hvor denne anbefalingen gjelder fra i vei-/ banekroppen. Man ønsker ikke vann i konstruksjonen fordi vann vil vaske ut steinmaterialene og redusere bæreevnen på veien eller banen. Det vurderes at å kreve å holde hele veioverbygningen/jernbaneunderbygningen, inkludert frostsikring, fri for vann i en ekstremisituasjon som 200 års flom er noe strengt. Imidlertid bør forsterkningslaget holdes tørt på grunn av bæreevnen. Jernbanen har tykkeste underbygning og er således dimensjonerende. Fra banens linjepålegg er det 1,5 m ned til bunn forsterkningslag. På grunn av stor konsekvens, for eksempel avsporing, ved svekkelse i bæreevne velges derfor nettopp 1,5 m under linjepålegget som beregningsgrunnlag og sikkerhetsmarginen reduseres til 0,5 m ved valg av dimensjonerende minimumshøyde. Dermed heves linjene opp til minimum ( $66,15 + 1,5 + 0,5$ ) 68,2 m.o.h.



**Figur 59 Skjermdump fra prosjekteringsverktøy som viser lengdeprofilen til veien ved rett sør for Helgelandsmoen. Rød linje viser hevet lengdeprofil, blå linje viser opprinnelig foreslått og grønn linje viser flomvannstanden på 66,15 m.o.h. Jernbanens lengdeprofil er hevet tilsvarende. (Vertikaldataene på lengdeprofilen er 5 x forstørret)**

I området hvor linjene ligger lavt (figur 60) er det lagt opp til fullt kryss med sekundærveien over hovedlinja. For ikke å gjøre barriere effekten inne på Helgelandsmoen større som følge av en vesentlig høyere fylling er det besluttet å opprettholde prinsippet med sekundærvei over primærveien i krysset.

Skulle primærveien ligget over sekundærveien ville den ha måttet ligge på ca. kote 72,7 m.o.h med tanke på fri høyde og konstruksjonstykkelse på bro/kulvert. Dette ville ført til vesentlig høyere fyllinger inne på Helgelandsmoen Næringspark.



**Figur 60** Oversiktsbilde over kryssområde ved Helgelandsmoen. Her er foreslått lavpunkt lokalisert og området er flomutsatt ved 200 års flom (Skjermdump fra prosjekteringsverktøyet Novapoint).

Rent veiteknisk er det også bedre med sekundærvei over primærvei fordi da får man hjelp av tyngdekraften ved retardasjon opp rampene ved avkjøring og hjelp til akselerasjon ned rampene ved påkjøring til hovedveien. I tillegg vil lokalveien ha langt snillere geometrikrav enn jernbanen og motorveien, noe som muliggjør en langt mer kompakt kryssløsning totalt sett.

#### **Ikke utførte tiltak:**

Sideforflytningen for å unngå tarm av Synneren, ansees ikke som hensiktsmessig. Dette fordi det vil skape en unødvendig S-kurve for vei og bane, og man vil være nødt til å lage en fylling i kroksjøen øst for Mælingen på grunn av krav om veldig stiv linje. I tillegg vil det føre til mindre areal tilgjengelig og dermed mer komplisert løsning for lokalvei, samt at anlegget flyttes vesentlig nærmere en bolig (Mælingen nr.1) som allerede er vesentlig berørt.

Fagetatenes foreslått plassering av brokryssingene over Storelva ser ut til å være den mest hensiktsmessige. For å unngå å direkte berøre noen flere bygg inn på Helgelandsmoen Næringspark

bør linja ligge i plan, slik den ligger. Krysningvinkelen med Storelva er også ganske optimal og retningen over Mælingen det samme.

Endringen av veiklasse fra 100 km/t til 110 km/t medfører ingen geometrimessige problemer på foreslått veilinje.

Det henvises til vedlagte tegningshefte for komplette tegninger av Helgelandsmolinja, her er også noen av optimaliseringstiltakene gjort synlige.

#### **5.4 Busundlinja-Alternativ 2**

Det er undersøkt følgende områder med rom for forbedring i forhold til foreslått linje. (Listet opp under)

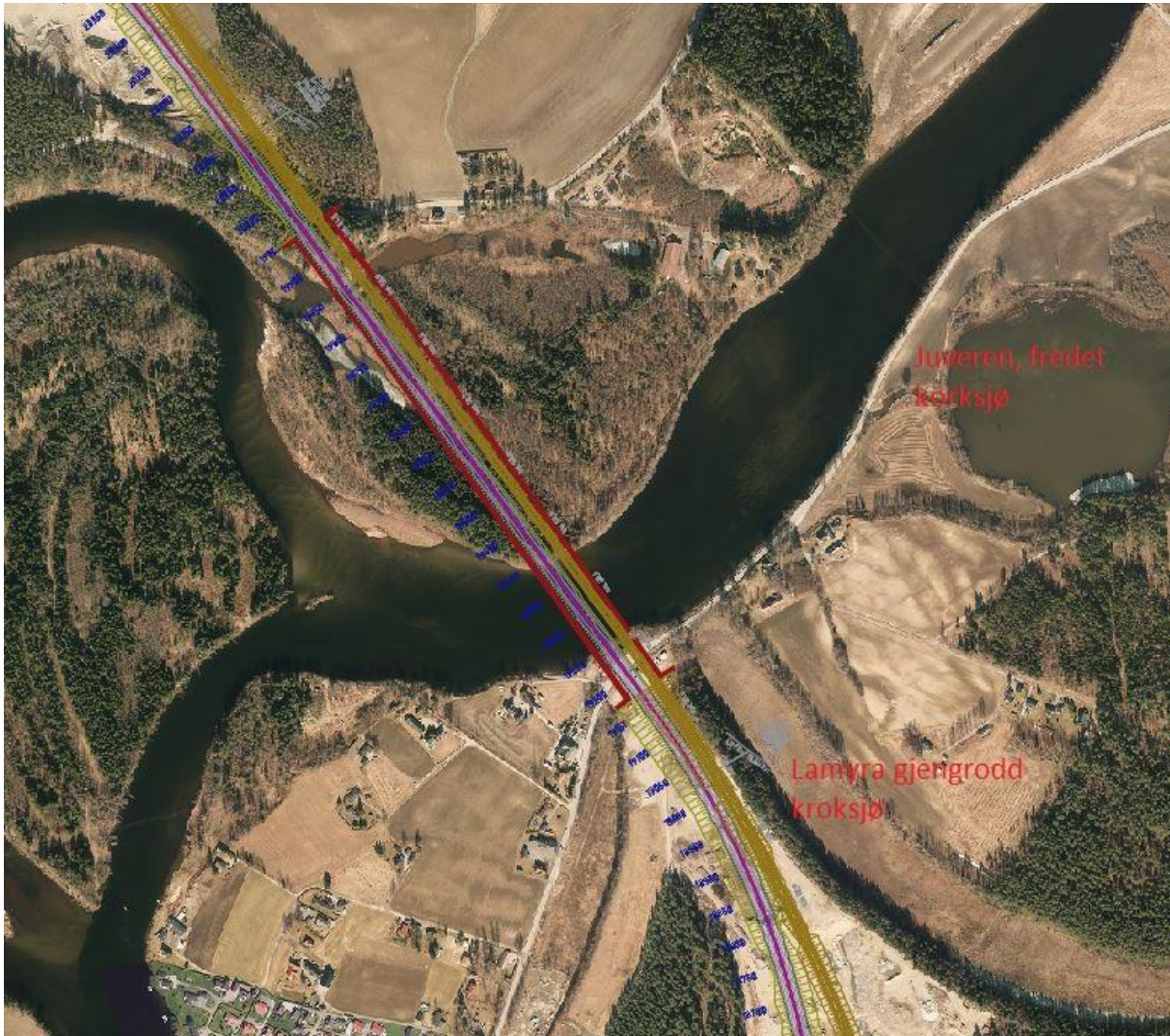
- Kryssingen av Storelva. Det er sett på mulig optimalisering i form av: sideforflytning, retningsendring, høyde og stigningsforhold.
- Randsonen mellom åker og skog fra Kjellerberget til Lamoen er gjennomgått for å forsøke å redusere andel inneklemt landbruksjord mellom anlegget og skog.
- Forlengelse av bro innover land ved elvekryssingen for å berøre randsonen mellom vann og land mindre
- Nødvendig med heving av linja vest for Busund, over Lamoen på grunn av flom?
- Om det foreligger det geometri som må endres med tanke på endringer i geometriske krav for overgang fra 100 km/t til 110 km/ for vei skal vurderes

Med bakgrunn i oppgavens fokusområde, nemlig å minimere de midlertidige og permanente konsekvensene for våtmarkene, forhold som rapporten avdekker og de overnevnte prinsipper for linjeføring (kap.5.2) er det ikke lagt opp til noen optimaliseringstiltak på det foreslåtte traseforslaget som Statens vegvesen og Jernbaneverket har fremmet. Dette forklares under:



## Ikke utførte tiltak

- Retningen på broen over Storelva ved Busund er svært låst da man går i senter av den gjengrodde kroksjøen Lamyra som har stor verdi. Den blir også oversvømt ved flom, slik som linja er foreslått krysser den Lamyra, Storelva og våtmarkene ved Busundtjernet på sitt korteste. Brospenntet går også delvis over fast grunn ved Busund, noe som vil kunne være enklere og billigere med tanke på fundamenteringen av brostøyer. Dermed ansees det som lite hensiktsmessig å endre på noe her. Høydemessig har linjene god høyde over vannspeil og lokalveier og er sådan riktig plassert.

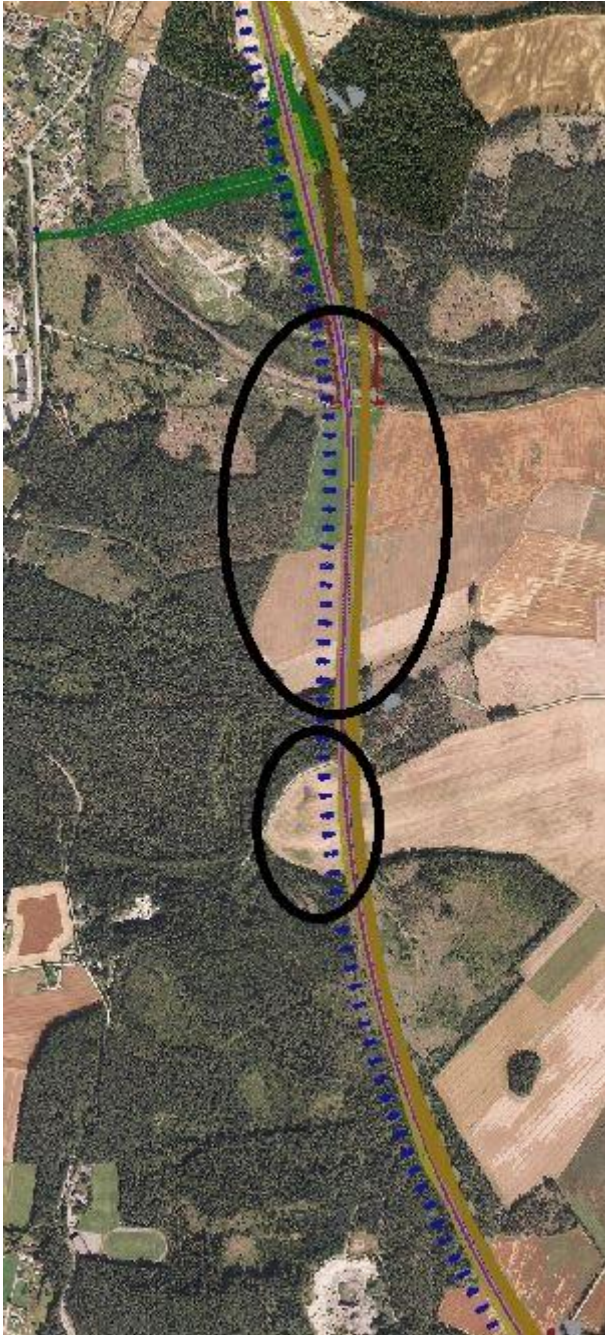


**Figur 61** Viser krysningsstedet på Busund, linja er plassert mellom Lamyras to gjengrodde kroksjøløp. Ved en retningsendring ville mer av våtmarkssystemet blitt berørt og kryssingen ville blitt lenger eller kommet mer i konflikt med bebyggelsen på nordsiden av elva. Ved sideforflytning mot vest eller øst ville linja kommet i konflikt med mer våtmark eller bebyggelse på sørsiden av Storelva. (bilde: fra prosjekteringsverktøyet Novapoint.)

- Sideforflytning av linja i randsonen mellom skog og åker i fra Bymoen mot Lamoen. Det kunne være ønskelig å forflytte linjene litt lenger mot skogen der man gjennomskjærer åker (figur 62). Dette for å etterlate seg mindre areal av åker avskåret fra det resterende åkerarealet. På grunn av jernbanens stive geometri krav og krysset på Lamoens plassering, som forutsettes som et fastpunkt



i denne oppgaven blir det veldig lite å hente på sideforflytningen. En klarer ikke å flytte linja helt ut i skillet mellom åker og skog og dermed ville det blitt slik at man hadde etterlatt seg et mindre areal åker mellom skogen og tiltaket. De to avskårde åkerflekkene som blir isolert fra tilliggende åkere ved foreslåtte linje er på 43 mål og 100 mål og disse vil bli redusert til ca. halvparten ved en eventuell sideforflytning. Med så lite areal er økonomisk drift på dette arealet enda mindre sannsynlig ved forsøk på optimalisering. Derfor velges det ikke å gjøre dette grepet.



**Figur 62** Viser Busundlinja over Bymoen og Mosmoen. Svarte ringer viser områder hvor det har vært vurdert sideforflytning, dette er omtalt i avsnittet over. Krysset med grønt skråningsutslag som ansees som et fastpunkt er avgjørende for at sideforflytningen ansees som uhensiktsmessig (foto: fra prosjekteringsverktøyet Novapoint).

- Forlengelse av brokryssingen for å spare elvebankene/randsonen. På begge sider av brokryssningen skal linjene krysse over lokalveier. Linjene ligger høyt på fylling i sør/øst og bro starter i god avstand fra elven med eksisterende lokalvei mellom brokar og elven. I Nordvest er det et lite landstykke som broen må forankres på og eventuell avrenning fra dette området i anleggsperioden vil renne ned på et platå før vassdraget hvor rensing og infiltrasjon vil være mulig.
- Det er undersøkt om vannføring ved 200 års flom vil få noen konsekvenser for linja før brokryssingen, men heving av linje over Lamoen, vest for Busund er ikke nødvendig da linja ligger høyt nok med god margin.
- Endringen av veiklasse og fartsgrense fra 100 km/t til 110 km/t får ingen geometrimessige konsekvenser.

Det henvises til tegning B03 i tegningsheftet (vedlegg 9) for oversiktstegning av Busundlinja i sin helhet.

## **6 Analyse av Trasealternativer**

### **6.1 Konsekvensanalyse**

#### **6.2 Prissatte konsekvenser**

##### **6.2.1 Ulykker**

##### **6.2.2 Trafikantnytte**

##### **6.2.3 Drift og vedlikehold**

##### **6.2.4 Anleggskostnader**

##### **6.2.5 Resultat**

#### **6.3 Ikke prissatte konsekvenser**

##### **6.3.1 Anleggstekniske utfordringer**

##### **6.3.2 Landskapsbilde**

##### **6.3.3 Naturmangfold**

##### **6.3.4 Naturressurser**

##### **6.3.5 Kulturmiljø**

##### **6.3.6 Resultat**

#### **6.4 Analyseresultat**

#### **6.5 Vurdering av analyseresultat**

#### **6.6 Diskusjon**

## 6.1 Konsekvensanalyse

I alle store veiprosjekter skal det utføres en konsekvensanalyse. Dette gjøres i hovedsak for å undersøke om prosjektet er lønnsomt for samfunnet å gjennomføre, eller kanskje oftere finne ut hvilket alternativ som er minst ulønnsomt. Dette er kost/nytte beregninger som vurderer ulemper opp mot fordeler som er effekter av et tiltak.

«Formålet med konsekvensutredninger er angitt i forskrift om konsekvensutredninger for planer etter plan- og bygningsloven § 1:» «Formålet med bestemmelsene om konsekvensutredninger (KU) er å sikre at hensynet til miljø og samfunn blir tatt i betraktning under forberedelsen av planer, og når det tas stilling til om, og på hvilke vilkår, planer kan gjennomføres.» (Vegdirektoratet, 2014 b)

Siden hovedformålet med denne masteroppgaven er å fokusere på negative konsekvensene ved en kryssing av de verdifulle våtmarkene ved Storelva vil det kun gjøres en forenklet analyse med kun noen av de vanlige fokusområdene inkludert. Allikevel følges metoden for konsekvensanalyser som er beskrevet i HB V712 (Vegdirektoratet, 2014 b). Det er heller ikke gjort fullstendige beregninger av de prissatte konsekvensene sett bort i fra anleggskostnadene. For å skille mellom alternativene innenfor de temaområdene vil det benyttes samme metode som for ikke prissatte konsekvenser ved å se på forskjellene gjennom å benytte seg av konsekvensvifte for rangering.

I metoden for konsekvensanalyser skal en alltid sammenligne de aktuelle alternativene med dagens situasjon, dvs. uten at tiltaket gjennomføres, også kalt referanse- eller nullalternativet.

### **Nullalternativet:**

- Skal ta utgangspunkt i dagens situasjon
- Skal inkludere kostnader for det vedlikeholdet som er nødvendig for at nullalternativet skal fungere i hele analyseperioden. Kostnader som må inkluderes er: – Kostnader til ordinært (korrigerende og forebyggende) vedlikehold.
- Skal inkludere alle relevante vedtatte planer med betydning for tiltaket.

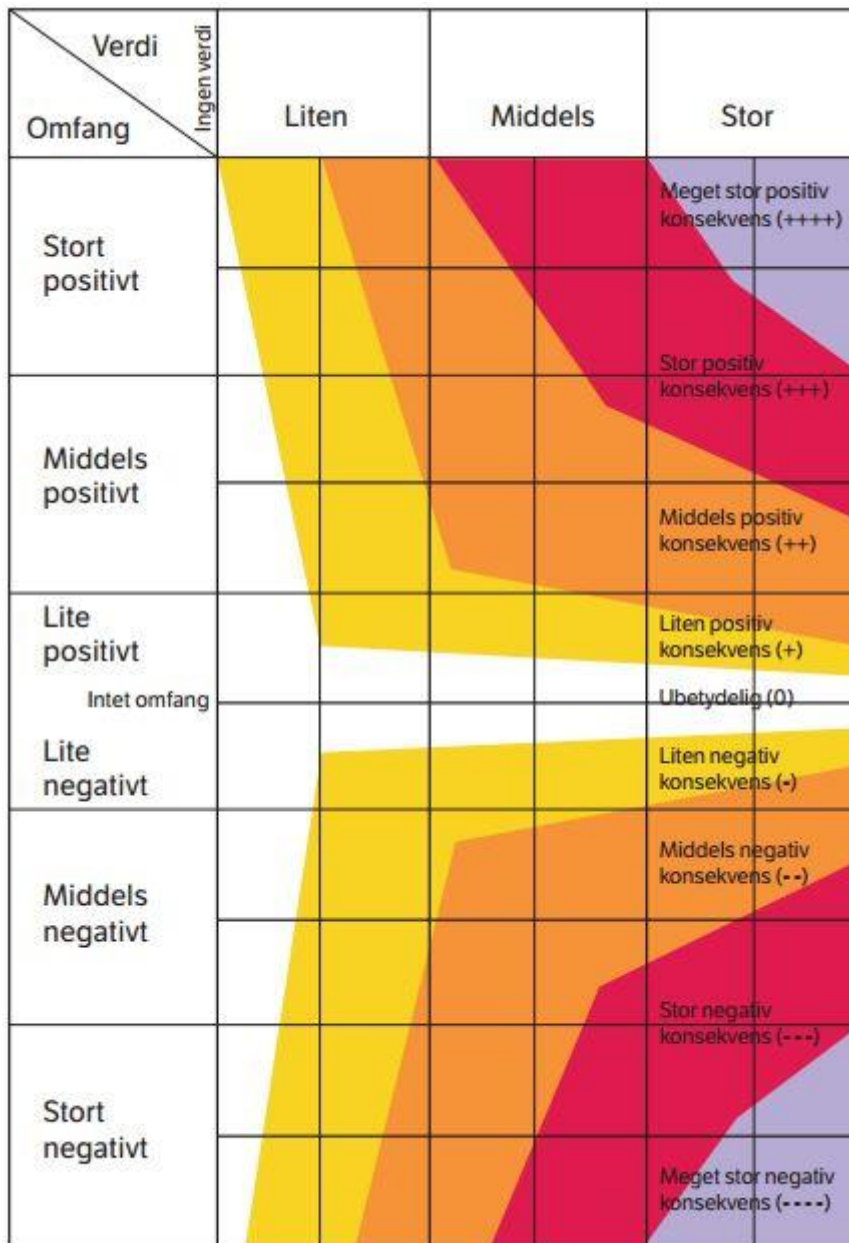
(Vegdirektoratet, 2014 b)

I denne analysen vil anleggskostnadene for nullalternativet bli satt til 0 kr. Den pågående opparbeidelsen av midtdeler langs dagens E16 fra Vik-Botilrud som er nevnt tidligere og utbedringen av krysset ved Ringvoll (eplehagene) forutsettes som ferdigstilt. Når det gjelder jernbane så vil referansesituasjonen være som dagens situasjon. Beregningene mot et referansealternativ i denne sammenheng blir litt misvisende da det kun analyseres en delstrekning som ikke kunne bygges



selvstendig og dermed ikke er et reelt, fullverdig alternativ til referansesituasjonen. Jeg velger allikevel å ta med nullalternativet da dette er med på å understreke at ny vei faktisk er en forbedring. Men det er forskjellene mellom de to traseene som det skal velges mellom som er det sentrale.

For å belyse forskjellene mellom alternativene er det for de ikke prissatte konsekvensene og deler av de prissatte benyttet seg av konsekvensviften (figur 63) fra Statens vegvesens Hb V712 for klassifisering og rangering mellom alternativene.



Figur 63 Konsekvensvifte hvor en finner konsekvensgrad og sammenstilling av verdi og omfang (Vegdirektoratet, 2014 b).

Svært stor negativ	Stor negativ	Middels negativ	Liten negativ	ubetydelig	Liten positiv	Middels positiv	Stor positiv	Svært stor positiv
(---)	(--)	(-)	(-)	0	(+)	(++)	(+++)	(+++)

**Tabell 1 Grader av konsekvenser benyttet i analyse**

## 6.2 Prissatte konsekvenser

I denne oppgaven er det kun utført kostnadsberegninger av anleggskostnadene (kap.6.2.4). Vanligvis i en konsekvensanalyse vil også Ulykker, trafikantnytte og drift og vedlikehold priser og alternativene bli rangert etter dette. Det er for omfattende og det besittes for lite grunnlag for å utføre helt ut beregninger av disse forholdene. Som sagt vil det derfor benyttes konsekvensvifte og rangere ut i fra denne.

### 6.2.1 Ulykker

I Statens vegvesens tidligere utførte konsekvensanalyse er det beregnet reduksjoner i ulykker og ulykkeskostnader på hele strekningen, Skaret-Hønefoss i forhold til referansesituasjonen.

- Antall drepte synker med 0,5 personer pr. år
- Antall hardt skadde reduseres med 1,3 personer pr. år
- Lettere skadde reduseres med 4 personer pr. år
- Antall personskadeulykker reduseres med 7,9 ulykker pr. år
- Reduksjon i ulykkeskostnader med 53,9 millioner pr. år

(Statens vegvesen, 2012)

Disse resultatene er som kjent for hele strekningen og ikke isolert til delstrekning 4. Men en kan trygt si at det er en svært god positiv effekt av å bygge begge alternativer fremfor referansesituasjonen. Forskjellen mellom dem derimot er vanskelig å identifisere da begge traseer er ganske tilsvarende, med likt antall kryss, samme antall broer, samme kjørelengde og samme standard. Rangeringen blir da som vist i tabell 2, likt mellom alternativ 1 og 2.

Alternativ	Alternativ 0	Alternativ 1 - Helgelandsmolinja	Alternativ 2- Busundlinja
<b>Konsekvens</b>	+	+++	+++
<b>Rangering</b>	3	1	1

**Tabell 2 Sammenstilling og rangering ut i fra ulykker**

### 6.2.2 Trafikantnytte

Trafikantnyttene for begge de foreslåtte trasealternativene er mer eller mindre likeverdige, da det skiller svært lite i total lengde både for vei og jernbane. Busundlinja er ca. 200m lengre både for vei og

jernbane, men med hastighetene og standarden det er lagt opp til, utgjør dette forsvinnende lite i tidsbesparelse. Når det gjelder nullalternativet så vil anlegning av midtdeler forverre situasjonen for trafikantene da det gjør veisystemet mindre fleksibelt i form av forbikjøringsmuligheter og veien vil også føles trangere og stimulere til lavere hastighet. Veistrekningen er utsatt for kapasitetsoverskridelse i form av rushtrafikk til og fra fjellet i helger og høytider og det har vist seg at forsinkelsene har økt etter etableringen av midtdeler andre steder på strekningen, for eksempel Vik-Steinsåsen. Utbedringen av krysset ved Ringvoll vil føre til et positivt bidrag på reisetiden for referansesitasjonen, men det ansees allikevel til liten negativ konsekvens totalt sett.

I følge konsekvensutredningen utført i 2012 (Statens vegvesen, 2012) er det snakk om en tidsbesparelse på mellom 7 og 9 minutter på hele strekningen Skaret-Hønefoss i forhold til referansesituasjonen når det gjelder vei, og 1,5 time for jernbane. Det blir også en betydelig tidsbesparelse på delstrekningen som analyseres og det klassifiseres derfor til stor positiv konsekvens for både alternativ 1 og 2 (tabell 3).

Alternativ	Alternativ 0	Alternativ 1 - Helgelandsmolinja	Alternativ 2- Busundlinja
Konsekvens	-	+++	+++
Rangering	3	1	1

**Tabell 3 Sammenstilling og rangering ut i fra trafikantnytte**

### 6.2.3 Drift og vedlikehold

Ut i fra at nullalternativet forutsetter at midtdeler er ferdig bygget fra Vik til Botilrud, vil drift og vedlikeholdet vanskeligjøres noe i forhold til dagen situasjon. Dette fordi det innføres et nytt element som må vedlikeholdes i veibanen. Midtrekkverket fungerer som en barriere for driftspersonell og maskiner. Brøyting og rengjøring vil bli noe mer krevende, derfor gis det en minus for alt. 0. Når det gjelder alternativ 1 og 2 så vil dette være nye anlegg som stort sett vil være bedre fra drift og vedlikeholds perspektiv. Men konstruksjoner som broer krever noe mer vedlikehold og dette vil trekke ned. Samlet brolengde (løpemeter vei og jernbane) er vesentlig lengre, 1220m mot 2016m på Busundlinja og dermed kommer denne dårligere ut enn Helgelandsmolinja på drift og vedlikehold.

Alternativ	Alternativ 0	Alternativ 1 - Helgelandsmolinja	Alternativ 2- Busundlinja
Konsekvens	--	-	--
Rangering	2	1	2

**Tabell 4 Sammenstilling og rangering ut i fra drift og vedlikehold**

#### 6.2.4 Anleggskostnader

Det er laget et grovt kostnadsoverslag (vedlegg 8) som skal være til hjelp for konklusjonen anbefalingen av trasealternativ. Kostnadsoverslaget er gjort ved å dele strekningen inn i homogene soner og pris-sette disse homogene sonene etter typiske løpemeter priser på vei og bane med tilsvarende forhold. Det kan være for eksempel bro, tunnel, vei i dagen under forskjellige grunnforhold og bebyggelse struktur. I vedlegg 9 (tegningsheftet) ligger tegning X01 og X02, disse tegningene viser inndelingen i homogene soner som er gjort for henholdsvis Helgelandsmolinja og Busundlinja. Denne «byggeklossmetoden» er brukt en del i tidligfase prosjekter. Prisene som benyttes på disse byggeklossene er erfaringstall fra utførte prosjekter med liknede forhold. Når forutsetningene er like, det vil si at det samme er inkludert i prisene for flere prosjekter så treffer man ganske godt med denne metoden uten at man trenger å detaljere prosjekteringen og grunnundersøkelsene til minste detalj for å treffe eksakt.

Prisene som benyttes i denne oppgaven stammer fra Statens vegvesen Region sør felles enhetskostnader brukt for prosjekter i inneværende NTP (2014-2023) (Statens vegvesen, 2014 b) og for Jernbaneverkets intercity utredninger. (Rambøll Norge AS, 2014) For å få samme forutsetninger for tallene for vei og jernbane er det for begge fag omregnet til 2015 verdi av NOK og innregnet byggherre og riggekostnader i jernbane tallene som var grunnlaget. Momsen for veianlegg har blitt endret fra å være tidligere være prosjektavhengig til å være fast 25 %, dette er hensyntatt i byggeklossene. For jernbane er det ikke moms, da det ikke er bompengefinansiering av jernbaneanlegg

Inndelingen i byggeklosser er som følger:

- Vei og bane med enkle forhold innebærer gode grunnforhold, få og lave fjellskjæringer, lite randbebyggelse. Disse byggeklossene er navngitt, for vei og jernbane hhv. **V1 og J1**
- Vei og bane medium forhold som i denne sammenheng innebærer varierende/middels grunnforhold, noen fjellskjæringer, middels høye fyllinger, noe randbebyggelse. Klassene har fått navnene **V2 og J2**.
- Vei og bane vanskelige forhold. Vanskelige forhold innebærer dårlige grunnforhold, (leire, myr, dårlig fjell) høye fjellskjæringer/fyllinger, mye randbebyggelse. Byggeklosser **V3 og J3**
- Bro vei. Klassifisert som **V4**
- Bro jernbane korte spenn. 20-50m.(Enkle byggeforhold). Byggekloss **J4**
- Bro jernbane lange spenn. >50 m. Byggekloss **J5**.

Kostnadsoverslag for henholdsvis alternativ 1 og 2 er vist i tabell 5 og 6, detaljert oppbygging av overslagene er vist i vedlegg 8 og inndelingen av soner i vedlegg 9 (tegning X01 og X02)



## Helgelandsmolinja

Helgelandsmolinja (Alternativ 1)					
Klasse	Enhetspris (NOK)	Veg (lm)	Klasse	Enhetspris (NOK)	Jernbane (Lm)
V1	kr 67 228	3947	J1	kr 109 859	3677
V2	kr 86 746	2453	J2	kr 175 344	2600
V3	kr 108 433	540	J3	kr 230 633	540
V4	kr 509 202	610	J4	kr 280 034	
			J5	kr 433 693	610
Sum lm		7550			7427
<b>SUM</b>		<b>kr 847 303 894</b>			<b>kr 1 124 631 374</b>
<b>Totalsum Veg og Jernbane</b>					<b>kr 1 971 935 268</b>

Tabell 5 Kostnadsoverslag Helgelandsmolinja

## Busundlinja

Busundlinja					
Klasse	Enhetspris (NOK)	Veg (Lm)	Klasse	Enhetspris (NOK)	Jernbane (lm)
V1	kr 67 228	3298	J1	kr 109 859	3308
V2	kr 86 746	3412	J2	kr 175 344	3356
V3	kr 108 433		J3	kr 230 633	
V4	kr 509 202	1009	J4	kr 280 034	231
			J5	kr 433 693	776
Sum lm		7719			7671
<b>SUM</b>		<b>kr 1 031 480 114</b>			<b>kr 1 353 103 059</b>
<b>Totalsum Veg og Jernbane</b>					<b>kr 2 384 583 173</b>

Tabell 6 Kostnadsoverslag Busundlinja

Når det gjelder nullalternativet så er det ikke beregnet noen anleggskostnader for ferdigstilling av midtdeler prosjektet og utbedringen av krysset som er forutsatt i nullalternativet, men det er ikke snakk om summer i nærheten av de to andre alternativene, og er dermed satt til 0 kr. Resultat og rangering vises i tabell 7.

Alternativ	Alternativ 0	Alternativ 1 - Helgelandsmolinja	Alternativ 2- Busundlinja
Konsekvens	0 (0)	1 990 762 050 (---)	2 384 583 173 (---)
Rangering	1	2	3

Tabell 7 Sammenstilling og rangering ut i fra anleggskostnader

## 6.2.5 Resultat

Sammenstillingen av de prissatte konsekvensene er vist under i tabell 8. Alternativ 1 – Helgelandsmolinja kommer best ut på prissatte konsekvenser siden anleggskostnadene er lavere enn for alternativ 2, samt at det antas noe mindre kostnader til drift og vedlikehold for Helgelandsmolinja grunnet vesentlig kortere samlet brolengde på strekningen.

Alternativ	Ulykkeskostnader	Trafikant nytte	Drift og vedlikehold	Anleggskostnader	Sum	Rangering
Alternativ 0	3	3	2	1	9	3
Alternativ 1	1	1	1	2	5	1
Alternativ 2	1	1	2	3	7	2

Tabell 8 Samlet sammenstilling og rangering etter prissatte konsekvenser

## 6.3 Ikke prissatte konsekvenser

Følgende temaer som er gitt i Statens vegvesens håndbok V712 (Vegdirektoratet, 2014 b) er vurdert under ikke prissatte konsekvenser:

- Anleggstekniske utfordringer
- Landskapsbilde
- Naturmangfold (herunder Våtmarker)
- Naturressurser
- Kulturmiljø

Nullalternativet vil ikke gi noen større utslag når det gjelder ikke-prissatte konsekvenser. Det eneste som skal gjøres i nullalternativer er små utvidelser for å få til midtdeler på hele strekningen, og utbedring av et kryss.

### 6.3.1 Anleggstekniske utfordringer

Grunnforholdene på delstrekningen er stort sett tilsvarende for begge linjer med stor løsmassemektighet som hovedregel. Ved Kjellerberget går begge linjer inn i et myrområde hvor det

må masseutskiftes for å anlegge vei og jernbane. Fra Mosmoen er et sandlag over leire. Ved begge krysningssteder er det langt til fjell, og løsmassene består av sand leire og silt. Når linjene kommer opp på Prestmoen består grunnen av sand og grusmasser mens mot Styggedalen er det enkelte ravinedaler med antatt marine avsetninger og til dels bløt og sensitiv leire (SVV og JBV, 2016). Grunnforholdene er som sagt ganske tilsvarende for begge alternativer og det skilles ikke mellom de på bakgrunn av dette. Anleggsteknisk sett blir utstrekningen og kompleksiteten av broløsningene, hensynet til våtmarkene og de resterende temaer som er utredet i kapittel 3 som blir avgjørende for rangeringen.

### **Helgelandsmolinja**

Helgelandsmolinja har en vesentlig kortere og mindre komplisert elvekryssing. Tilgangen til krysningsstedet er god på begge sider, og det er god plass for riggområde. Inne i Helgelandsmoen Næringspark kan det være litt trangt og det blir en veldig høy fylling på Mælingen. Det resterende på linja er ikke spesielt komplisert og den har dermed fått karakteren (--) middels negativ som vist i tabell 9.

### **Busundlinja**

Elvekrysningen på Busundlinja blir komplisert, den har lengre spenn enn Helgelandsmoen og den krysser på et mindre egnet sted i elveløpet. Linjene må krysse mer på skrått og de vil gå over både Storelva, en halvøy og en kroksjø, i tillegg må broa ligge i en stigning da det er en del høydeforskjell på elvebankene. Tilgangen til begge landkar er god, men siden det er lengre bro vil det være nødvendig med flere søyler. Det vil resultere i at noen av søylene må anlegges fra vannet, og noen fra land, der linjene krysser dette. Tilgangen til halvøya på Busund hvor bro går over er som tidligere nevnt vanskelig. Det er verdifull skog og mye våtmark på halvøya og dette gjør det vanskelig og mest sannsynlig dyrt. I tillegg må det bygges viadukt over myrterreng på Lamoen og derfor gis Busundlinja (----) meget stor negativ konsekvens (tabell 9).

Nullalternativet har noen tekniske utfordringer i form av breddeutvidelse for midtdeler nærheten av bebyggelse så den gis ett minus for liten negativ konsekvens.

<b>Alternativ</b>	<b>Alternativ 0</b>	<b>Alternativ 1 - Helgelandsmolinja</b>	<b>Alternativ 2- Busundlinja</b>
<b>Konsekvens</b>	(-)	(--)	(----)
<b>Rangering</b>	1	2	3

**Tabell 9 Sammenstilling og rangering etter konsekvenser anleggstekniske utfordringer**

### **6.3.2 Landskapsbilde**

I Statens Vegvesens veileder for konsekvensanalyser HB V712 defineres landskapsbilde slik: «Landskapsbilde er et uttrykk for et områdes visuelle særpreg eller karakter, og er basert på fagtradisjoner innen landskapsarkitekturen. Temaet tar for seg hvordan landskapet oppleves romlig og ut i fra omgivelsene. I tillegg skal reiseopplevelse vurderes, dvs. hvordan landskapet oppleves sett fra veien. Landskapsbilde omfatter alle omgivelsene, fra det tette bylandskap til det uberørte naturlandskap.»(Vegdirektoratet, 2014 b) Trasealternativene er vurdert ut ifra hvordan de inngriper i landskapet på en negativ måte i forhold til definisjonen over.

#### **Helgelandsmolinja**

Sør for Helgelandsmoen næringspark vil linja ligge ganske lite synlig i et skogsparti og representere lite negativt for overordnet landskapsbilde. Inne i Helgelandsmoen næringspark vil linja stige på fylling mot elvekryssing. Denne vil harmonere dårlig med omgivelsenes skala, anlegget vil splitte bygningsmassen og fremstå som en visuell barriere på tvers av området. Selve kryssingen vil være massiv og representere en visuell barriere også i elverommet. Etter elvekryssingen vil linjene gå på en stadig høyere fylling før det går over i viadukter som tar vei og bane opp på Prestmoen platået (figur 5 og 6) (SVV og JBV, 2016). Dette vil føre til et dominerende og svært synlig anlegg på den smale landtunga som Mælingen er. Viaduktene sikrer sikt på tvers og forlengelse av disse til fordel for fylling vil være et noe dempende tiltak. Likevel vil dette gi svært negativ effekt på landskapsbilde. Videre fra Prestmoen ligger linja i småkupert skogsterreng og vil være lettere å integrere i landskapet.

#### **Busundlinja**

I den sørligste delen av delstrekningen vil linjene ligge i overgangen mellom skog og åker (figur 9). Traseen vil sette tydelig spor men det vil være mulighet for arrondering og beplantning som kan dempe inntrykket noe. Når linjene kommer frem til kryssingen av Storelva vil de ligge på høye broer over lokalvei og elva før platået på Prestmoen (figur 11). Broene vil være lite forankret i landskapets form og elementer, de vil også være av stor skala (SVV og JBV, 2016). Dette gir et negativt bidrag til landskapsbildet her, men allikevel vurderes det til å være mindre negativt enn linjealternativ 1. Etter Prestmoen går traseen som sitt alternativ i småkupert skogsterreng og representerer mindre negative konsekvenser.

Ut i fra det overstående blir konsekvens og rangering som anvist i tabell 10.



Alternativ	Alternativ 0	Alternativ 1 - Helgelandsmolinja	Alternativ 2- Busundlinja
Konsekvens	(0)	(---)	(--)
Rangering	1	3	2

**Tabell 10 Sammenstilling og rangering etter landskapsbilde**

### 6.3.3 Naturmangfold

Naturmangfold dreier seg i denne sammenheng om mange temaer. I Statens Vegvesens HB V12 Konsekvensanalyser defineres det slik: «Temaet omhandler naturmangfold knyttet til terrestriske (landjorda), limniske (ferskvann) og marine (brakkvann og saltvann) systemer, inkludert livsbetingelser (vannmiljø, jordmiljø) knyttet til disse. Naturmangfold defineres i henhold til naturmangfoldloven som biologisk mangfold, landskapsmessig mangfold og geologisk mangfold som ikke i det alt vesentlige er et resultat av menneskers påvirkning. Virkninger for landskapsmangfold i en konsekvensanalyse behandles under landskapstemaet, for øvrig dekker naturmangfoldtemaet lovens begreper.» (Vegdirektoratet, 2014 b)

Delstrekningen har flere betydelige naturverdier, naturreservatene Lamyra, Synneren og Juveren inngår i Nordre Tyrifjorden våtmarksområde, som tidligere nevnt er et viktig Ramsarområde. Nedre del av Storelva og Nordre Tyrifjorden er en viktig del av systemet og binder flere vernede områder sammen til et sammenhengende våtmarksområde. Flere øyer og tanger, kroksjøer og kanaler i ulike gjengroingsstadier, sumpområder, strandenger og leirholdige mudderbanker som blottlegges ved lav vannstand. Disse områdene er foreslått vernet.(SVV og JBV, 2016)

#### Helgelandsmolinja

Traseen går etter tunnelåpningen i Kjellerberget, hvor det berøres noe verdifull kalkfuruskog, inn i et flatt stort skogsparti over Bymoene og Mosmoene, i disse skogsområdene er det blant annet viktige elgtråkk som tiltaket vil virke som en barriere på. Bymoene og Mosmoene skogsområder er viktige grønnstrukturer i nærmiljøet. Lokale bønder på Røysehalvøya som har vært kontaktet i forbindelse med oppgaven er svært bekymret for hugging av for mye skog her da skogen skal fungere som et «le-belte» som beskytter for vind på tvers av Steinssletta. Bekymringene går ut på frykt for endret lokalklima som kan påvirke det rike landbruket på Røysehalvøya. Skogen er regulert som klimavernskog og har som funksjon å beskytte det omkringliggende jordbruksarealet. Vei og bane krysser Storelva på en elvestreng som ligger inne i forslag til naturreservat. I tillegg krysser linjene en liten flik av den fredede kroksjøen Synneren. Hvis traseen skal gå her kreves det en dispensasjon fra verneforskriften eller naturmangfoldloven § 48. Hvis ikke må det en grenseendring til i naturreservatet. Linja skal riktignok gå i bro over den lille fliken av Synneren, så om

naturreservatet blir direkte berørt er diskuterbart. Bygging av vei og bane kan komme i direkte strid med forpliktelser etter Ramsar konvensjonen. Dette gjelder også på Busundlinja. Over Prestmoen går traseen igjennom verdifull sandfuruskog (SVV og JBV, 2016).

Når det gjelder vurdering av konsekvens er det ingen tvil om at Helgelandsmolinja representerer en stor negativ konsekvens for naturmangfoldet. Men den vurderes som noe bedre for våtmarksområdene enn Busundlinja. Dette til tross for at Busundlinja ikke kommer i konflikt med nåværende vernede områder slik som Helgelandsmolinja gjør, (Synneren) Men Helgelandsmolinja totalt berører et mindre areal og områdene på Busund er foreslått vernet og sånn sett vel så verdifulle. Derfor ansees Helgelandsmolinja som noe bedre enn sitt alternativ. Karakteren blir stor negativ (---)

### **Busundlinja**

Alternativet skjærer seg gjennom deler av skogsområdet på Bymoene og Mosmoene og blir en barriere for pattedyr i randsonen mellom skog og dyrket mark. Traseen krysser over rester etter kroksjøer på Mosmoene, Lamoene og Lamyra. Disse har Statens Vegvesen og Jernbaneverkets analyser gitt stor verdi. Imidlertid er deler av disse allerede ødelagt da det er anlagt et masseuttak/fyllplass på Lamyra som representerer et irreversibelt inngrep i denne gjengrodde kroksjøen. Storelva krysses ved Busund i et større område som er foreslått vernet, og hvor det er i ferd med å dannes en ny kroksjø. Det er funnet flere rødlistede arter av fugl, planter og insekter i området. Tilgangen for anleggsmaskiner er begrenset og anleggsarbeidet vil medføre vesentlige inngrep. Traseen over Prestmoene deler opp skogen men unngår de største verdiene (SVV og JBV, 2016).

Inngrepene på Busundlinja vurderes til å ha meget stor negativ konsekvens på naturmangfoldet, (----) (tabell 11). Dette er som sagt på grunn av stor utstrekning og foreslått verving, samtidig som det anleggstekniske gjør det vanskeligere å bevare verdiene enn på Helgelandsmolinja.

<b>Alternativ</b>	<b>Alternativ 0</b>	<b>Alternativ 1 - Helgelandsmolinja</b>	<b>Alternativ 2- Busundlinja</b>
<b>Konsekvens</b>	0	(---)	(----)
<b>Rangering</b>	1	2	3

**Tabell 11 Sammenstilling og rangering etter naturmangfold**

#### **6.3.4 Naturressurser**

Det er særlig to forhold som spiller inn når det skal rangeres ut ifra konsekvenser for naturressursene i området. Det er dyrket mark og produktiv skog. Den dyrkede mark har svært høy verdi i området og er veldig produktiv. Skogen i området har som kjent status som klimavernskog og har sådan noe redusert verdi som skogressurs og som dyrkbar jord isolert sett. Det er også et område med betydelige

løsmasse- og vannressurser, men på grunn av elvedeltaets store naturverdi er potensialet for utnyttelse av disse ressursene begrenset (SVV og JBV, 2016).

### **Helgelandsmolinja**

Valg av alternativet vil legge beslag på ca. 150 dekar dyrket mark med svært god kvalitet, og 600 dekar skog som kunne vært dyrket mark (SVV og JBV, 2016). Disse beregningene tar ikke hensyn til forringelsen av kvaliteten på noen av de resterende områdene som vil ligge tett inntil høye fyllinger og som nevnt i kapittel 3.3.2 bli offer for skyggelegging og vanningsproblematikk.

### **Busundlinja**

Valg av Busundlinja vil medføre tap av rundt 150 dekar dyrket mark samt 600 dekar med dyrkbar mark hvor det i dag er skog. (SVV og JBV, 2016)

Som følge av dette gis både Helgelandsmolinja og Busundlinja stor negativ konsekvens (---). Nullalternativet vil ikke gjøre nevneverdige inngrep i naturressursene.

<b>Alternativ</b>	<b>Alternativ 0</b>	<b>Alternativ 1 - Helgelandsmolinja</b>	<b>Alternativ 2- Busundlinja</b>
<b>Konsekvens</b>	0	(---)	(---)
<b>Rangering</b>	1	2	2

**Tabell 12 Sammenstilling og rangering med tanke på naturressurser**

### **6.3.5 Kulturmiljø**

Temaet kulturmiljø omfatter kulturminner og deres sammenheng i landskap og miljøet. Kulturminner er en ikke-fornybar ressurs som kan forvaltes slik at kunnskap om fortidens samfunn og levevilkår kan overleveres til nye generasjoner (SVV og JBV, 2016). Som nevnt i grunnlagskapittelet er det kulturminneloven som beskytter kulturminnene og kulturmiljøer. Trasealternativene kommer i konflikt med noen automatisk fredede kulturminner og noen med uavklart status. Når det gjelder kulturmiljøer så omfatter delstrekningen i øst det åpne slette- og elvelandskapet fra og med Steinsåsen i sør og nordover til Styggedalen. Steinssletta med sine bebygde åsrygger er et helhetlig kulturlandskap med stor nasjonal verdi. På vestsiden av delstrekningen ligger Helgelandsmoen med høy verdi, men fagetatens analyser verdsetter dette lavere enn det som er i øst (SVV og JBV, 2016).

### **Helgelandsmolinja**

I sør kommer traseen ut av tunnelene gjennom Fekjær/Gjesvoldåsen ved Kjellerberget. Her berøres som tidligere nevnt et automatisk fredet kulturminne, en gravhaug. Dette er i det østre hjørnet av et

område med flere gravhauger og alle gravhaugene i vest spares av tiltaket. I optimaliseringen av denne linja er det gjort forsøk på å spare også det østligste fornminnet ved tunnelpåslaget (jfr. figur 29 og 59).

Inne på Helgelandsmoen er traseen bred og i følge landsverneplanen for forsvaret er tre områder skilt ut som verneverdige i denne tidligere militærleiren. Disse er Hallingtunet med flere verneverdige bygninger og en vedtaksvernet bygning. Valdrestunet er sterkt ombygd og av mindre interesse, men et forskriftfredet kornmagasin er flyttet hit fra Norderhov kirke. Sør i leiren er det et verneverdig kulturmiljø med et vanntårn og friluftskapell (SVV og JBV, 2016). Det skiller her mellom verneverdige, vedtaksfredete kulturminner for forsvaret og forskriftsvernede kulturminner etter Kulturminneloven. Og det er egentlig kun det fredede kornmagasinet som en tredjepart kan gå rettslige skritt for å opprettholde bevart (Myhren, 2015). Traseen vil dele opp det samlede kulturmiljøet på Helgelandsmoen og ha nærføring til verneverdige bygninger. Imidlertid så vil ikke de to fredede bygningene berøres.

Videre går linja over Mælingen som ansees som et kulturmiljø med liten til middels verdi av Statens vegvesen og Jernbaneverket. De gamle tunene og nyere husene som står der blir ikke direkte berørt av tiltaket slik at de automatisk må eksproprieres, men de store fyllingene vil forringe levekårene for beboerne vesentlig. Nye atkomstforhold må etableres og disse kan bli dyre og kompliserte. Så det må avveies hva som er mest hensiktsmessig. Over Prestmoen bryter linja sammenheng mellom de eksisterende husmannsplassene selv om den unngår direkte berøring av bebyggelsen (SVV og JBV, 2016).

Vurderingen av konsekvensene bygger på det overstående og tiltaket ansees som middels negativ (--) for kulturmiljøet (tabell 13).

### **Busundlinja**

I sør vil linja komme ut av tunnel på Kjellerberget slik som sitt alternativ men vil hverken berøre direkte kulturminnene øst, eller vest for tunnelåpningen (figur 29). Traseen unngår kulturmiljøer frem til Storelva, den vil være synlig noen steder der den ligger i randsonen mellom åker og skog, men det er ubetydelig for kulturmiljøene ved Steinssletta. Før Lamoen går linja i nærheten av et kulturmiljø på Fredens havn/Roligheten med arkitektonisk stor verdi, men det er såpass god avstand at det ikke ansees som betydelig negativ konsekvens. På Lamoen går vest av kullgroper som har uavklart vernestatus. (figur 30) På Prestmoen går traseen klar av alle bygningene på husmannsplassene, før den i vest bryter miljøet og vil ødelegge en av de gamle husmannsplassene, Madseplassen (SVV og JBV, 2016).

Kulturmiljøene som traseen går gjennom er av gjennom Statens Vegvesen og Jernbaneverkets analyser gitt relativt lav verdi. Dette skyldes at linja går mellom med verdifulle kulturlandskaper i et skogsparti og i randsonen mellom skog og åker (SVV og JBV, 2016).

Konsekvensene av traseen for kulturmiljøet vurderes til liten negativ (-) (tabell 13). Derfor rangeres Busundlinja foran Helgelandsmolinja. Når det gjelder referansealternativet så vil dette ikke gjøre ytterligere inngrep i kulturmiljøet og derfor settes denne til 0.

Alternativ	Alternativ 0	Alternativ 1 - Helgelandsmolinja	Alternativ 2- Busundlinja
Konsekvens	0	(--)	(-)
Rangering	1	3	2

**Tabell 13 Sammenstilling og rangering ut fra kulturmiljø**

### 6.3.6 Resultat

Ved sammenstillingen av de ikke prissatte konsekvensene (tabell 14) blir det ut i fra rangeringene, for hvert tema enkeltvis, likt mellom alternativ 1 og 2 (12 poeng for begge). Hvis antall plusser og minus som er gitt telles opp så kommer alternativ 1 ut med ett poeng mindre (13 mot 14) enn alternativ 2 og ut i fra dette rangeres Helgelandsmolinja som bedre enn Buundlinja ut i fra ikke prissatte konsekvenser, med minst mulig margin. Dette underbygger også oppgavens hovedfokusområde som er vern av våtmarkene. Resultatet i kolonnen for naturmangfold, som våtmarkene er en del av, viser at alternativ 1 bedre enn alternativ 2. Så dermed virker det passende å rangere alternativ 1 som bedre enn alternativ 2 ut i fra ikke prissatte konsekvenser. Nullalternativet kommer naturligvis best ut da det gjør minst inngrep i omgivelsene.

Alt.	Anleggstekniske utfordringer	Landskapsbilde	Naturmangfold	Naturressurser	Kulturmiljø	Sum	Rangering
Alt. 0	1	1	1	1	1	5	1
Alt. 1	2	3	2	2	3	12	2
Alt. 2	3	2	3	2	2	12	3

**Tabell 14 Sammenstilling og rangering av ikke prissatte konsekvenser**



## 6.4 Analyseresultat

Når det gjelder sammenstillingen av prissatte og ikke prissatte konsekvenser (tabell 15) så gjøres dette med bakgrunn i rangeringen for hvert enkelt tema og at de skal vektet likt. I konklusjonen og anbefaling senere i rapporten vil de ikke prissatte med vern av våtmarkene og anleggstekniske utfordringer vektet høyere enn de prissatte konsekvensene.

Alt	Ulykker	Trafikan tnytte	Drift og vedlikehold	Anleggs kostnader	Anleggstekn iske utfordringer	Landska psbilde	Naturma ngfold	Naturres surser	Kultur miljø	Sum	Range ring
Alt 0	3	3	3	1	1	1	1	1	1	15	1
Alt 1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	17	2
Alt 2	1	1	2	3	3	2	3	2	2	19	3

Tabell 15 Sammenstilling og rangering av prissatte og ikke prissatte konsekvenser.

## 6.5 Vurdering av analyseresultat

Som man ser i tabell 15 vil nullalternativet komme best ut av den enkle konsekvensanalysen som er gjennomført. Dette er fordi den har de desidert minste anleggskostnadene og rangeres best på alle de ikke-prissatte temaene siden det ikke gjøres noen store inngrep i dette alternativet. Imidlertid er det vedtatt at det skal gjøres et tiltak og dermed er nullalternativet ikke noe reelt alternativ, men heller et analyse-teknisk virkemiddel for å fremstille et godt bilde av de to andre trasealternativene. I tillegg er det snakk om en delstrekning som ikke ville kunne være ett enkeltstående tiltak blir det som nevnt i introduksjonen av konsekvensanalysen litt søkt å sammenligne med ett nullalternativ som tar for seg hele strekningen. Derfor er det ikke tatt hensyn til nullalternativet videre i rapporten.

## 6.6 Diskusjon

Opgavens hovedformål i var å velge det traseforslaget som er mest skånsomt i forhold til våtmarkene, men samtidig se det i sammenheng med kostnader og andre prissatte og ikke prissatte konsekvenser.

Med bakgrunn i dette virker det fornuftig å velge den løsningen som har den korteste og minst kompliserte kryssingen av Storelva. Og da er Helgelandsmolinja et klart bedre valg. At man i analysen vurderer Busundlinja som verre for naturmangfold og våtmarker når det er alternativ 1 krysser som over en liten del av en faktisk fredet kroksjø, Synneren kan være tema for diskusjon. I Busundlinja berører men jo faktisk kun foreslått vernede våtmarksområder. Verningen av Synneren gjør at en tredjepart kan ta rettslige skritt (Myhren, 2015) for å bevare den og dette kan være forsinkende med tanke på fremdrift. Det er lite sannsynlig at det vil vinnes frem med et rettslig skritt for å stoppe veien, men det kan sees på som en vesentlig ulempe å havne i rettslige konflikter. (Myhren, 2015) Vei og banelinjene kommer ikke i direkte konflikt, men vil ligge over i bru og det er ikke umulig at livet i våtmarkene vil være ganske uberørt med annet en støy og noe skygge.

## **7 Konklusjon**

### **7.1 Oppsummering og anbefaling av trasealternativ**

### **7.2 Videre arbeid**

## **7.1 Oppsummering og anbefaling av trasealternativ**

I denne masteroppgaven er det blitt sett på en delstrekning (delstrekning 4 Bymoen-Styggedalen) med to foreslåtte trasealternativer for prosjektet E16 Skaret-Hønefoss og Ringeriksbanen. Målet har vært å komme frem til en anbefaling av den traseen som er minst skadelig for de dyrebare våtmarkene den krysser. For å kunne svare på denne problemstillingen har det blitt redegjort for grunnlaget til hele prosjektet den aktuelle delstrekningen er en del av. Det er gjort et dypdykk i våtmarkenes betydning og status. Anleggstekniske løsninger er studert for å kunne minimere de negative konsekvensene ved anleggsarbeid i nærheten av vannforekomster. I tillegg er traseforslagene blitt optimalisert og vurdert etter resultatene som er funnet underveis.

Det har også blitt utført en enkel analyse av prissatte og ikke prissatte konsekvenser. Analysen viser at alternativ 1, Helgelandsmolinja er å foretrekke både når det gjelder prissatte og ikke prissatte konsekvenser. Hovedmålet med oppgaven er å finne det beste alternativet med tanke på vern av våtmark, vurdert opp mot andre prissatte og ikke prissatte konsekvenser som blant annet anleggskostnader. Det var opprinnelig en tanke å vekte temaene i analysen slik at hensynet til våtmark skulle være det viktigste.

Imidlertid viser resultatet av analysen «uvektet» at det traseforslaget som er vurdert til å være snillest mot naturmangfoldet og våtmark også totalt sett er best så ble vektingen ansett som unødvendig. Derfor blir denne rapportens anbefaling at Helgelandsmolinja skal ligge til grunn for videre planlegging og bygging.

Det er blitt produsert et tegningshefte (vedlegg nr. 9) for Helgelandsmolinja.

## **7.2 Videre arbeid**

Det videre arbeidet med E16 – Skaret - Hønefoss og Ringeriksbanen går nå inn i detaljregulering og etter hvert bygging. Det er som nevnt lagt opp til en veldig rask planprosess med statlig regulering. Dette kan føre til at det vil kunne føles som en hardhendt prosess for innbyggerne som vil berøres på godt og vondt av Ringeriksbanen og ny E16 Skaret - Hønefoss. Vi får bare håpe at den beste helhetlige løsningen blir valgt og at politikerne ikke kun ser på kostnadene men også vurderer godt det grundige arbeidet som er gjort for å belyse tiltakets konsekvenser og virkninger.

## Referanser

- Asplan viak. (2011). Håndbok for Bygge- og anleggsarbeid langs vassdrag. Retrieved from [http://www.vannportalen.no/globalassets/vannregioner/rogaland/rogaland---dokumenter/jaren-vannomrade/brosjyrer-og-faktaark/handbok\\_til\\_opplasting\\_180811\\_pxvoe-2.pdf](http://www.vannportalen.no/globalassets/vannregioner/rogaland/rogaland---dokumenter/jaren-vannomrade/brosjyrer-og-faktaark/handbok_til_opplasting_180811_pxvoe-2.pdf)
- Braskerud, B. C. (2006). Tilbakeholding av partikler i konstruerte våtmarker/fangdammer. Retrieved from <http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/24749/Fangdammer>
- Eggen, R., & Lindland, T. (2014). *Høyvann*. Retrieved from vegvesen.no: <http://www.vegvesen.no/fag/Publikasjoner/Handboker/nyheter/h%C3%B8yvann>
- Forum Nye Bergensbanen. (2008). Ringeriksbanen , Historikk - Fakta - Forvetning. Retrieved from <http://www.regionraadet.no/Menyvalg/Prosjekter/Forum-Nye-Bergensbanen/Toppmeny/Planar/>
- Frøslid, H. (2016). [Samtale om anleggsteknikk, gjennomgang av teknikker og eksempler].
- Goodrich-Mahoney, J. W. (2002). *Best management practices for acces road crossings of wetlands and waterbodies*. Retrieved from <http://www.epri.com/abstracts/Pages/ProductAbstract.aspx?ProductId=00000000001005188>
- Hole kommune. (2015). Fakta om Hole. Retrieved from <http://hole2011.custompublish.com/fakta-om-hole-4875701-173526.html>
- Hovd, A. (2014 a). *Lokalisering av veglinjer*.
- Hovd, A. (2014 b). *Pensumlitteratur i veg og miljø : Vegens lokalisering og vegetetikk*. Retrieved from ntnu.no/innsida:
- Høie, A. (2014). Trafikksikkerhetshåndboken - Midtdelere *Trafikksikkerhetshåndboken*.
- Jernbaneverket. (2015 a). Etablerer prosjektorganisasjon for Ringeriksbanen. Retrieved from <http://www.jernbaneverket.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/2015/etablerer-prosjektorganisasjon-for-ringeriksbanen/>
- Jernbaneverket. (2015 b-a). anbefaler linje over Helgelandsmoen [Press release]. Retrieved from <http://www.jernbaneverket.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/2015/Anbefaler-linje-over-Helgelandsmoen-for-E16-og-Ringeriksbanen/>
- Jernbaneverket. (2015 b-b). anbefaler linje over Helgelandsmoen. Retrieved from <http://www.jernbaneverket.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/2015/Anbefaler-linje-over-Helgelandsmoen-for-E16-og-Ringeriksbanen/>
- Jernbaneverket. (2015 c). Rådgiveroppdraget for Ringeriksbanen og E16 lyses ut om kort tid. Retrieved from <http://www.jernbaneverket.no/Prosjekter/Inter-City-/Ringeriksbanen/radgiveroppdraget-for-ringeriksbanen-og-e16-lyses-ut-om-kort-tid/>
- Jernbaneverket. (2015 d). *Ringeriksbanen og E16 Skaret - Hønefoss, Silingsrapport*. Retrieved from jbv.no:



[http://www.jernbaneverket.no/contentassets/d2ffebf7606a4940a1ea76fd985dc949/rrb-e16-silingsrapport-2015-01-30\\_v020.1.pdf](http://www.jernbaneverket.no/contentassets/d2ffebf7606a4940a1ea76fd985dc949/rrb-e16-silingsrapport-2015-01-30_v020.1.pdf)

Jernbaneverket. (2015 e ). Klarsignal for planlegging av Ringeriksbanen og E16. Retrieved from <http://www.jernbaneverket.no/Prosjekter/Inter-City-/Ringeriksbanen/klarsignal-for-planlegging-av-ringeriksbanen-og-e16/>

Jernbaneverket. (2015 f). *Analyse av mared og trasnport av Ringeriksbanen og ny E16 Skaret-Hønefoss, vedlegg til Silingsrapport*. Retrieved from

Jernbaneverket. (2016 a). Banene. Retrieved from <http://www.jernbaneverket.no/Jernbanen/Banene/>

Jernbaneverket. (2016 b). Teknisk regelverk Bruer/Prosjektering og bygging /Fundamentering.

Jernbaneverket. (2016 c). Teknisk regelverk Underbygning prosjektering. Retrieved from [https://trv.jbv.no/w/index.php?title=Fil:Normalprofil\\_dobbelspor\\_200\\_250.PNG&filetimestamp=20150626080204&](https://trv.jbv.no/w/index.php?title=Fil:Normalprofil_dobbelspor_200_250.PNG&filetimestamp=20150626080204&)

Jernbaneverket. (2016 d). Teknisk regelverk Overbygning Prosjektering *Spoets trase*.

Kulturminneloven, (2009 a).

Forskrift om rammer for vannforvaltningen, (2006).

Lov om forvaltning av naturens mangfold, (2009 b).

Mannsverk, P. (2014). Anbefaler Hole å bli By. *Ringerikes blad*. Retrieved from <http://www.ringblad.no/nyheter/anbefaler-hole-a-bli-by/s/1-97-7486722>

Medhus, T. (2018). Om Tyrifjorden. Retrieved from [http://www.tyrifjorden.no/om\\_tyrifjorden.aspx](http://www.tyrifjorden.no/om_tyrifjorden.aspx)

Miljostatus.no (Cartographer). (2016). Kulturminnekart. Retrieved from <http://www.miljostatus.no/kart/>

Miljødirektoratet. (2013). Ramsarkonvensjonen. Retrieved from <http://www.xn--miljodirektoratet-oxb.no/no/Tema/Internasjonalt/Internasjonale-avtaler/Vatmark/>

Miljødirektoratet. (2015). Vernefagsamling 2015 - Befaringshefte. In Miljødirektoratet (Ed.).

Miljostatus.no. (2014). Ramsarkonvensjonen. Retrieved from <http://www.miljostatus.no/tema/naturmangfold/internasjonale-konvensjoner/ramsarkonvensjonen/>

Myhren, G. (2015). [Muntlige samtaler om masteroppgaven].

Narverud, L. (2013). *Håndtering av forurenset masse*. Systemdokumenter.

NGU (Cartographer). (2016 a). Løsmassegeologi. Retrieved from <http://geo.ngu.no/kart/arealisNGU/>

NGU (Cartographer). (2016 b). Kart min kommune /skredhendelser. Retrieved from <http://geo.ngu.no/kart/minkommune/>

- Norgebilder.no (Cartographer). (2016). Norge i bilder. Retrieved from <http://www.norgebilder.no/?zoom=14&lat=6666069.97123&lon=568608.23066&srs=EPSG:32632>
- Nve (Cartographer). (2016). NVE faresoner. Retrieved from <http://gis3.nve.no/link/?link=faresoner&layer=5&field=KOMMNAVN&value=Ringerike&buffer=10000>
- Pritchard, D. (2015). *Mission report - Nedre Tyriffjord Wetland system, Norway 2015*. Retrieved from [http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/ram79\\_norway\\_2015\\_e.pdf](http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/ram79_norway_2015_e.pdf)
- Rambøll Norge AS. (2014). *Referansepriser for kostnadsoverslag intercity utredningen*.
- Ramsar. (2014). About the ramsar convention. Retrieved from <http://www.ramsar.org/about-the-ramsar-convention>
- Ringerike Kommune. (2015). Fakta tall og natur. Retrieved from <http://www.ringerike.kommune.no/Om-Ringerike/Fakta-tall-og-natur/>
- Ringeriksregionen. (2015 a). Om Helgelandsmoen næringspark. Retrieved from <http://www.ringerike.no/om/omradekart/handel/helgelandsmoen-neringspark>
- Ringeriksregionen. (2015 b). Ringerike utvikling, Om oss. Retrieved from <http://www.ringerike.no/om/ringerike-utvikling/om-oss>
- Rynning, M. (2013). *Avrenning*. Systemdokumenter.
- Meld. st. 26, Nasjonal transportplan (2014-2023), (2013).
- Skog-og-landskap. (2016 a). Jordsmonn kart over Hole og Ringerike kommune. Retrieved from [http://kilden.skogoglandskap.no/?topic=jordsmonn&X=6668345.65&Y=239952.08&zoom=7&lang=nb&bgLayer=grunnkart&layers\\_opacity=0.75&catalogNodes=38&layers=jordkvalitet](http://kilden.skogoglandskap.no/?topic=jordsmonn&X=6668345.65&Y=239952.08&zoom=7&lang=nb&bgLayer=grunnkart&layers_opacity=0.75&catalogNodes=38&layers=jordkvalitet)
- Bonitetskart skog*, (2016 b).
- Skoglund, S. (2012). *Behandling av anleggsvann*. Statens vegvesen region øst. Internal dokument.
- Statens vegvesen. (2006). *Avrenning av vann fra sprenningsarbeid*. Retrieved from <http://www.vegvesen.no/attachment/61709/binary/14708>
- Statens vegvesen. (2010 a). E16 Om prosjektet. Retrieved from <http://www.vegvesen.no/Europaveg/e16buskerud/OmProsjektet>
- Statens vegvesen. (2010 b). *E16 Skaret - Hønefoss Silingsrapport*. Retrieved from [http://www.vegvesen.no/attachment/169488/binary/313911?fast\\_title=Silingsrapport.pdf](http://www.vegvesen.no/attachment/169488/binary/313911?fast_title=Silingsrapport.pdf)
- Statens vegvesen. (2010 c). Rv. 35 Hokksund jevnaker (KVU). Retrieved from <http://www.vegvesen.no/Riksveg/rv35hokksundjevnaker>
- Statens vegvesen. (2011). *E16 - Skaret-Hønefoss Planprogram kommunedelplan med KU*. Retrieved from [http://www.vegvesen.no/attachment/212889/binary/409653?fast\\_title=Planprogram+E16+Skaret-H%C3%B8nefoss+%28fastsatt%29.pdf](http://www.vegvesen.no/attachment/212889/binary/409653?fast_title=Planprogram+E16+Skaret-H%C3%B8nefoss+%28fastsatt%29.pdf)

- Statens vegvesen. (2012). *E16 Skaret-Hønefoss, Konsekvensutredning med forslag til kommunedelplan*. Statens vegvesen. Retrieved from [http://www.vegvesen.no/attachment/422663/binary/719222?fast\\_title=Hovedrapport+E16+Skaret-H%C3%B8nefoss+%28NB%21+36+MB%29.pdf](http://www.vegvesen.no/attachment/422663/binary/719222?fast_title=Hovedrapport+E16+Skaret-H%C3%B8nefoss+%28NB%21+36+MB%29.pdf)
- Statens vegvesen. (2013). *E16 -Skaret - Hønefoss, Temarapport Naturmiljø*. Retrieved from [http://www.vegvesen.no/attachment/422672/binary/719231?fast\\_title=Temarapport+Naturmilj%C3%B8+E16+Skaret-H%C3%B8nefoss.pdf](http://www.vegvesen.no/attachment/422672/binary/719231?fast_title=Temarapport+Naturmilj%C3%B8+E16+Skaret-H%C3%B8nefoss.pdf)
- Statens vegvesen. (2014 a). E16 Vik-Botilrud, midtdeler. Retrieved from <http://www.vegvesen.no/Europaveg/e16steinsletta>
- Statens vegvesen. (2014 b). *Statens vegvesen Region sør felles enhetskostnader brukt for prosjekter i innværende NTP (2014-2023)*
- Delstrekning Bjørum-Skaret, (2015 a).
- Statens vegvesen. (2015 b). E16 Sandvika - Skaret. Retrieved from <http://www.vegvesen.no/Europaveg/E16Barum>
- Prosjekt E16 Hønenkrysset Plan ID 0605-386, (2015 c).
- Statens vegvesen (Cartographer). (2016 a). Vegkart. Retrieved from [https://www.vegvesen.no/vegkart/vegkart/#kartlag:geodata/hva:\(~\)/hvor:\(\)/@202845,6740623,7](https://www.vegvesen.no/vegkart/vegkart/#kartlag:geodata/hva:(~)/hvor:()/@202845,6740623,7)
- Statens vegvesen. (2016 b). Opprettholder anbefaling om å velge linje over Helgelandsmoen. Retrieved from <http://www.vegvesen.no/Europaveg/e16buskerud/Nyhetsarkiv/oppretholder-anbefaling-om-%C3%A5-velge-linje-over-helgelandsmoen>
- SVV og JBV. (2015). Ringeriksbanen og E16 Skaret-Hønefoss Silingsrapport. Retrieved from [http://www.jernbaneverket.no/contentassets/d2ffebf7606a4940a1ea76fd985dc949/rrb-e16-silingsrapport-2015-01-30\\_v020.1.pdf](http://www.jernbaneverket.no/contentassets/d2ffebf7606a4940a1ea76fd985dc949/rrb-e16-silingsrapport-2015-01-30_v020.1.pdf)
- SVV og JBV. (2016). *Forprosjekt delstrekning 4: Bymoen-Styggedalen*. Retrieved from <http://www.jernbaneverket.no/contentassets/5431e64614aa429bb86a54d1f74c34f9/ringeriksbanen-og-e16-skaret-honefoss---forprosjekt-delstrekning-4---januar-2016.pdf>
- SVV, S. v. (2012). *Konsekvensutredning med forslag til kommunedelplan*. Retrieved from [http://www.vegvesen.no/attachment/422663/binary/719222?fast\\_title=Hovedrapport+E16+Skaret-H%C3%B8nefoss+%28NB%21+36+MB%29.pdf](http://www.vegvesen.no/attachment/422663/binary/719222?fast_title=Hovedrapport+E16+Skaret-H%C3%B8nefoss+%28NB%21+36+MB%29.pdf)
- Systad, R. A. (2013). *Byggherrens krav til siltgardiner*. Retrieved from [http://www.vegvesen.no/attachment/546735/binary/878705?fast\\_title=Byggherrens+krav+til+siltgardiner.pdf](http://www.vegvesen.no/attachment/546735/binary/878705?fast_title=Byggherrens+krav+til+siltgardiner.pdf)
- Thorsnæs, G. (2015 a). Ringerike kommune. In S. n. leksikon (Ed.).
- Thorsnæs, G. (2015 b). Hole. In S. n. leksikon (Ed.).
- Transportøkonomisk institutt. (2012). *Trafikksikkerhetshåndboken*. Retrieved from <http://tsh.toi.no/>

- Uribe, C. F. (2015). *Flom vurdering - Ny E16 og Ringeriksbane (delstrekning 4) Kryssing av Storelva*. Stetens Vegvesen/Jernbaneverket.
- Vegdirektoratet. (2014 a). *Styring av vegprosjekter - Håndbok R760*. Retrieved from <http://www.vegvesen.no/attachment/61446>
- Vegdirektoratet. (2014 b). *Håndbok V712 - Konsekvensanalyser*. Statens vegvesen Retrieved from [http://www.vegvesen.no/attachment/704540/binary/1089885?fast\\_title=H%C3%A5ndbok+V712+Konsekvensanalyser.pdf](http://www.vegvesen.no/attachment/704540/binary/1089885?fast_title=H%C3%A5ndbok+V712+Konsekvensanalyser.pdf).
- Vegdirektoratet. (2014 c). *Håndbok N200 vegbygging*.
- Vegdirektoratet. (2014 d). *Håndbok V132 Veg og kulturmiljø: Statens vegvesen*.
- Vegdirektoratet. (2015). *Håndbok N400 - Broprosjektering*. Retrieved from [http://www.vegvesen.no/attachment/865860/binary/1030718?fast\\_title=H%C3%A5ndbok+N400+Bruprosjektering.pdf](http://www.vegvesen.no/attachment/865860/binary/1030718?fast_title=H%C3%A5ndbok+N400+Bruprosjektering.pdf)
- wikipedia. (2015). Bilde av Ringeriksbadet.
- Winther-Larsen, T. (2013). *Siltgardiner - Funksjon, tilpassing og oppfølging*. Retrieved from [http://www.vegvesen.no/fag/Publikasjoner/Publikasjoner/Statens+vegvesens+rapporter/attachment/446565?ts=13d44c902e8&fast\\_title=SVVrapport+205+Siltgardiner.pdf](http://www.vegvesen.no/fag/Publikasjoner/Publikasjoner/Statens+vegvesens+rapporter/attachment/446565?ts=13d44c902e8&fast_title=SVVrapport+205+Siltgardiner.pdf)
- Åstebøl, S. O. (2013). *Tilstand rensebassenger*. Retrieved from vegvesen.no: [http://www.vegvesen.no/attachment/546715/binary/878685?fast\\_title=Tilstand+rensebasenger.pdf](http://www.vegvesen.no/attachment/546715/binary/878685?fast_title=Tilstand+rensebasenger.pdf)

## **Vedlegg**

**Vedlegg 1 Kart med aktuelle stedsnavn nevnt i rapporten**

**Vedlegg 2 Figurkart**

**Vedlegg 3 Oppgavetekst**

**Vedlegg 4 NA rundskriv 2015/2 om fartsgrense 110 km/t**

**Vedlegg 5 Traseringstabeller jernbane dobbeltspor**

**Vedlegg 6 Dimensjonering av overbygning vei**

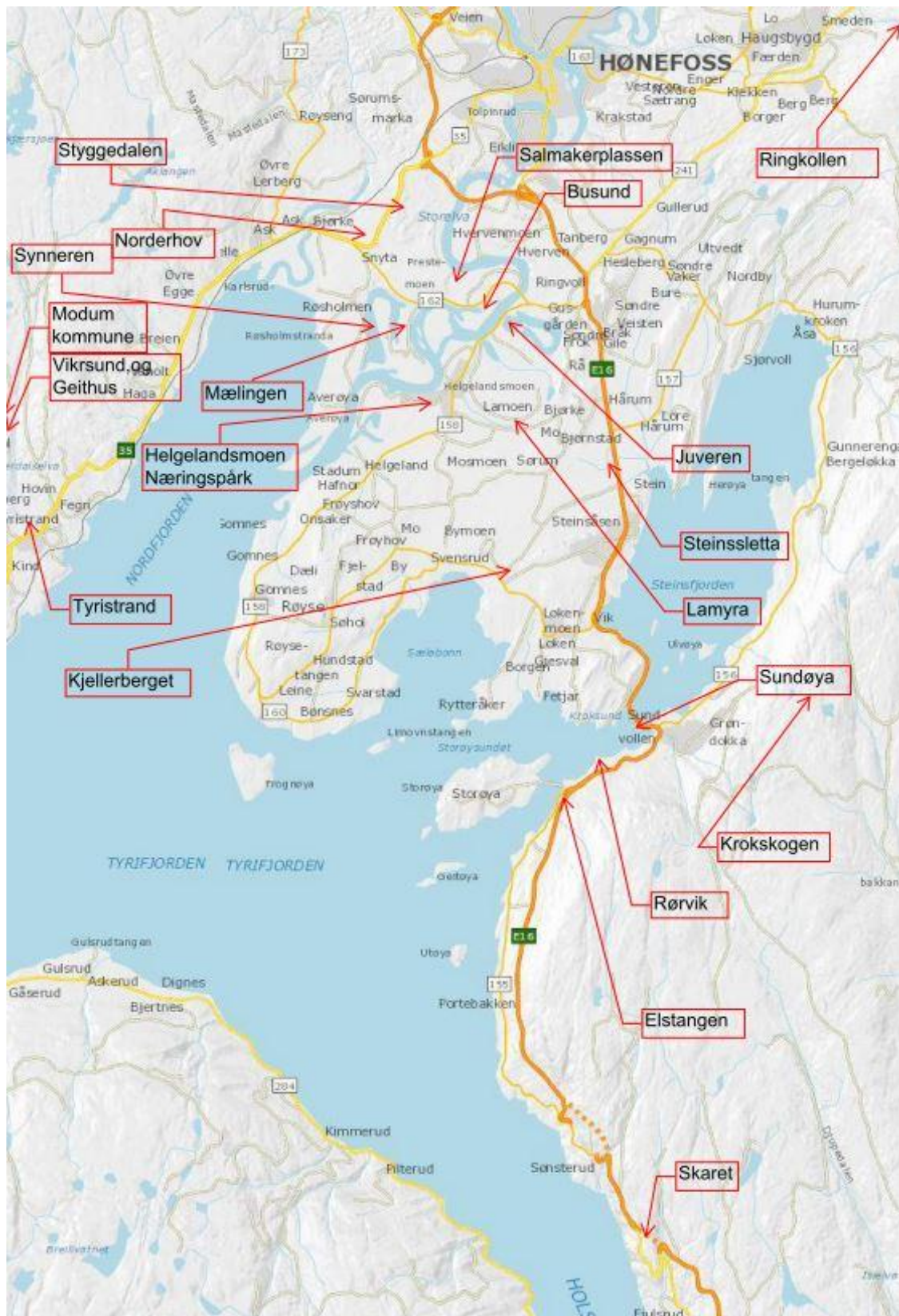
**Vedlegg 7 Dimensjonering av underbygning jernbane**

**Vedlegg 8 Kostnadsberegninger**

**Vedlegg 9 Tegningshefte**



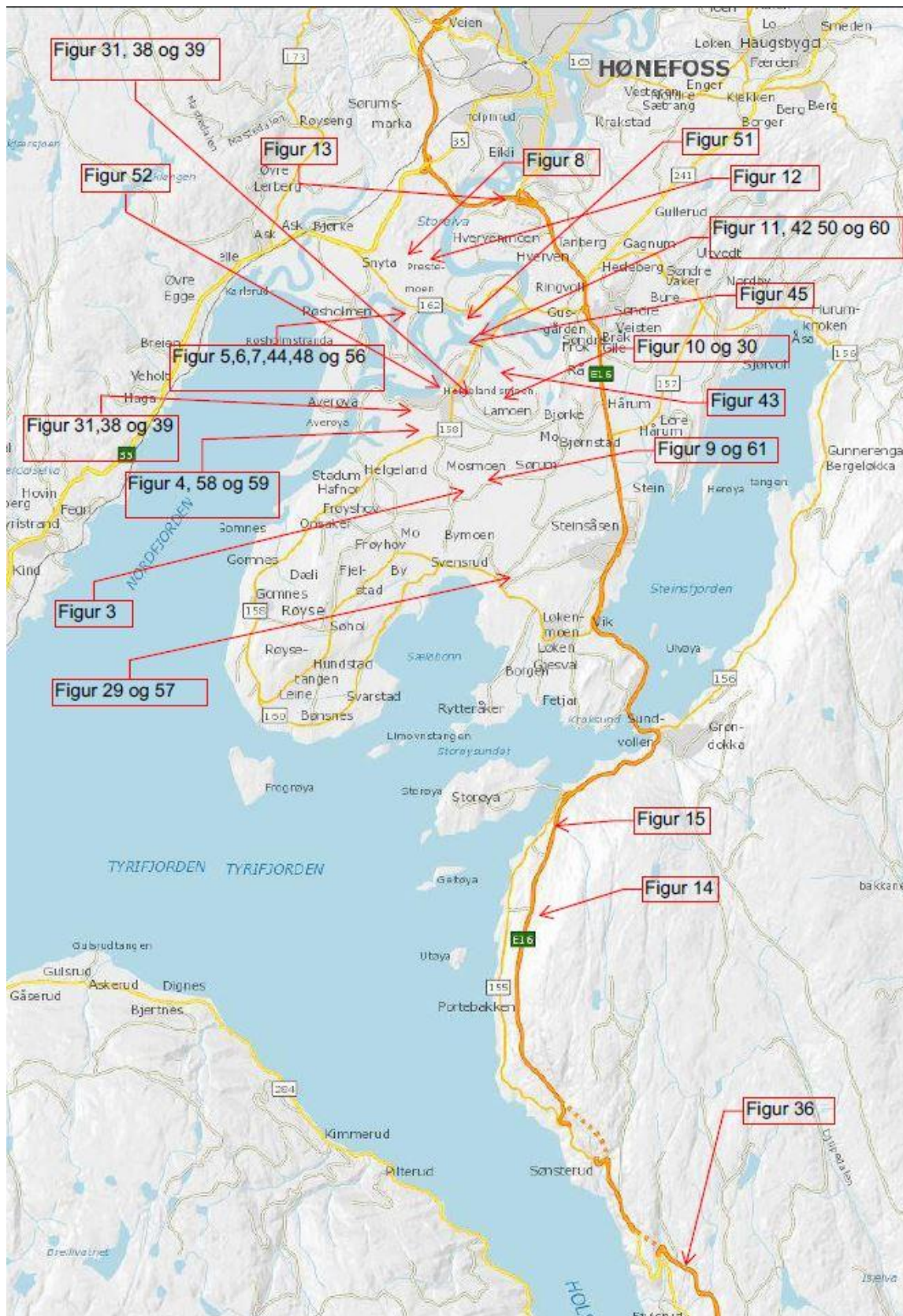
## Vedlegg 1 Kart med nevnte stedsnavn



Figur 64 Kart med benyttede stedsnavn, enkelte stedsnavn er også lokalisert i B-tegningene i vedlegg 9 (tegningsheftet) Kart hentet fra nasjonal veidatabank (Statens vegvesen, 2016 a)



## Vedlegg 2 Figurkart



Figur 65 Figurkart. Kart hentet fra nasjonal veidatabank (Statens vegvesen, 2016 a)

### **MASTEROPPGAVE** (BA6904/BA6903/ET6100/TK6010 , masteroppgave)

VÅREN 2015  
for  
**Christian Sætre Halland**

#### Trasevalg for kryssing av Storelva

##### **BAKGRUNN**

Det planlegges en ny parsell på E16 fra Skaret til Hønefoss som en del av en utbedring av hovedruten mellom Oslo og Bergen. Veien er også hovedfartsåre mellom Oslo og Ringerike, Valdres og Hallingdal. Prosjektet skal utføres som et felles planprosjekt mellom Statens vegvesen og Jernbaneverket for ny E16 og Ringeriksbanen. Veien planlegges som 4-felts motorvei med 110km/t fartsgrense. Det ble i september 2015 gitt klarsignal for videre planlegging og kunngjort et mål om oppstart for bygging av både vei og jernbane i 2019.

Ringerike og Hole kommune blir begge sterkt berørt av prosjektet, og både verdifulle våtmarksområder, jordbruksarealer, friluftlivsinteresser og boligeiendommer er truet. Nordre Tyrifjorden våtmark system fikk Ramsar-status i 1996 og Ramsar har i sommer (juli 2015) vært på besøk for å gjøre seg kjent med naturverdiene i de anbefalte veg-, og banetraseene. Ramsar konvensjonen er en internasjonal avtale for bevaring og bærekraftig bruk av våtmarker. Dette bidrar til økt fokus på vern av disse våtmarksystemene.

##### **OPPGAVE**

Det skal vurderes trasevalg og optimalisering av to foreslåtte linjer, utarbeidet av vegvesenet, for kryssing av Storelva i Ringerike kommune i forbindelse med ny E16 fra Skaret til Hønefoss. Den ene linja er ønsket av kommunen og den andre av Vegvesenet. Det skal i tillegg undersøkes om en kan finne en mest mulig skånsom anleggsteknisk gjennomføring som tar vare på livet i vannet og minimaliserer de midlertidige og permanente konsekvensene av tiltaket.

##### **Målsetting og hensikt**

Oppgaven skal resultere i en uavhengig anbefaling av løsning for kryssing av Storelva i Ringerike og Hole kommune som skal gjøre minst mulig permanent skade på omgivelsene og samtidig dekke behovet for kryssing og tilhørighet med resten av vegsystemet på en god måte.

I tillegg skal oppgaven finne frem til en mest mulig skånsom og effektiv anleggsgjennomføring som sikrer livet i denne svært verdifulle våtmarksonen og omgivelsene generelt.

##### **Deloppgaver og forskningsspørsmål**

Det skal prosjekteres to løsninger for kryssing av Storelva som underlag for beslutning om trasevalg. Dette skal gjøre med utgangspunkt i vegvesenets to egne traseforslag, disse skal

optimaliseres i forhold til minst mulig inngrep i omgivelsene. Balansen mellom andel fylling og andel bru må vurderes og fotavtrykket av vei og bane skal minimaliseres. Prosjekteringen skal utføres med Novapoint 19. Trasealternativene skal også analyseres gjennom en forenklet konsekvensanalyse og inngrep i våtmarkene skal særlig vektlegges.

Det er bestemt at veien skal ha fartsgrense 110 km/t. Dette er ikke en beskrevet i noen veiklasse i HB N100 men i et NA-rundskriv publisert i 2015. Dette skal innarbeides i traseforslagene ved optimaliseringen og det skal sees på konsekvenser av dette.

Anleggsteknikken ved bygging i våtmark skal kartlegges hos de store norske entreprenørene og det skal undersøkes om det er mulig å finne effektive løsninger som samtidig minimaliserer de negative konsekvensene av kryssingene midlertidig og permanent. Avveiningen mellom kostnader og miljøet skal vurderes



## GENERELT

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

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

Besvarelsen skal inneholde

- standard rapportforside (automatisk fra DAIM, <http://daim.idi.ntnu.no/>)
- tittelside med ekstrakt og stikkord (mal finnes på siden <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank>: 3) Om Masteroppgaven)
- sammendrag på norsk og engelsk (studenter som skriver sin masteroppgave på et ikke-skandinavisk språk og som ikke behersker et skandinavisk språk, trenger ikke å skrive sammendrag av masteroppgaven på norsk)
- hovedteksten
- oppgaveteksten (denne teksten signert av faglærer) legges ved som Vedlegg 1.

Besvarelsen kan evt. utformes som en vitenskapelig artikkel for internasjonal publisering. Besvarelsen inneholder da de samme punktene som beskrevet over, men der hovedteksten omfatter en vitenskapelig artikkel og en prosessrapport.

Råd og retningslinjer for masteroppgaven finnes på programmets nettsider.

[http://videre.ntnu.no/pages/mastergrader/erfaringsbasert\\_masterprogram\\_i\\_veg\\_og\\_jernbane/priser\\_og\\_betinger/](http://videre.ntnu.no/pages/mastergrader/erfaringsbasert_masterprogram_i_veg_og_jernbane/priser_og_betinger)

### Hva skal innleveres?

Rutiner knyttet til innlevering av masteroppgaven er nærmere beskrevet på <http://daim.idi.ntnu.no/>. Trykking av masteroppgaven bestilles via DAIM direkte til Skipnes Trykkeri som leverer den trykte oppgaven til instituttkontoret 2-4 dager senere. Instituttet betaler for trykkingen, og 1 eksemplar blir sendt til studenten. Ekstra eksemplarer må bekostes av kandidaten/ eksternt samarbeidspartner.

Videre skal kandidaten levere innleveringsskjemaet (fra DAIM) Innleveringsskjema sendes til NTNU VIDERE.

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

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

### Helse, miljø og sikkerhet (HMS):



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

Dersom studenten i arbeidet med masteroppgaven skal delta i feltarbeid, tokt, befarung, feltkurs eller ekskursionsjoner, skal studenten sette seg inn i "Retningslinje ved feltarbeid m.m.". Dersom studenten i arbeidet med oppgaven skal delta i laboratorie- eller verkstedarbeid skal studenten sette seg inn i og følge reglene i "Laboratorie- og verkstedhåndbok". Disse dokumentene finnes på fakultetets HMS-sider på nettet, se <http://www.ntnu.no/ivt/adm/hms/>. Alle studenter som skal gjennomføre laboratoriearbeid i forbindelse med prosjekt- og masteroppgave skal gjennomføre et web-basert TRAINOR HMS-kurs. Påmelding på kurset skjer til [daniel.erland@ntnu.no](mailto:daniel.erland@ntnu.no)

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

**Oppstart og innleveringsfrist:**

Frist innlevering masterkontrakt **15. august**, frist innlevering masteroppgaven **15. mai**

**Hovedveileder ved NTNU:** Kelly Pitera

**Lokal veileder:** Gert Myhren – Statens vegvesen region Sør

Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU

Dato: 22.09.2015 (revidert: 19.04.2016)

Underskrift



Faglærer

## Vedlegg 4 NA- Rundskriv 2015/2 om fartsgrense 110 km/t



### Statens vegvesen

Vegdirektoratet

Behandlende enhet:  
Vegdirektoratet

Saksbehandler/innvalgsnr:  
Bjarte Skogheim - 22073439

Vår referanse:  
2015/005511-002

Deres referanse:

Vår dato:  
14.01.2015

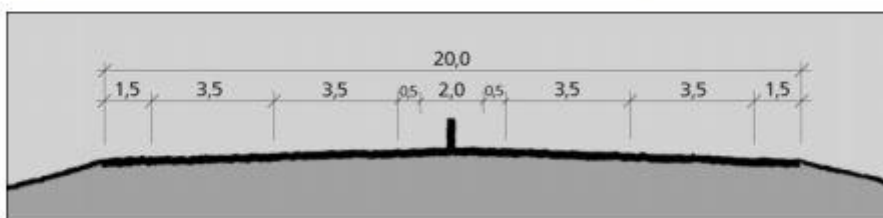
### NA-rundskriv 2015/2 - Fartsgrenser og motorveger - Ny dimensjoneringsklasse for motorveg med fartsgrense 110 km/t

Denne dimensjoneringsklassen erstatter dimensjoneringsklasse H8 og H9 i 2013-utgaven av håndbok N100 Veg- og gateutforming med virkning 20.11.2014.

Vegen har standard som motorveg.

#### Tverrprofil

Vegen skal bygges som 4-feltsveg med 3,5 m brede kjørefelt, indre skulder på 0,5 m og midtdeler på 2. Ytre skulderbredde varierer avhengig av ÅDT med henholdsvis 1,5 m ved ÅDT 12-20 000 og 3 m ved ÅDT > 20 000 (se figur 1 og 2). Dersom det ut fra kapasitetsvurderinger viser seg å være behov for flere enn 4 felt, skal også de øvrige feltene ha bredde på 3,5 m. Utvidelse av antall kjørefelt i forhold til figur 1 og 2 skal godkjennes i Vegdirektoratet gjennom fraviksbehandling.



Figur 1: Tverrprofil 20 m vegbredde (mål i m) i ÅDT-intervallet 12-20 000

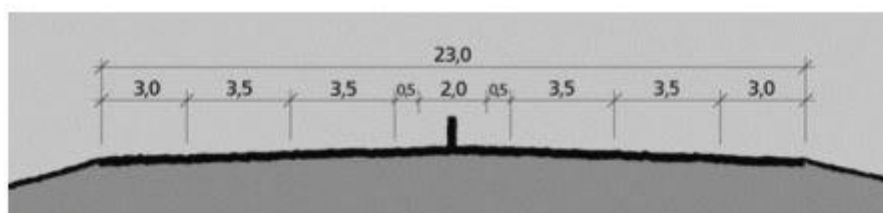
Postadresse  
Statens vegvesen  
Vegdirektoratet  
Postboks 8142 Dep  
0033 Oslo

Telefon: 02030  
Telefaks: 22 07 37 68  
firmapost@vegvesen.no  
Org.nr: 971032081

Kontoradresse  
Brynsengfaret 6A  
0667 OSLO

Fakturaadresse  
Statens vegvesen  
Landsdekkende regnskap

9815 Vadse  
Telefon:  
Telefaks:



Figur 2: Tverrprofil 23 m vegbredde (mål i m) ved ÅDT > 20 000

Vegen skal ha midtdeler med midtrekkverk. Minste avstand fra rekkverk til indre kjørebane kant skal være 0,75 m, se håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområde.

Krav til bredde på åpning i rekkverk (for utrykningskjøretøy, drift og omregulering av trafikk) og avstand mellom disse er gitt i håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområde.

Utvidelse av midtdeleren skal fraviksbehandles og godkjennes i Vegdirektoratet for riksveger. Grunner til å utvide midtdeleren kan være anleggelse av voll, adskilt traséring, behov for midtplassert belysning, behov for brusøyler og større stolper.

#### Horisontal- og vertikalkurvatur

Vegen skal utformes etter krav gitt i tabell 1.

Tabell 1: Prosjekteringsstabell for veg med fartsgrense 110 km/t

R <sub>b</sub> <sup>1</sup>	Horisontalkurvatur		Vertikalkurvatur					
	Klotoide	Sikklengde <sup>2,2</sup>	R <sub>v, høy</sub>	R <sub>v, lav</sub>	Overhøyde	Stigning	Res. fall	
	Min	Stopp	Min	Min	e	Maks	Maks	Min
800	260	260	14100	3800	7,5	5,0	9,0	2
900	265	260	14100	3800	7,0	5,0	9,0	2
1000	270	260	14100	3800	6,5	5,0	9,0	2
1200	275	260	14100	3800	5,6	5,0	9,0	2
1400	275	260	14100	3800	4,7	5,0	9,0	2
1600	275	260	14100	3800	3,7	5,0	9,0	2
≥ 1750	275	260	14100	3800	3,0	5,0	9,0	2

<sup>1</sup> Ved R<sub>b</sub> < 4000 bør ensidig fall benyttes

<sup>2</sup> Δst1 = - 27 m (reduksjon i krav til stoppsikt ved maksimal stigning) og Δst2 = 38 m (økning i krav til stoppsikt ved maksimalt fall).

<sup>3</sup> Ordinært midtrekkverk (ca 0,75 m høyt) i venstre kurve anses som ikke sikthindrende. Det samme gjelder for kanttrekkverk i høyre kurve. For brurekkverk (vanligvis 1,2 m høyt) skal stoppsiktkravet tilfredsstilles.

#### Kryssløsninger

Kryss skal bygges som planskilte kryss og utformes i samsvar med kapittel E.1.3.

Rampene tilknyttet fartsendingsfeltene skal utformes slik at startfarten på akselerasjonsfelt og slutfarten på retardasjonsfelt blir minst 70 km/t.

Rundkjøringer i tilknytning til planskilte kryss skal dimensjoneres for modulvogntog. Nåværende krav til utforming av rundkjøring i kapittel E.1.2.1 er kun dimensjonert for ordinært vogntog (22 m). Utformingen av rundkjøring skal derfor vurderes spesielt og i samarbeid med Vegdirektoratet i forhold til framkommelighet for modulvogntog.

Minste avstand mellom kryss bør være 3 km.

#### Avkjørsler

Vegen skal være avkjørselsfri.

#### Løsninger for gående og syklende

Det skal ikke være gang- og sykkeltrafikk langs vegen. Gående og syklende skal ha et tilbud. Dette løses via lokalt vegnett. Helhetlig/sammenhengende tilbud til gående og syklende skal framgå av overordnet plan.

#### Kollektivanlegg

Holdeplasser skal ikke plasseres langs hovedvegen, men kanaliseres til ramper. Holdeplasser bør utformes som busslomme uten refuge. Rampen bør ikke ha større stigning enn 4 % ved holdeplassen.

Holdeplasser utformes i samsvar med kapittel E.3.

#### Belysning

Vegen skal belyses. Belysningsanlegg utformes i samsvar med kapittel E.5.

#### Sideanlegg

Maksimal avstand mellom stopplommer bør være 3 km for hver retning (gjelder kun for tverrprofil med 1,5 m skulder, se figur 1). Eventuelle sideanlegg utformes i samsvar med kapittel E.7.

#### Dimensjonerende kjøretøy og kjøremåte

Vegen og kryssene skal dimensjoneres for kjøretøytype MVT (modulvogntog). MVT skal sikres framkommelighet etter kjøremåte A. Se kapittel F.2.

#### Fri høyde

Kravene til fri høyde er beskrevet i kapittel F.4.

Veg- og transportavdelingen, Vegdirektoratet

Jane Bordal  
Direktør

Gyda Grendstad

## Vedlegg 5. Traseringsstabeller jernbane dobbeltspor

Tabeller er hentet fra Jernbaneverkets tekniske regelverk, Overbygning – Prosjektering, sporets trase (Jernbaneverket, 2016 d)

### Hastighet 250 km/h

Hastighet 250 km/h	Normale krav		Minste krav	
	F.o.m. radius [m]	L [m]	h [mm]	L [m]
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

Tabell 16 Traseringsstabell for jernbane med 250 km/t (Jernbaneverket, 2016 d)



## Hastighet 200 km/h

Hastighet 200 km/h	Normale krav		Minste krav	
	F.o.m. radius [m]	L [m]	h [mm]	L [m]
1800			163	135
1900			145	120
2000	175	110	133	110
2100	151	95	115	95
2200	143	90	109	90
2300	135	85	103	85
2400	135	85	97	80
2500	127	80	91	75
2600	119	75	91	75
2800	111	70	85	70
3000	103	65	79	65
3300	95	60	72	60
3600	87	55	66	55
4000	79	50	60	50
4500	71	45	54	45
5000	63	40	48	40
6000	56	35	42	35
7000	48	30	36	30
8000	40	25	30	25
10000	32	20	24	20
15000	24	15	18	15

Tabell 17 Traseringsstabell for jernbane 200km/t (Jernbaneverket, 2016 d)

## Vedlegg 6. Dimensjonering av overbygning vei

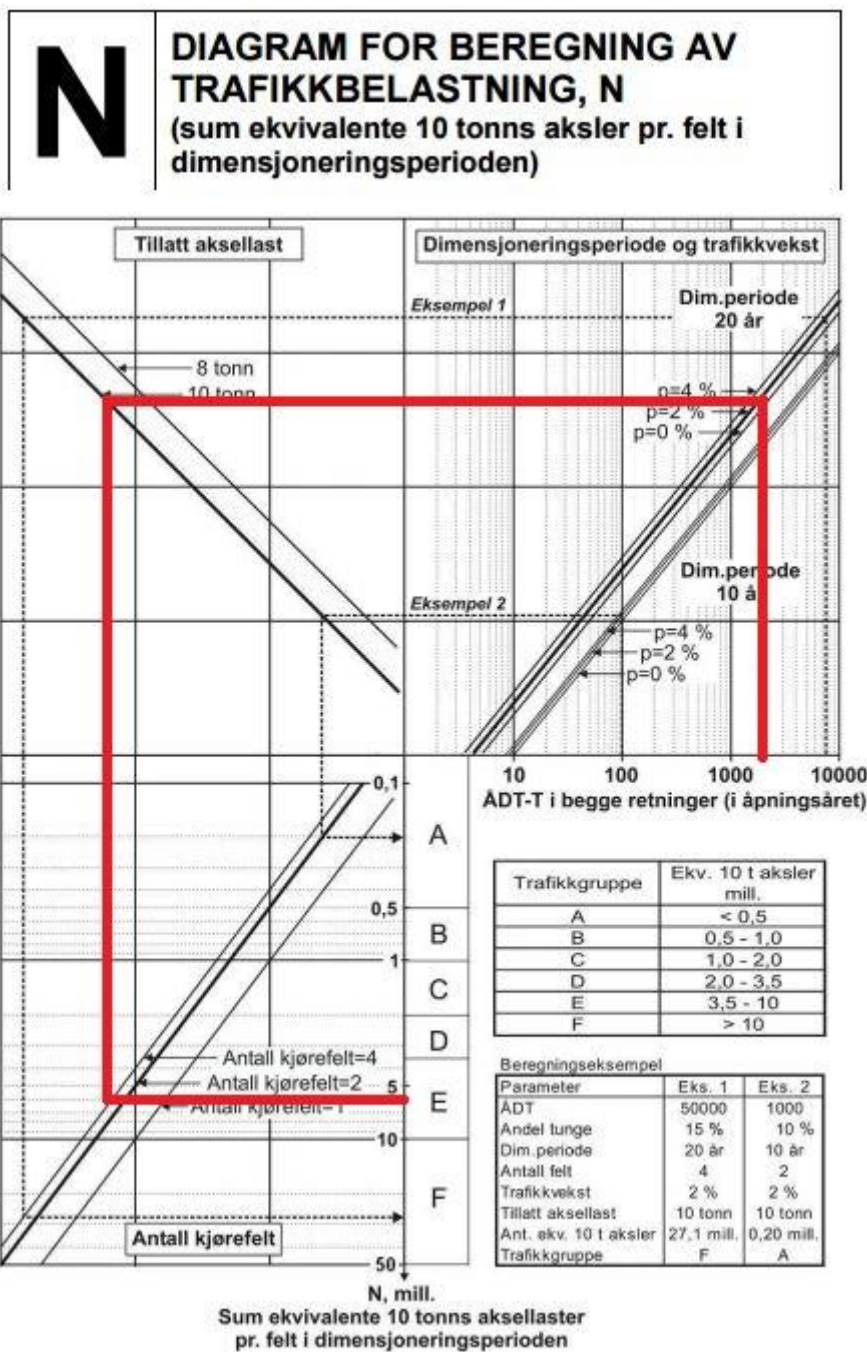
### Beregning av Trafikkgruppe N.

Benytter normalverdier for inngangsparametere som vist i figur 510.1 i Hb N200

Parameter	Hovedveg	Samleveg	Adkomstveg
Andel tunge kjøretøy (%)	15	10	5
Dimensjoneringsperiode (år)	20	20	20
Trafikkvekst (%)	2	2	2
Aksellast (tonn)	10	10	10

**Figur 66 normalverdier for inngangsparametere for bestemmelse av trafikkgruppe N (Vegdirektoratet, 2014 c)**

Beregnet trafikk åpningsåret er satt til 12400 kjøretøy og med 15 % tungtrafikk blir da ÅDT-T i åpningsåret 1860kjt. Det er ikke utført trafikkberegninger på anbefalt trasealternativ, men jeg har mottatt trafikkberegninger fra fagetetatene (Jernbaneverket, 2015 f) på alternativene som ble utredet i forbindelse med siingsrapporten og konsekvensanalysen i 2012. Trasealternativene har i ettertid blitt utviklet videre. Tallet på 12400 er basert på trafikkberegninger som er utført for det utredede alternativet som ligner mest på dagens anbefalte løsning, eneste forskjellen er at dagens anbefalte alternativ går i tunnel gjennom Vik, mens det fra 2012 hadde fullt kryss i dagen på Vik.



Figur 67 Beregning av trafikkgruppe ut ifra ÅDT-T (Vegdirektoratet, 2014 c)

### Klassifisering av grunnforhold

I denne tidlige fasen vet man lite konkret om grunnforholdene da det ikke er utført grunnundersøkelser. Det er tatt utgangspunkt i geologiske kart fra NGU og funnet at delstrekningen som oppgaven omhandler ligger i områder med tykk marin avsetning og elveavsetning i nærheten av Storelva. Det er langt til fjell på hele strekningen. I HB N200 heter det i figur 510.5 at både marin avsetning og elveavsetning sannsynligvis betyr telefarlighetsgruppe 3 eller 4.

	Grunnforhold: Sannsynlig T3-T4 materialer	Grunnforhold <sup>1)</sup> : Sannsynlig T1-T2 materialer
Grunnforhold fra kvartær-geologisk kart	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tykk morene</li> <li>- Randmorene</li> <li>- Elveavsetning</li> <li>- Breelv- og bresjø-/innsjøavsetning</li> <li>- Hav- og fjordavsetning, strandavsetning, tykt dekke</li> <li>- Marin strandavsetning</li> <li>- (Vindavsetning og fyllmasse – vurderes spesielt)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tynn morene <sup>2)</sup></li> <li>- Hav- og fjordavsetning, strandavsetning, tynt dekke <sup>2)</sup></li> <li>- Skred- og forvitningsmateriale</li> <li>- Tynt humus/torvdekke</li> <li>- Bart fjell</li> <li>- (Torv/myr - vurderes normalt av geotekniker)</li> </ul>

Figur 68 Sannsynlig telefarlighetsgruppe ut i fra grunnforhold. (Vegdirektoratet, 2014 c)

Som figuren over viser så er det sannsynlig at vi har med T3 og T4 masser å gjøre. I denne tidlige fase velges det å gå videre i beregningene med forutsetning om T4 masser. Dette av den grunn av det er bedre å ta høyde for litt ekstra i starten, da det er lettere å redusere overbygningen senere i planfasene heller enn å øke den.

D	DEKKE (SLITELAG OG BINDLAG) AV BITUMINØSE MASSER (lagtykkelser i cm)			
	ADT (i åpningsåret)			
Dekketype	0 - 1500	1500 - 3000	3000 - 5000	> 5000
Myke dekketyper	4,0	4,0		
Stive dekketyper	3,0 over 3,0	3,5 over 3,0	4,0 over 3,0	4,5 over 3,5

Figur 69 Krav til dekketykkelser ut i fra trafikkmenge (Vegdirektoratet, 2014 c)

Dekket velges i henhold til krav i «Håndbok N200 Veibygging» ut fra trafikkmenge åpningsår. Og Da det er snakk om såpass høye trafikk tall som vi har er det kun stive dekketyper som kan benytte. I følge vedlegg 10 i Handbok N200 er det valgt å benytte Ab 16, med veibitumen 70 - 100. Dette er tradisjonelt en ofte valgt asfalt på høytrafikkerte veier. Jeg velger på grunn av støy å gå ned til Ab 11. Erfaringsmessig har det blitt mer vanlig å benytte noe mer finkornet asfalt enn tidligere. Ut i fra såpass høy ÅDT som strekningen har så kunne det vært aktuelt å velge en skjelettasfalt (SKA) men pga. krav om PMB (polymermodifisert bitumen) behandling av denne velger jeg den bort da PMB modifisering er noe dyrere. Det stilles krav til PMB for bedre egenskapene til asfalten, dvs. med PMB skal den bli både stivere og mer bestandig mot deformasjoner og oppsprekking (tøyelig) samt at den blir mer bearbeidbar ved utlegging.

Når det gjelder bærelaget så viser tabell

Bærelagstype	Øvre bærelag						Nedre bærelag					
	Trafikkgruppe <sup>1)</sup>						Trafikkgruppe <sup>1)</sup>					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
Knust grus <sup>2)</sup>	Gk	2)										
Knust fjell	Fk											
Asfaltert grus	Ag											
Asfaltert pukk	Ap											
Penetrert pukk	Pp											
Gjenbruksasfalt <sup>3)</sup>	Gja											
Knust asfalt	Ak											

1) Nedre grense er økonomisk betinget. Øvre grense er satt av funksjonsmessige årsaker.

2) Knust grus brukes ikke på riksveg eller som øvre bærelag på veier med  $N > 0,2$  mill.

3) Bruken av Gja bør vurderes i hvert enkelt tilfelle, se pkt 512.6.

Figur 70 Kav til materialbruk i bærelag (Vegdirektoratet, 2014 c)

		Trafikkgruppe					
		A	B	C	D	E	F
Grus	G						
Pukk, kult	P, K						
Gjenbruksbetong	Gjb						

Figur 71 Krav til materialbruk i forsterkningslag (Vegdirektoratet, 2014 c)

Siden det er ventet at det skal bli stort masseoverskudd fra de lange vei- og jernbanetunnelene i prosjektet så er det hensiktsmessig å benytte så mye som mulig at sprengsteinen i vei og jernbanekroppen. Den må selvfølgelig bearbeides til pukk og kult i riktige fraksjoner forutsatt at steinkvaliteten er god nok. Hvis den er det kan det være hensiktsmessig å anlegge lokale knuseverk og sånn sett være selvforsynt med materialer til deler av veibyggingen.

Overbygningen dimensjoneres ut i fra Figur 512.2 «Dimensjonering av veier med asfaltdekke, lagtykkelser i cm» i håndbok N200. Denne gir total dekketykkelse på 4,5 + 3,5 cm asfalt. Bærelaget velges som anbefalt, 7 cm asfaltert grus over 9 cm asfaltert pukk. Denne pukken kan hvis kvaliteten er god nok være fra masseoverskuddet fra tunneldrivingen. Forsterkningslaget anbefales til en tykkelse på 90 cm ut i fra lastfordelingskoeffisient på 1,0 og undergrunn med t4 masser ( $c_u = 25 \text{ kPa} - > 50 \text{ kPa}$ ). Som nevnt anbefales det å benytte seg av sprengstein fra tunnelene og det anbefales derfor å bruke knust fjell til forsterkningslag. I følge figur 510.9 i N200 har Fk en lastfordelingskoeffisient (a) på 1,1. Dermed kan tykkelsen på forsterkningslaget bli  $(90/1,1) = 82 \text{ cm}$

Før eventuell frostsikring har vi denne overbygningen:



Slitelag: 4,5 cm Ab11

Bindlag: 3,5 cm Ab11

Øvre bærelag: 7cm Ag 0-32 mm

Nedre bærelag: 9 cm Ap 2-63 mm

Forsterkninglag: 82 cm FK 22-120 mm

### Frostsikring

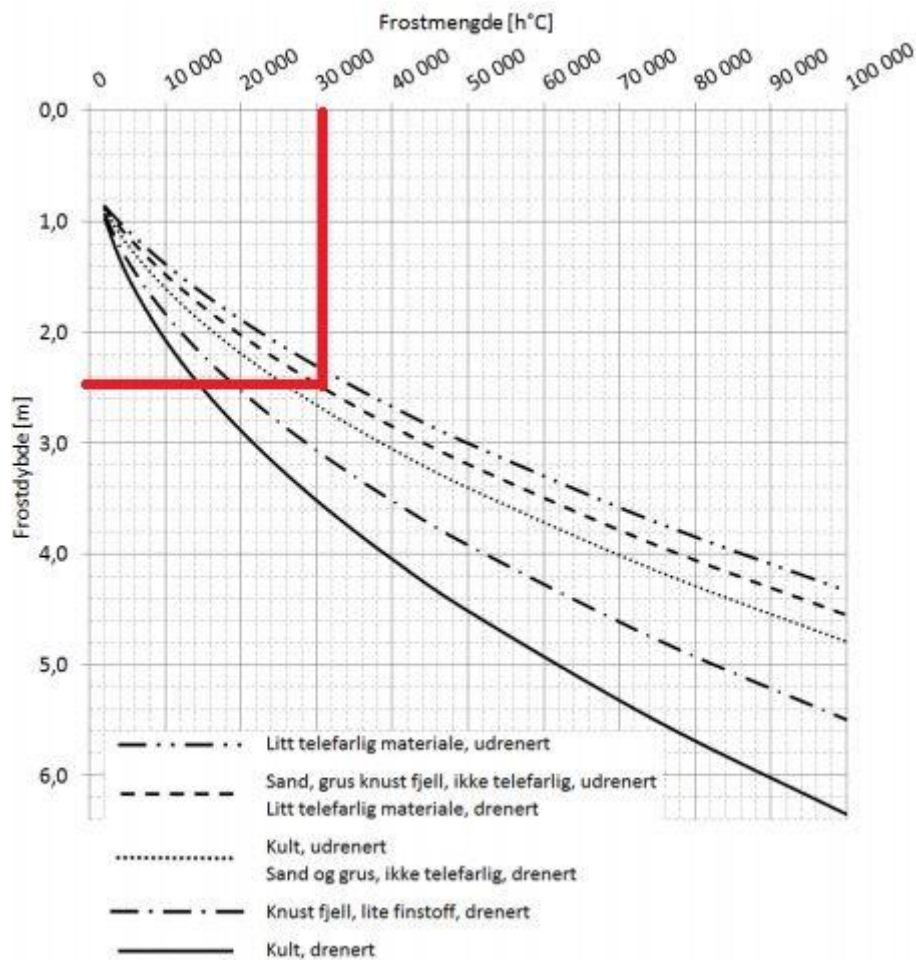
Årsmiddeltemperatur for Hole og Ringerike kommune er henholdsvis 5,0 grader og 4,9 grader.  $F_{100}$  er hhv. 30000 timer og 31000 timer. Dette er hentet fra vedlegg 2 i Håndbok N200 (Vegdirektoratet, 2014 c) Siden veistrekningen som jeg dimensjonerer for ligger i begge kommuner velger jeg å bruke den høyeste verdien for  $F_{100}$  som dimensjonerende. Benytter vider tall fra Ringerike kommune. Korreksjonsfaktorene for Ringerike kommune er min. 0,94 og maks. 1,63. Siden veistrekningen er lavtliggende og ligger langt syd i kommunen i nærheten av åpent vann velges det å bruke korreksjonsfaktor 1,0 og da blir det stående,  $F_{100} = 31000$ .

ADT	Ant. kjørefelt	Telefarlig-hetsklasse	Frostsikring	
			Dim. frostmengde	Maks <sup>1)</sup> tykkelse overbygning
> 8000	4 eller flere	T3, T4	$F_{100}$	2,4 m
> 8000	< 4	T3, T4	$F_{10}$	2,4 m
1501 - 8 000		T3, T4	$F_{10}$	1,8 m
≤ 1500		T3, T4	Tiltak for å unngå ujevnt telehiv skal vurderes <sup>2)</sup>	1,8 m

- 1) Begrepet «maks» betyr i denne sammenheng at den angitte tykkelse normalt er tilstrekkelig til å unngå uakseptable telehiv selv om frostdybden er større.
- 2) Tiltak for å unngå ujevnt telehiv skal baseres på frostmengden  $F_{10}$ .

### Figur 72 Krav til frostsikring ut i fra trafikkmengde og grunnforhold (Vegdirektoratet, 2014 c)

I følge HB N200 skal det frostsikres med den trafikkmengden og grunnforhold som opptrer på strekningen. I figur 511.4 i N200 kan man lese av frostdybden ved frostsikring med knust fjell ut ifra frostmengde. Dette er gjort under i figur 29 med forutsetningen av at frostsikringslaget er udrenert. Leser her av at total tykkelse på overbygningen med frostsikring ca. 2,45 m



**Figur 73 Frostdybde ved forstrekningslag av knust fjell ved årsmiddeltemperatur 4°C (Vegdirektoratet, 2014 c)**

Årsmiddeltemperatur er på 4,9 °C som det beregnes ut i fra må det korrigeres for dette. Den totale tykkelsen skal da multipliseres med en faktor hentet og interpolert frem fra figur 511.5 i N200. Denne faktoren blir 0,9415 og den totale tykkelsen blir da 2,3m. Frostsikringslaget blir 2,30m -1,06m = 1,24m.

Overbyggningsdetalj er tegnet og vedlagt som F-tegning i tegningsheftet.

## Vedlegg 7. Dimensjonering av underbygning jernbane

### Overbygning

Overbygningen på Jernbane består av skinner, befestigelse og sviller og ballast. Under dette er den i jernbanesammenheng snakk om underbygning. Dimensjoneringen i denne oppgaven er avgrenset til å omhandle underbygningen og all overbygning vil bli angitt med standard mål i F-tegningene i tegningsheftet.

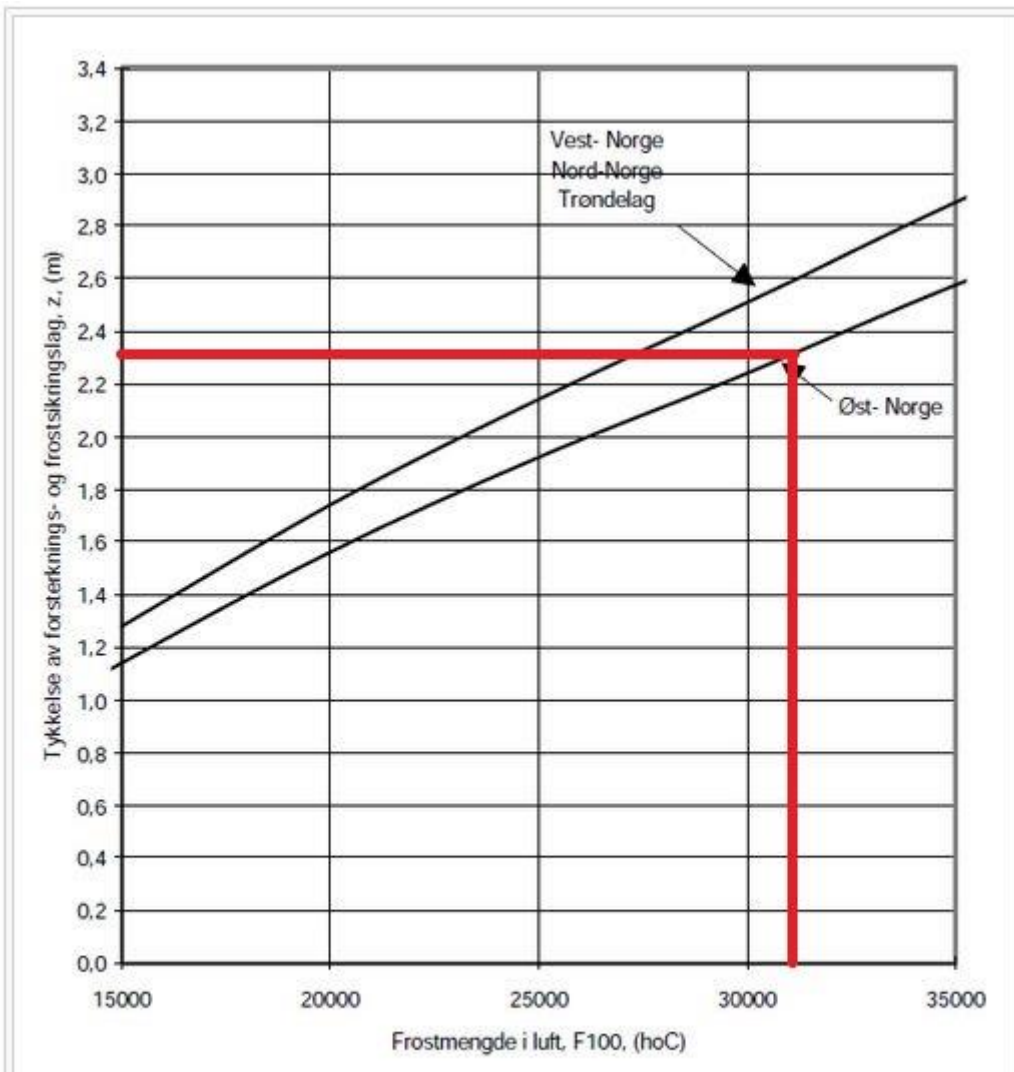
### Underbygning

#### *Forsterkningslag*

I følge teknisk regelverk (kap.2.3 a Prosjektering underbygning) skal et forsterkningslag for jernbane ha minimum tykkelse på 700mm. (Jernbaneverket, 2016 c) På grunn av stort masseoverskudd fra tunnelene er det nærliggende å tenke at det skal benyttes sprengstein til dette formålet.

#### *Frostsikring*

Siden traseene for vei og bane skal gå i samme korridor med de samme grunnforhold og klima så benyttes samme frostmengde som for vei, 31000 timer. Da kan jeg lese ut fra tabellen under at total tykkelse på frostsikringslag og forsterkningslag skal være til sammen 2,3 meter. Dermed blir frostsikringslaget  $2,3 - 0,7 = 1,6\text{m}$ .



Figur 5: Dimensjoneringskurve for total tykkelse av forsterknings- og frostsikringslag av sprengstein

**Figur 74 Dimensjoneringskurve for underbygning (Jernbaneverket, 2016 c)**

Over/underbygningsdetalj er tegnet som F-tegning og vedlagt i tegningsheftet.

## Vedlegg 8 Kostnadsberegninger

Byggeklasser (2015kr)									
Veg		Oppgitt 2010 (10% MVA) inkl. byggherre og rigg kost	25 % MVA	2011*	2012*	2013*	2014*	2015*	
		faktor		1,25	1,054	1,024	1,025	1,023	1,022
Klasse	Forklaring	Enhetspris (pr. Lm)	Enhetspris (pr. Lm)	Enhetspris (pr. Lm)	Enhetspris (pr. Lm)	Enhetspris (pr. Lm)	Enhetspris (pr. Lm)	Enhetspris (pr. Lm)	Enhetspris (pr. Lm)
V1	veg i dagen enkle forhold**	kr 51 666	kr 58 124	kr 61 263	kr 62 733	kr 64 302	kr 65 781	kr 67 228	kr 67 228
V2	Veg i dagen middels forhold***	kr 66 666	kr 74 999	kr 79 046	kr 80 946	kr 82 970	kr 84 878	kr 86 746	kr 86 746
V3	Veg i dagen vanskelige forhold****	kr 83 333	kr 93 750	kr 98 812	kr 101 184	kr 103 713	kr 106 039	kr 108 433	kr 108 433
V4	Bro moderate spenn, middels forhold	kr 391 333	kr 440 250	kr 464 023	kr 475 160	kr 487 039	kr 498 241	kr 509 202	kr 509 202

Jernbane		Oppgitt i 2014 eskl. MVA, Rigg og Byggherrekost	15 % påslag for byggherrekostnader	15 % påslag for rigg	2015*
		faktor		1,15	1,022
Klasse	Forklaring	Enhetspris (pr. Lm)	Enhetspris (pr. Lm)	Enhetspris (pr. Lm)	Enhetspris (pr. Lm)
J1	dobbeltspor i dagen enkle forhold**	kr 81 281	kr 93 473	kr 107 494	kr 109 859
J2	dobbeltspor i dagen middels forhold***	kr 129 731	kr 149 191	kr 171 570	kr 175 344
J3	dobbeltspor i dagen vanskelige forhold****	kr 170 638	kr 196 233	kr 225 668	kr 230 633
J4	Bro korte spenn enkle forhold (12m bredde)	kr 207 188	kr 238 266	kr 274 005	kr 280 034
J5	Bro moderate spenn middels forhold (12m bredde)	kr 320 875	kr 369 006	kr 424 357	kr 433 693

\* Årlig prisøkning for veganlegg, Tall hentet fra ssb.no  
 \*\* Enkle forhold innebærer gode grunnforhold, få og lave fjellskjæringer, lite randbebyggelse  
 \*\*\* Middels forhold innebærer varierende/middels grunnforhold, noe fjellskjæringer, middels høye fyllinger, noe randbebyggelse  
 \*\*\*\* Vanskelige forhold innebærer dårlige grunnforhold, (leire , myr, dårlig fjell,) høye fjellskjæringer/fyllinger, mye randbebyggelse

## Kostnadsoverslag Masteroppgave

Helgelandsmolinja (Alternativ 1)					
Klasse	Enhetspris (NOK)	Veg (lm)	Klasse	Enhetspris (NOK)	Jernbane (Lm)
V1	kr 67 228	3947	J1	kr 109 859	3677
V2	kr 86 746	2453	J2	kr 175 344	2600
V3	kr 108 433	540	J3	kr 230 633	540
V4	kr 509 202	610	J4	kr 280 034	
			J5	kr 433 693	610
Sum lm		7550			7427
SUM		kr 847 303 894			kr 1 124 631 374
<b>Totalsum Veg og Jernbane</b>					<b>kr 1 971 935 268</b>

Klasse	Enhetspris (NOK)	Veg (Lm)	Klasse	Enhetspris (NOK)	Jernbane (lm)
V1	kr 67 228	3298	J1	kr 109 859	3308
V2	kr 86 746	3412	J2	kr 175 344	3356
V3	kr 108 433		J3	kr 230 633	
V4	kr 509 202	1009	J4	kr 280 034	231
			J5	kr 433 693	776
Sum lm		7719			7671
SUM		kr 1 031 480 114			kr 1 353 103 059
<b>Totalsum Veg og Jernbane</b>					<b>kr 2 384 583 173</b>

\* Totalsommene er uten påslag usikkerhet og sideveitiltak og kryss er ikke medregnet

## Vedlegg 9 Tegningshefte

Tegningshefte, for anbefalt trasealternativ, i A3 format ligger som fysisk vedlegg