

Eivind Mjeltevik Finnes
Jan Magnus Myrstad
Marius Moldskred

Mulighetsstudie for veitrase Vegsund-Mausavatnet

Bacheloroppgave i Bachelor i ingeniørfag - Bygg

Veileder: Robin Sætre

Medveileder: Mindor Alvestad og Sindre Jansson Haverstad

Mai 2021

Eivind Mjeltevik Finnes
Jan Magnus Myrstad
Marius Moldskred

Mulighetsstudie for veitrase Vegsund- Mausavatnet



Bacheloroppgave i Bachelor i ingeniørfag - Bygg
Veileder: Robin Sætre
Medveileder: Mindor Alvestad og Sindre Jansson Haverstad
Mai 2021

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for havromsoperasjoner og byggteknikk



Kunnskap for en bedre verden

TITTEL:

Mulighetsstudie for veitrase Vegsund-Mausavatnet.

KANDIDATNUMMER(E):

Eivind Mjeltevik Finnes – 10045

Jan Magnus Myrstad – 10018

Marius Moldskred – 10006

DATO:	EMNEKODE:	EMNE:	DOKUMENT TILGANG:
19.05.21	IB 303312	Bacheloroppgave	Åpen
STUDIUM:	ANT SIDER/VEDLEGG:	BIBL. NR:	
BACHELOR I INGENIØRFAG – BYGG	101 / 8		

VEILEDER(E):

Robin Sætre – NTNU

Cathrine Helle-Tautra – Statens vegvesen

Mindor Alvestad – Asplan VIAK (medveileder)

Sindre Jansson Haverstad – Asplan VIAK (medveileder)

Postadresse

NTNU i Ålesund

Postboks 1517

N-6025 Ålesund

Besøksadresse

Larsgårdsvegen 2

Internett

www.ntnu.no

Telefon

73 59 50 00

Epostadresse

postmottak@ntnu.no

Bankkonto

7694 05 00636

Foretaksregisteret

NO 974 767 880

BACHELOROPPGAVE

SAMMENDRAG:

Mulighetsstudie for veitrase Vegsund-Mausavatnet.

I studien tar vi for oss en strekning i Sula kommune som er en velkjent flaskehals under de mest trafikkerte periodene i løpet av en dag. Noen av problemstillingene vi møter på er plassering av kryss for best mulig trafikkavvikling og støyforurensning. Formålet vårt er å komme frem til to bærekraftige løsninger som håndterer en økning i trafikk frem til år 2050.

I rapporten vil vi vurdere og sammenligne ulike løsninger, og se nærmere på:

- Prosjektområdet
- Kommuneplaner og planstatus
- Tekniske regelverk og dimensjonering av H3 nasjonal motorvei
- Støy og miljømål knyttet til dette
- Utarbeiding av veitraseer og kryssløsninger
- Drøfting av alternativene ut fra en vurderingsmatrise

Oppgaven konkluderer med to gode alternativer. Det første alternativet er en gjennomfartsåre fra Vegsund til Mauseid. Det andre alternativet er en undersjøisk tunnel fra Blindheim til Mauseid utenfor det opprinnelige prosjektområdet.

Studiet går ikke inn på et detaljert nivå, men er gjennomført med ett overordnet blick.

Denne oppgaven er en eksamensbesvarelse utført av studenter ved NTNU i Ålesund.

Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

<i>Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:</i>		
1.	Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none"> • ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands. • ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt. • ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt. • har alle referansene oppgitt i litteraturlisten. • ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse. 	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å <u>betrakte som fusk</u> og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen §§14 og 15.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert i Ephorus, se Retningslinjer for elektronisk innlevering og publisering av studiepoenggivende studentoppgaver	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter høgskolens studieforskrift §31	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider	<input checked="" type="checkbox"/>

Publiseringsavtale

Studiepoeng: 20

Veileder: Robin Sætre, NTNU

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten ([Åndsverkloven §2](#)).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage HiM med forfatter(ne)s godkjenning.

Opgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved NTNU i Ålesund en vederlagsfri rett til å

gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering: ja nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)? ja nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over? ja nei

Er oppgaven unntatt offentlighet? ja nei

(inneholder taushetsbelagt informasjon. [Jfr. Offl. §13/Fvl. §13](#))

Dato: 19.05.2021

FORORD

Vår bacheloroppgave er skrevet som en avsluttende rapport for byggingeniørstudiet ved NTNU i Ålesund. Studieretningen er veg og infrastruktur og rapporten går ut på å lage en mulighetsstudie for ny veitrase mellom Vegsund og Mausavatnet. Oppgaven er utarbeidet for Statens vegvesen med bakgrunn for det fremtidige prosjektet Ferjefri E39.

Vi vil gjerne takke oppdragsgiver Statens vegvesen, ved Cathrine Helle-Tautra og André Moltubakk, for oppgaven og vår veileder Robin Sætre for gode og konstruktive tilbakemeldinger. Vi vil takke våre medveiledere hos Asplan Viak, Mindor Alvestad og Sindre Jansson Haverstad, for godt samarbeid.

Vi vil også takke Max Ingar Mørk og Torodd Skjerve Nord for god hjelp med struktur og oppsett av rapporten, og Line Emilie Kleppe for korrektur.

På grunn av koronapandemien har vi jobbet med rapporten på hjemmekontor hele perioden. Det har vært utfordrende i forhold til utførelsen av oppgaven, da stort sett alle møter har vært digitale.



Eivind Mjeltevik Finnes



Jan Magnus Myrstad



Marius Moldskred

INNHold

SAMMENDRAG	12
TERMINOLOGI	14
BEGREPER	14
FORKORTELSER	15
1 INNLEDNING	16
1.1 BAKGRUNN FOR OPPGAVEN	16
1.2 FORMÅL	18
1.3 OMFANG OG BEGRENSNINGER	18
1.3.1 <i>Suksesskriterier</i>	19
2 PROSJEKTOMRÅDET	20
2.1 GENERELT OM PROSJEKTOMRÅDET	20
2.2 FLOM- OG SKREDFARE	22
2.3 GEOLOGISKE GRUNNDATA	23
2.4 TRAFIKKØKNING	24
2.5 PLANSTATUS	26
2.5.1 <i>Sula kommune - Kommuneplanens samfunnsdel 2010-2020</i>	26
2.5.2 <i>Sula kommune - Kommuneplan – arealdel 2015-2025</i>	27
2.5.3 <i>Alternative kryssområder</i>	27
2.5.4 <i>Planforslag Veddemarka-Måseide</i>	32
2.5.5 <i>Ålesund kommune – kommunedel - Planprogram</i>	34
3 TEORETISK GRUNNLAG	36
3.1 VEIUTFORMING	36
3.1.1 <i>Kollektivtransport og gang- og sykkelvei</i>	37

BACHELOROPPGAVE

3.1.2	<i>Sikkerhetssone</i>	38
3.1.3	<i>Dimensjonering</i>	38
3.2	KRYSSLØSNINGER	45
3.2.1	<i>Retardasjonsfelt og akselerasjonsfelt</i>	45
3.2.2	<i>Kryssutforming</i>	49
3.3	STØY	51
3.3.1	<i>Støy fra trafikk</i>	51
3.3.2	<i>Støydempende tiltak</i>	53
3.3.3	<i>Tunnelåpninger</i>	54
3.3.4	<i>Støyskjerm og rekkverk i sikkerhetssonen</i>	54
3.3.5	<i>Miljømål</i>	55
3.4	TUNNELUTFORDRINGER	55
4	METODE OG PROGRAMMER	57
4.1	ØKONOMISK BEREGNINGSGRUNNLAG	57
4.1.1	<i>Økonomisk usikkerhet</i>	57
4.2	METODE	58
4.2.1	<i>Idemyldring og skissering</i>	58
4.2.2	<i>Fokusområder/prioriteringslister</i>	59
4.2.3	<i>Primære punkt</i>	60
4.2.4	<i>Sekundære punkt</i>	61
4.2.5	<i>Evalueringsmatrise</i>	61
4.3	FREMDRIFT	62
4.4	PROGRAMVARE	63
4.4.1	<i>Trimble Novapoint</i>	63
4.4.2	<i>Autodesk AutoCAD</i>	64

BACHELOROPPGAVE

4.4.3	<i>Miro</i>	64
4.4.4	<i>Quantm</i>	65
5	RESULTAT	66
5.1	ALTERNATIV 0	66
5.1.1	<i>Vurdering</i>	70
5.2	ALTERNATIV 1	71
5.2.1	<i>Vurdering</i>	73
5.3	ALTERNATIV 2A	75
5.3.1	<i>Vurdering</i>	76
5.4	ALTERNATIV 2B	77
5.4.1	<i>Vurdering</i>	78
5.5	ALTERNATIV 3	80
5.5.1	<i>Vurdering</i>	81
5.6	KRYSSLØSNINGER	82
6	DRØFTING	84
6.1	ALTERNATIVENE	84
6.1.1	<i>Støyproblematikk</i>	84
6.1.2	<i>Eiendommer</i>	85
6.1.3	<i>Økonomi</i>	86
6.1.4	<i>Kjøreopplevelse</i>	87
6.1.5	<i>Kryssmuligheter</i>	87
6.1.6	<i>Lokalveier og tilknytninger</i>	88
7	KONKLUSJON	89
8	ERFARINGER MED OPPGAVEN	90
9	REFERANSER	91

BACHELOROPPGAVE

9.1	FIGURLISTE	96
9.2	TABELLISTE	99
10	VEDLEGG	101

SAMMENDRAG

Mulighetsstudie for veitrase Vegsund-Mausavatnet.

I studien tar vi for oss en strekning i Sula kommune som er en velkjent flaskehals under de mest trafikkerte periodene i løpet av en dag. Noen av problemstillingene vi møter på er plassering av kryss for best mulig trafikkavvikling og støyforurensning. Formålet vårt er å komme frem til to bærekraftige løsninger som håndterer en økning i trafikk frem til år 2050.

I rapporten vil vi vurdere og sammenligne ulike løsninger, og se nærmere på:

- Prosjektområdet
- Kommuneplaner og planstatus
- Tekniske regelverk og dimensjonering av H3 nasjonal motorvei
- Støy og miljømål knyttet til dette
- Utarbeiding av veitraseer og kryssløsninger
- Drøfting av alternativene ut fra en vurderingsmatrise

Oppgaven konkluderer med to gode alternativer. Det første alternativet er en gjennomfartsåre fra Vegsund til Mauseid. Det andre alternativet er en undersjøisk tunnel fra Blindheim til Mauseid utenfor det opprinnelige prosjektområdet.

Studiet går ikke inn på et detaljert nivå, men er gjennomført med ett overordnet blikk.

Summary

Feasibility study for a road development Vegsund-Mausavatnet.

In this bachelor thesis we will examine an area in Sula municipality, known for its traffic jams during the busiest hours of the day. Part of the issues we encountered are the placement of intersections for the best traffic flow and noise pollution. Our objective is to present two sustainable solutions which can manage an increase in traffic until the year 2050.

In the report, we will evaluate and compare different solutions, and take a closer look at the following:

- The project area
- The municipal plans for Sula
- Technical regulations and dimensioning of a H3 national motorway
- Noise pollution and environmental goals related to this issue
- Preparation of route suggestions and intersections
- Discussion of the alternatives based on an assessment matrix

The thesis concludes with two acceptable alternatives. The first alternative is a thoroughfare from Vegsund to Mauseid. The second alternative is an underwater tunnel from Blindheim to Mauseid outside the original project area.

This assignment does not go into a detailed level but is assessed with an overall look.

TERMINOLOGI

Begreper

Arbeidsbredden	Maksimal bredden rekkverket behøver før påkjørsel (framside) til etter påkjørsel (bakside).
Flaskehals	Hvor veien ikke har kapasitet til å håndtere trafikkmengden, som fører til kødannelser.
Horisontalradius	Radiusen en sirkel vil ha i horisontal retning.
Høybrekk	Toppen av en bakke hvor veien går over til horisontal retning eller til fall.
Klotoide	Overgangen fra en rett strekning til en kurve med en gitt radius slik at kurven får en jevn overgang.
Lavbrekk	Bunnen av en bakke hvor veien går over til horisontal retning eller stigning.
L_{den}	Gjennomsnittsstøy gjennom ett døgn.
Overhøyde	Overhøyde er tverrfallet i kjørebanelens horisontalkurvatur.
Rush	Når det er mest trafikk på veiene, ofte når folk skal til og fra jobb.
Samfunnsøkonomisk	Den økonomiske forsvarligheten til et prosjekt i forhold til den nytten det gir tilbake til samfunnet.
Sikkerhetssonen	Et område utenfor veien hvor det hovedsakelig ikke skal være farlige objekter eller bratte skråninger.
Støy	Uønsket lyd.
Vertikalradius	Radiusen en sirkel vil ha i vertikal retning.
Årsdøgntrafikk	Gjennomsnittlig daglig trafikkmengde på en gitt strekning, begge retninger.

BACHELOROPPGAVE

Forkortelser

dB	Desibel - måleenhet for lyd
E39	Europavei 39
Fv	Fylkesvei
L_{den}	Day (dag), evening (kveld), night (natt).
NTP	Nasjonal Transportplan
SATK	Strekning automatisk trafikk kontroll
ÅDT	Årsdøgntrafikk

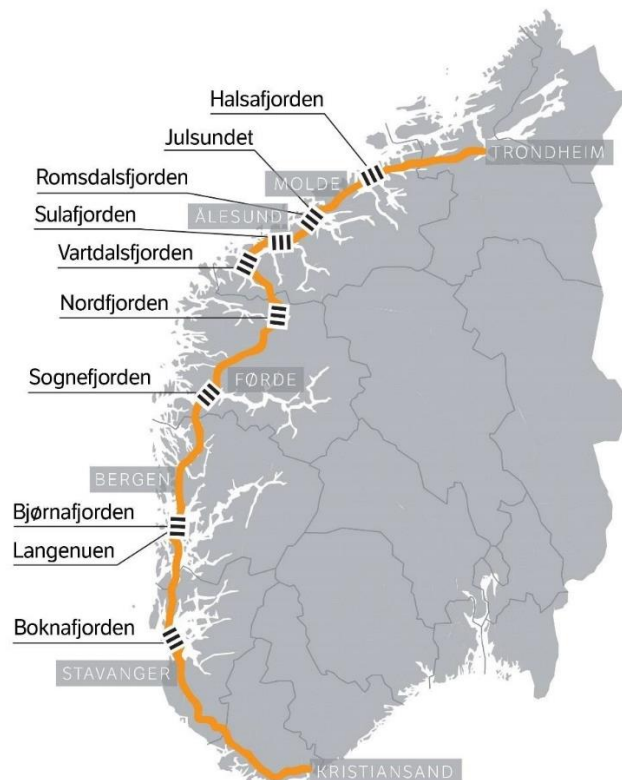
1 INNLEDNING

1.1 Bakgrunn for oppgaven

Vi har fått i oppdrag av Statens vegvesen å lage en mulighetsstudie for en firefelts motorvei fra Vegsund til Mausavatnet. Det er ikke utarbeidet noen tidligere studier eller rapporter for denne strekningen.

Nasjonal transportplan

Stortinget har gjennom Nasjonal transportplan (NTP) for 2018-2029 bekreftet et langsiktig mål om en ferjefri E39 mellom Kristiansand og Trondheim (Statens vegvesen, 2017). En utbedret E39 kan mulig gi en halvering i reisetiden. Fjordkryssingen mellom Sulafjorden er under teknisk utredningsarbeid. Strekningen er på ca. 1100 km, og den omfatter også byene Ålesund og Bergen (Figur 1).

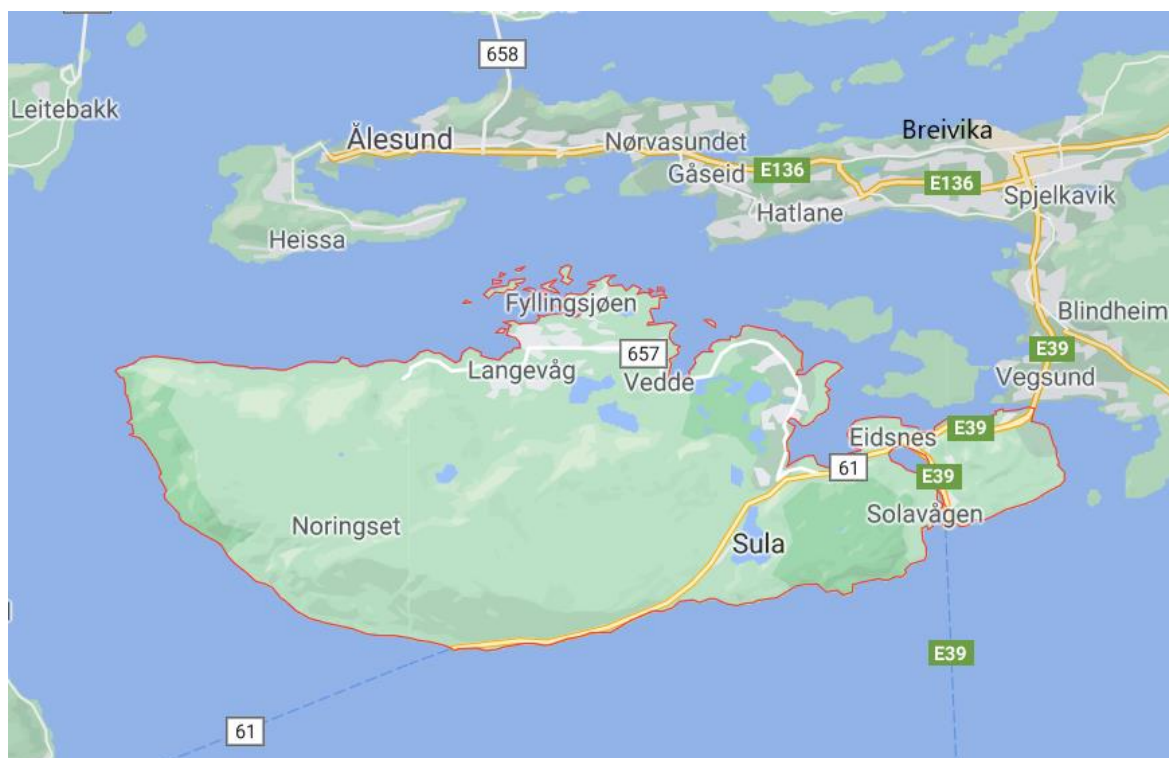


Figur 1. E39 Kristiansand - Trondheim. Fjordkryssinger. Kilde: Statens vegvesen, ferjefri E39 utviklingsstrategi, side 15.

BACHELOROPPGAVE

Målet utenom fremkommelighet er å gjøre kysten mer populær for boligutbygging og næring. Et fergefritt E39 vil også kunne bidra til effektivisering av industri (Statens vegvesen, 2019A).

Det fremtidige Hafast sambandet vil føre til en økt ÅDT. Statens vegvesen ser behovet for at det utarbeides en mulighetsstudie for ny veitrase i Sula kommune i Møre og Romsdal (Figur 2). Prosjektområdet for denne rapporten starter med Vegsundbrua som knytter Sula og Ålesund kommune sammen.



Figur 2. Oversiktsbilde over Sula kommune midt i bildet. Kilde: Google Maps.

Dagens hovedvei tynges av flere uoversiktlige kryss og farlige avkjøringer. Sula er allerede overbelastet av trafikkmengden både fra kyststamveiene og Ålesundsregionen, noe som fører til kødannelser i rushtidene.

Statens vegvesen har allerede utarbeidet et planprogram for veistrekningen fra Vegsund til Breivika (Statens vegvesen, 2018B). I dette området er det lange kødannelser i rushtiden, og Vegsund-Breivika er en velkjent flaskehals. Planprogrammet viser til to alternativer for ny firefelts vei fra Vegsund og ny tunnelløsning til Breivika.

BACHELOROPPGAVE

1.2 Formål

Formålet med oppgaven er å utrede to trafikk sikre og bærekraftige løsninger som har fokus på nullvisjonen, god trafikkavvikling og støyproblematikk for nærliggende boliger.

1.3 Omfang og begrensninger

Generelt

I dette prosjektet skal gruppen utvikle to ulike løsninger av en firefelts motorvei fra Vegsundbrua til Mausavatnet på Eikrem. På kommunegrensen ligger Vegsundbrua, som er den eneste trafikkerte koblingen mellom Ålesund og Sula kommune.

Statens vegvesen har gitt gruppen mandat for å utvikle mulighetsstudien etter egne rammebetingelser. Prosjektet skal kostnadsberegnes etter priser satt av Statens vegvesen, og de to løsningene skal økonomisk sammenlignes mot hverandre.

Kravspesifikasjoner

Veitraseene med kryssløsninger som blir utarbeidet skal være utformet i henhold til håndbøkene til Statens vegvesen. Dette blir sett nærmere på i kapittel 3.

Miljø

I denne mulighetsstudien er støy den eneste miljøfaktoren som er tatt høyde for.

Skissering

Illustrasjonen av de forskjellige løsningene vil være begrenset til en veilinje i rapporten, kryssløsningene vil bli illustrert med en forenklet skisse uten detaljering.

Alle kartbilder og tekniske utklipp er utarbeidet med himmelretning nord som oppover. For eksempel: *I et boligfelt vest for Storevalen ... mener vi til venstre for det aktuelle området.*

BACHELOROPPGAVE

Utviding

Dersom en av løsningene går utenfor det opprinnelige prosjektområdet vil det føre til begrensninger i vurderingene.

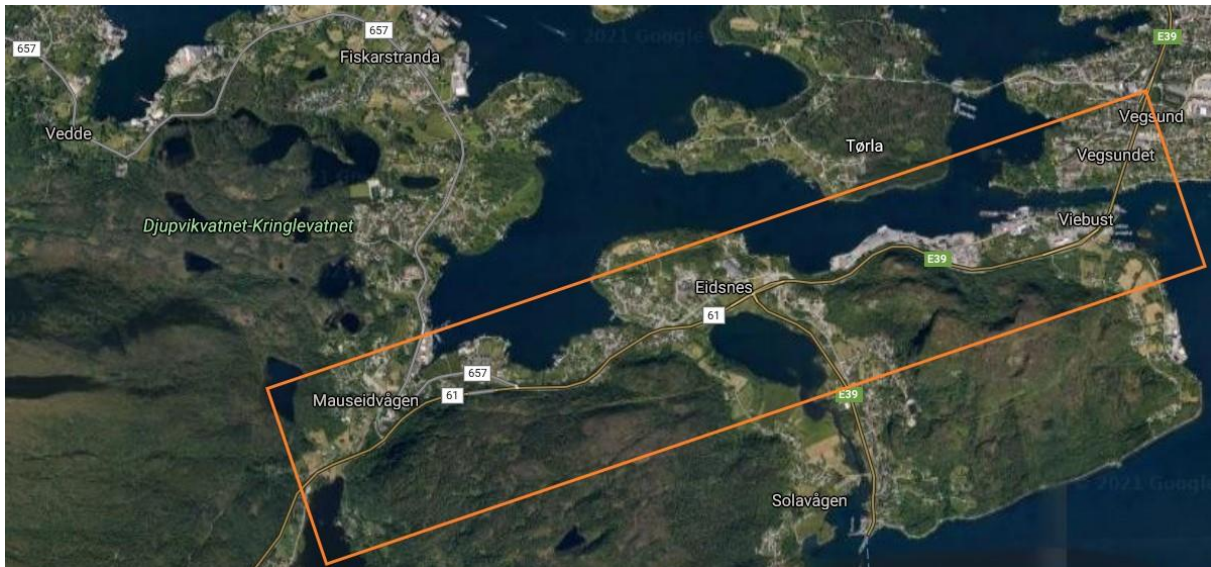
1.3.1 Suksesskriterier

Gruppen har definert følgende suksesskriterier for alternativene som skal evalueres:

- Skal være den foretrukne veien for majoriteten av trafikken.
- Skal avvikle trafikken på en god og sikker måte gjennom hele døgnet.
- Bidra til en kortere reisetid enn dagens situasjon.
- Håndtere en økning i ÅDT frem til 2050.
- Redusere kødannelser ved kryss på det lokale veinettet.
- Helsefarlig støy som trafikken forårsaker skal reduseres, ikke forverres, og imøtekomme miljømålene satt av miljødirektoratet (kap. 3.3.5).

2 PROSJEKTOMRÅDET

2.1 Generelt om prosjektområdet



Figur 3. Oversiktsbilde av prosjektområdet. Kilde: Google Maps.

Prosjektområdet for denne oppgaven omfatter et avgrenset område i Sula kommune (Figur 3). Veistrekningen det dreier seg om går fra Vegsundbrua til nordenden av Mausavatnet på Eikrem. Hovedveinettet består av Fv61 fra Sulesund og E39 fra Solavågen og reisetiden er beregnet til ca. 6 minutter med dagens veistandard.

Dagens vei består av en tofelts vei som benyttes av både privatbilister, næringstrafikk og kollektivtransport. I og med at denne veien er den eneste innfartsåren fra Ålesundregionen oppstår det mye trafikk og det dannes lange køer i rushtiden. En ny firefelts vei uten kryss, rundkjøringer og andre «flaskehals» vil bedre trafikkflyten og -sikkerheten.

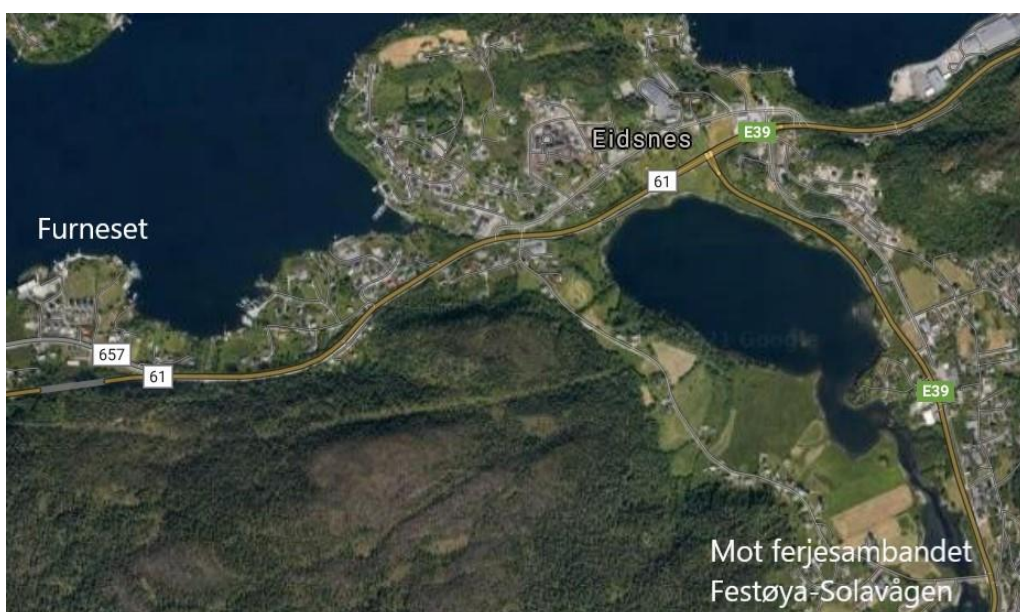
Veistrekningen for oppgaven starter med Vegsundbrua og går deretter forbi Veibust, et område med mye industri og bebyggelse. Det er mye tung trafikk som skal videre til Ålesund og et kryss som er delvis lagt i en sving gir dårlig sikt og kan skape trafikkfarlige situasjoner. Veibustkrysset (Figur 4) er allerede mye omtalt i lokale medier som et problemområde (Sunnmørsposten, 2020).

BACHELOROPPGAVE



Figur 4. Veibustkrysset på Vegsund. Kilde: Google Maps.

I et kryss på Eidsnes (Figur 5) møtes dagens E39 fra Solavågen og ferjesambandet Solavågen-Festøya med Fv61. Fv61 har med seg mye trafikk fra Langevåg, Mauseidvåg og ferjesambandet Hareid-Sulesund. Sambandet Solavåg-Festøy gjør at det til tider kommer mye trafikk fra Solavåg inn mot krysset på Eidsnes. Krysset gir vikeplikt for trafikken som kommer fra Fv61 og det oppstår tidvis lange køer. Det er mye bebyggelse i området Solavågen og Eidsnes så lokaltrafikken må også løses på en god og bærekraftig måte.



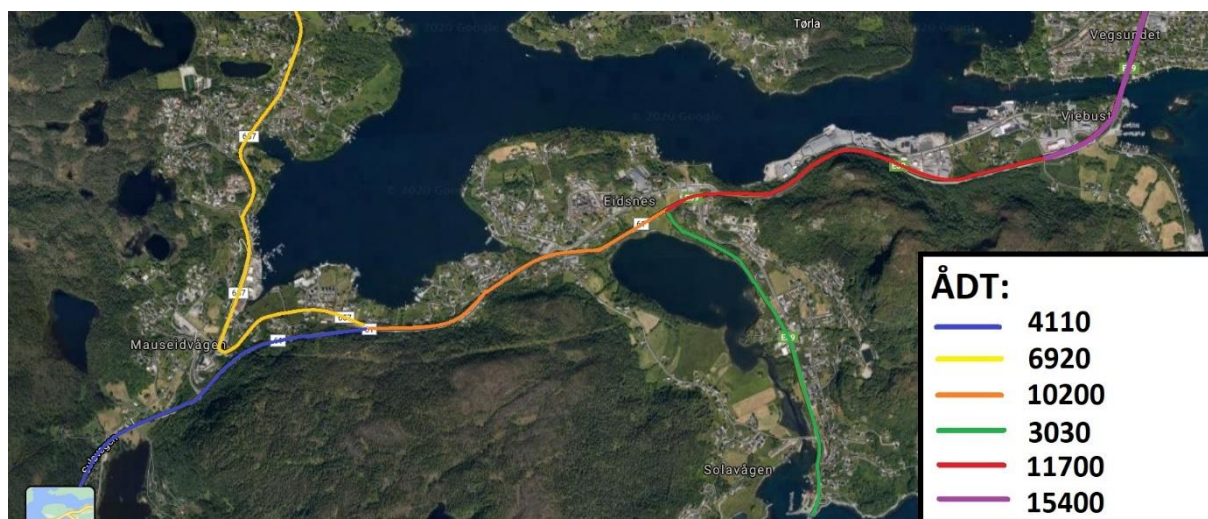
Figur 5. Kryssområde på Eidsnes hvor Fv61 og E39 møtes. Kilde: Google Maps.

BACHELOROPPGAVE

Videre går veien mot Furneset, og langs denne strekningen er det tett bebyggelse på begge sider av veien. Bebyggelsen fører til at det er mange kryss og avkjørsler fra veinettet, og dette må tas hensyn til videre.

Ved Furneset er det et nytt kryss hvor mesteparten av trafikken fra Langevåg og Mauseidvåg kobler seg på Fv61 fra Fv657. Grunnet sambandet Hareid-Sulesund er også dette krysset utsatt for kødannelser i perioder.

Figur 6 viser en oversikt over ÅDT i prosjektområdet som er innhentet fra Statens vegvesen sine veikart (Statens vegvesen, 2019B). Bildet viser en stadig økende trafikk fra Mausavatnet og videre mot Vegsund. Veien over Vegsundbrua har i dag en ÅDT på ca. 15400, og det er behov for en ny og bærekraftig løsning for den fremtidige økning i trafikkmengden.



Figur 6. Oversikt over trafikkmengdene i prosjektområdet.

2.2 Flom- og skredfare

Gruppen vil i dette delkapittelet nevne noe om flomfaren i området, da dette kan bli aktuelt pga. skredfaren på Åkerneset i Sunnlyvsfjorden. Dersom skredet på Åkerneset blir utløst vil store deler av området oppleve høye bølger, da fjordene er trange og bølgene vil bli reflektert. For vårt prosjektområde vil dette utgjør, ifølge prognoser gjort av DSB, at det på Veibust kan komme bølger opp mot 4 meter (vedlegg 3) (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, 2016A).

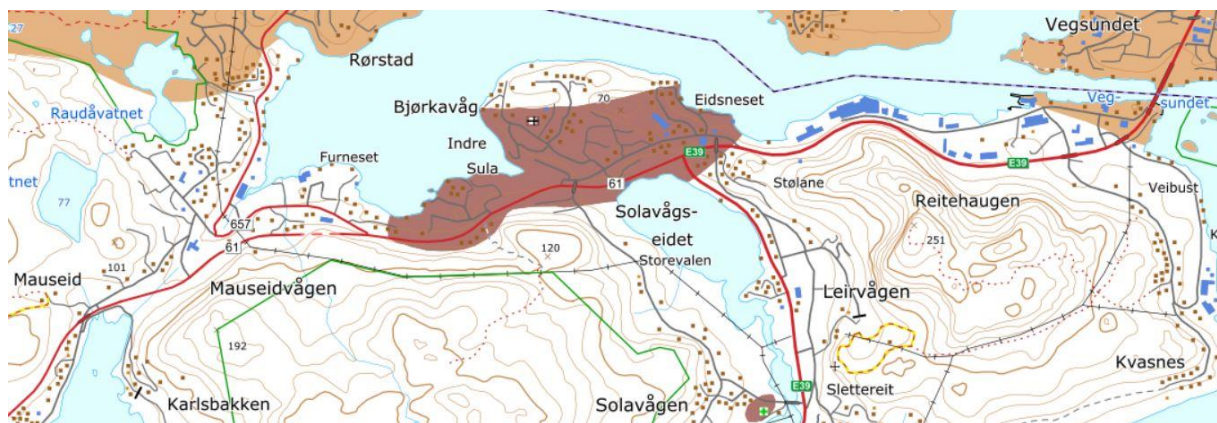
BACHELOROPPGAVE

Videre har gruppen regnet ut den høyeste vannstanden fra en rapport gjort av DSB (vedlegg 4) En stormflo med 200-års returperiode vil gi følgende tall for havstigning i Sula kommune (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, 2016B):

$$188 \text{ cm} + 75 \text{ cm} - 5 = 258 \text{ cm}$$

2.3 Geologiske grunndata

Gruppen har innhentet data fra NGU sine nettsider om hvordan både berggrunnen (NGU, 2021A) er i prosjektområdet, samt løsmassekart (NGU, 2021B) slik det lettere kan vurderes om løsningen er gjennomførbar. Figur 7 viser et utklipp av berggrunnen i området, hentet fra NGU sine nettsider, og hvilke bergarter som er registrert.



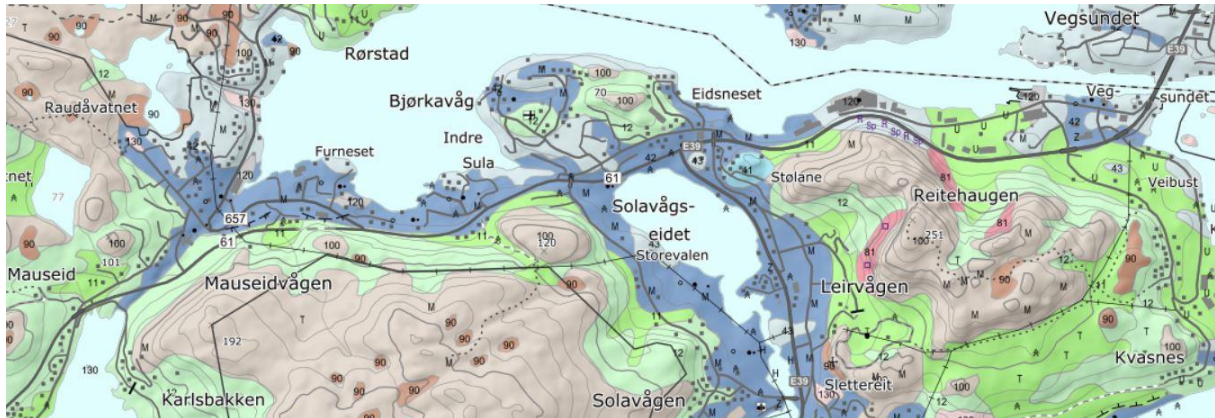
Figur 7. Utklipp av området som viser grunnforholdene. Kilde: NGU.

Det fantes ikke noen tegnforklaring for denne karttjenesten, så vi vil beskrive kartet i teksten. Av figuren ser vi at store deler av området er hvitt, noe NGU har definert som bergarten gneis. Fagrapporter fra Statens vegvesen definerer gneis som en bergart med middels sprengbarhet og kan være egnet for tunnelbygging (Statens vegvesen, 2014). Det mørkere området på Solavågseidet og i Bjørkavågen har NGU definert som bergarten gabbro og har ifølge en rapport utført av Sweco AS god sprengbarhet (Sweco AS, 2016).

Både gneis og gabbro er også godt egnet til veibygging og kan dermed brukes til andre formål i prosjektet dersom det skal sprenges for tunnel. Det må uansett gjøres nærmere undersøkelser i området for å konstatere at bergarten er egnet for tunnelbygging, men gruppen har dette som utgangspunkt og gjør vurderinger ut fra dette.

BACHELOROPPGAVE

Figur 8 viser et løsmassekart over prosjektområdet, med tilhørende tegnforklaring (Figur 9).



Figur 8. Utklipp av området som viser løsmasseforholdene. Kilde: NGU.



Figur 9. Tegnforklaring for de forskjellige løsmassene. Kilde: NGU.

Dersom alternativene baserer seg på tunnelloøsninger, vil det innebære at det må gjøres videre geotekniske undersøkelser i grunnen før prosjektering.

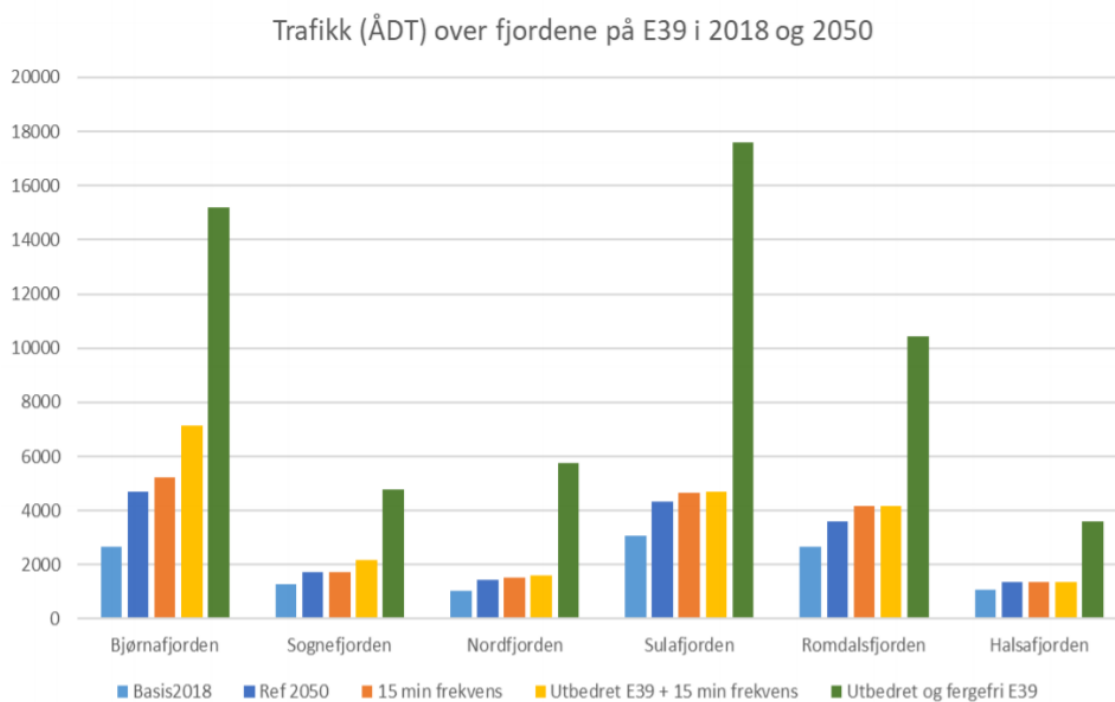
2.4 Trafikkøkning

I en rapport gjort av Transportøkonomisk institutt (TØI) kommer det fram at det vil være en del trafikkøkning til et utbedret ferjefritt E39. Her vil faktorer som fjordkryssinger ha stor påvirkning for økning i trafikken. Figur 10 viser prognosene for ferjefri E39, der det også er

BACHELOROPPGAVE

medberegnet økt ferjefrekvens. Festøy-Solavågen og Hareid-Sulesund ligger samlet i ÅDT over Sulafjorden.

I denne beregningen er det ikke tatt høyde for forutsette faktorer, som kan påvirke den fremtidige økningen i ÅDT. En av faktorene er at i 2050 er det forutsatt ca. 76 % elbiler, men at det er fremlagt med samme kilometerkostnad som elbiler har i dag. En annen faktor at det kan være lavere trafikk, er at det ikke er tatt med bompenger i beregningen (TØI, 2020).



Figur 10. Prognose for ÅDT i 2050 over fjordene. Kilde: TØI Ferjefri E39, side 33.

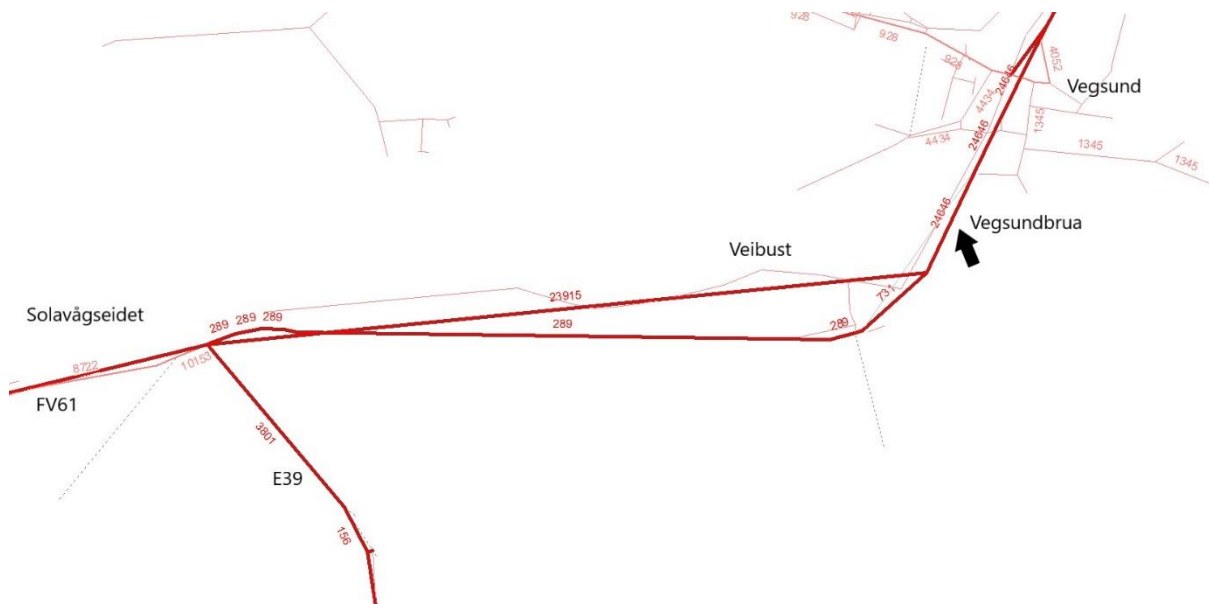
I mangel av et beregningsverktøy som kunne gi oss en oversikt på trafikkøkning i prosjektområdet, tok vi kontakt med Statens vegvesen. I en e-post korrespondanse fra André Moltubakk fikk vi fremtidige tall på Vegsundbrua og ny E39 Mauseidvåg-Solavågseidet (Figur 11).

Tallet du ser vest for Solevågseidet viser kun trafikk på gammel veg og ikke den nye. Fordelinga mellom gammel og ny veg her er helt avhengig hvordan kryss og vegsystem mot Langevåg blir.

Dersom veg til Langevåg ledes via et kryss på E39 ved Mauseidvåg får ny E39 Mauseidvåg-Solevågseidet rundt 20000 i ÅDT.

(André Moltubakk, Senioringeniør, Statens vegvesen, 22.04.2020, e-post)

BACHELOROPPGAVE



Figur 11. Vedlagt bilde fra e-post korrespondanse. Kilde: André Moltubakk

2.5 Planstatus

2.5.1 Sula kommune - Kommuneplanens samfunnsdel 2010-2020

I Sula kommune sin samfunnsdel legger de til grunn at området er et knutepunkt for samferdselen i kommunen. Trafikk fra Ålesund, stamvegen (E39) og kystvegen (Fv61) går gjennom Sula. Nye trafikkløsninger er aktuelt da det er økende trafikk i området. For Sula kommune gjelder det å utvikle bærekraftige løsninger som ikke påfører skade for natur og bomiljøet. Sula er også en vekstkommune, dette kan merkes i utbyggingen. Funksjonell infrastruktur og gode løsninger til nærmiljø blant annet for barn er et viktig holdepunkt for kommunen. Nærmiljøet er svekket grunnet trafikkbildet i dag og kommunen setter prioritet for utviklingen av trygg skolevei. En ikke fornybar ressurs som kulturminne, historie og miljø er viktig å bevare. Dette forklares nærmere i kulturminneplanen og kommuneplanens arealdel (Sula kommune, 2011).

2.5.2 Sula kommune - Kommuneplan – arealdel 2015-2025

Areal- og transportplanlegging

Sula kommune er stort sett preget av korte reiseavstander. Dagens trafikkmengde kommer fra Hareide-Sulesund (Fv61) og Festøy-Solavågen (E39), og valget av Ålesund sitt transportsystem vil ha ringvirkning på trafikken i Sula kommune. Da E39 skal gå igjennom kommunen er det tatt hensyn til at byggeformål ikke skal komme i konflikt med veinettet sitt arealbehov. Ved utarbeiding av nye reguleringsplaner skal arealbruk og transportsystem utarbeides med bærekraftige løsninger for bostedsmiljø, trygge lokalsamfunn, god trafikk trygghet, god trafikkavvikling og miljø.

Boligutbygging

Kommunen ser på viktigheten med at det er disponibelt populære områder som kan opparbeides raskt, men det er grunnleggende at utvikling av planer ikke skaper fortetting.

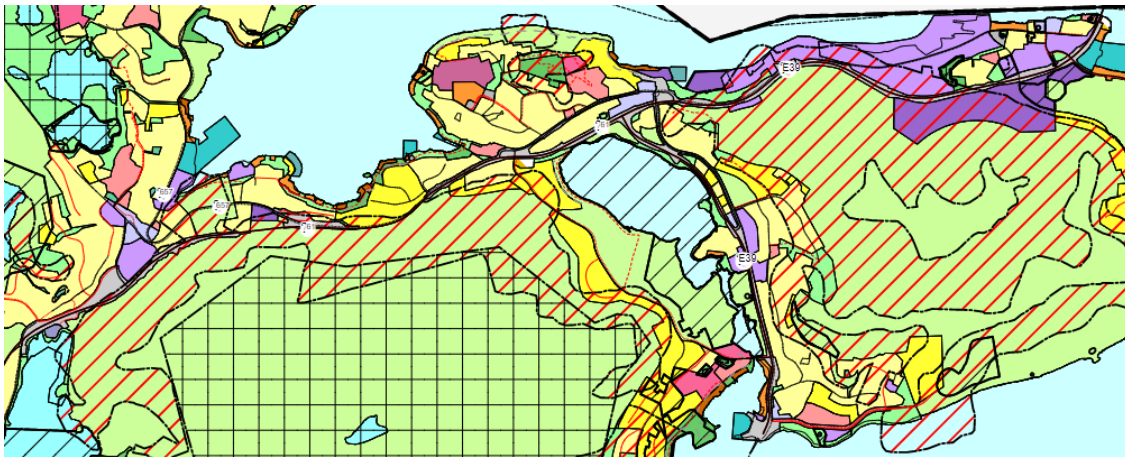
Næringsliv

Kommuneplanen skal bidra til å sikre næringslivet for videre vekst og utvikling (Sula kommune, 2015).

2.5.3 Alternative kryssområder





































I dette delkapittelet skal vi se nærmere på hva som er regulert for områdene Veibust, Eidsnes og Eikrem. Vi har tatt utgangspunkt i Sula kommune sin arealplan og fremtidig reguleringsplaner. Det er også sett på lokasjoner for kulturminner.

BACHELOROPPGAVE



Figur 12. Utklipp av kommuneplanens arealkart for området Veibust-Mausavatnet. Kilde: Sula kommune.

Strekningen Veibust-Mausavatnet berører en del bebyggelse og industri (Figur 12). Ved å utforme et nytt samband må vi legge til grunn gode kryssløsninger og trafikkavvikling.

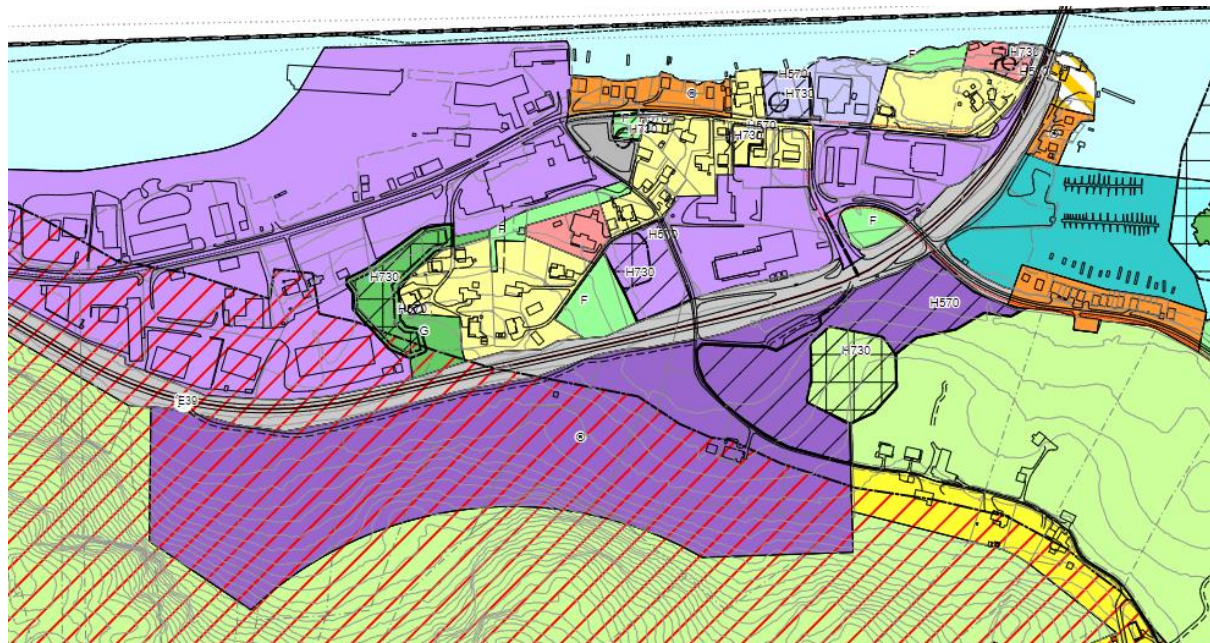
	Kommuneplan-Bygninger og anlegg (PBL2008 §11-7 NR.1)		Naturområde - noverande (N)
	Bustader - noverande		Naturområde - framtidig
	Bustader - framtidig		Turdrag - framtidig
	Fritidsbusetnad - noverande		Frionråde - noverande (F)
	Fritidsbusetnad - framtidig		Frionråde - framtidig
	Sentrumsformål - framtidig		Park - noverande (P)
	Forretnings - noverande		Park - framtidig
	Forretnings - framtidig	Kommuneplan-Landbruks-,natur- og friluftsmål og reindrift (PBL2008 §11-7 NR.6)	
	Offentleg eller privat tenesteyting - noverande		Landbruks-,natur- og friluftsmål samt reindrift - noverande
	Offentleg eller privat tenesteyting - framtidig	Kommuneplan-Bruk og vern av sjø og vassdrag (PBL2008 §11-7 NR.6)	
	Fritids- og turistformål - noverande		Bruk og vern av sjø og vassdrag med tilhørende strandsoner
	Fritids- og turistformål - framtidig		Småbåthamn - noverande
	Næringsbygninger - noverande		Småbåthamn - framtidig
	Næringsbygninger - framtidig		Fiske - noverande
	Idrettsanlegg - noverande		Naturområde - noverande
	Andre typar bygningar og anlegg - noverande		Friluftsområde - noverande
	Andre typar bygningar og anlegg - framtidig	Kommuneplan - Omsynsoner (PBL2008 §11-8)	
	Uteoppfallsareal - noverande		Faresone - Ras- og skredfare H310
	Uteoppfallsareal - framtidig		Faresone - Skylebane
			Faresone - Annan fare

Figur 13. Tegnforklaring for kommunalplan. Kilde: Sula kommune.

Veibust

Tegnforklaring viser hvilke formål et gitt område har (Figur 13), Vi kan her se via Figur 14 at det er en del utfordringer med dagens industri for motorveien sørvest for Vegsundbrua. En kryssløsning må også omreguleres fra framtidig industri, som er regulert i kommuneplanens arealplan sør for E39. I Figur 15 ved enden av Vegsundbrua mot Sula, ligger det et kulturminne vest for området. Dette kan komme i konflikt med løsningen av det nye sambandet, da det er plasskrevende i sin utforming.

BACHELOROPPGAVE



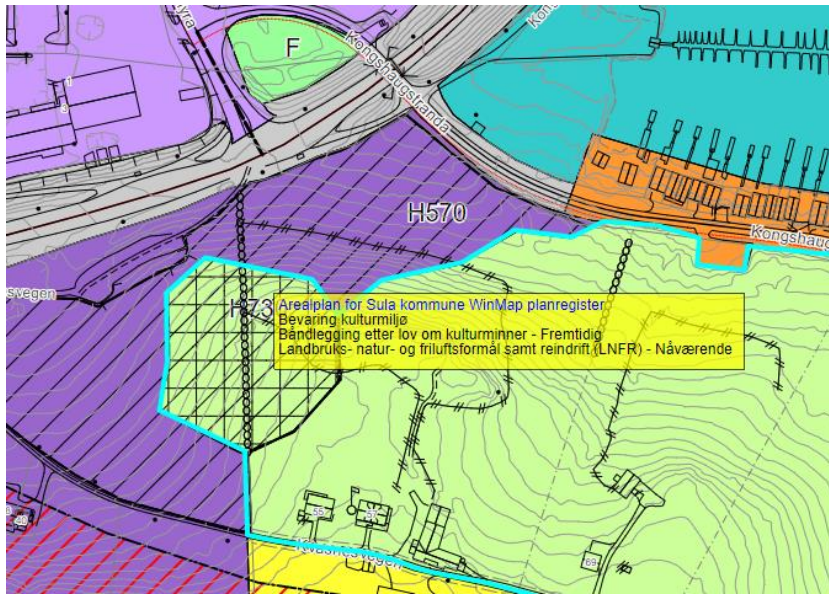
Figur 14. Utsnitt av Veibust fra arealplankart. Kilde: Sula kommune.



Figur 15. Kulturminnesmerke Vegsundbrua. Kilde: Sula kommune.

Ifølge Kulturminnesøk så er det Olavskilden som er markert i Figur 15. Sør i området ligger det også et kulturminnesmerke (Figur 16). Her er det påvist spor av bosetnings- og aktivitetsområde samt dyrking (Direktoratet for kulturminneforvaltning, 2021A).

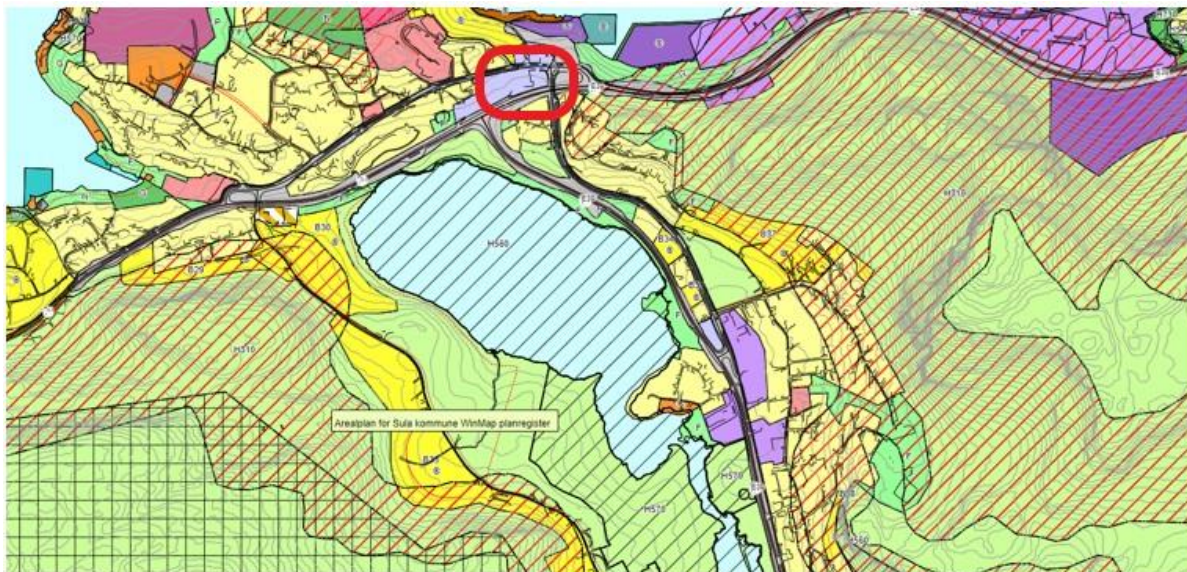
BACHELOROPPGAVE



Figur 16. Kulturminnesmerke Veibust. Kilde: Sula kommune.

Eidsnes

Området Eidsnes er preget av mye bebyggelse (Figur 17). Her ligger også næringsbygget Johan R. Sunde ved Eidsneskrysset (rød sirkel). Ved en kryssing av Storevalen må man ta høyde for det allerede bebygde området (Figur 18). I arealplankartet er det regulert for boligfelt på venstre side av Storevalen, men som vi kan se er det lite bebyggelse i dagens situasjon (Figur 19).

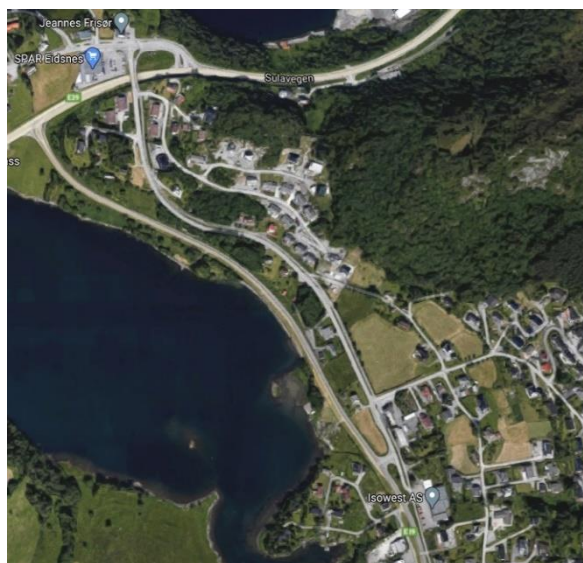


Figur 17. Utsnitt av området Eidsnes. Kilde: Sula kommune.

BACHELOROPPGAVE



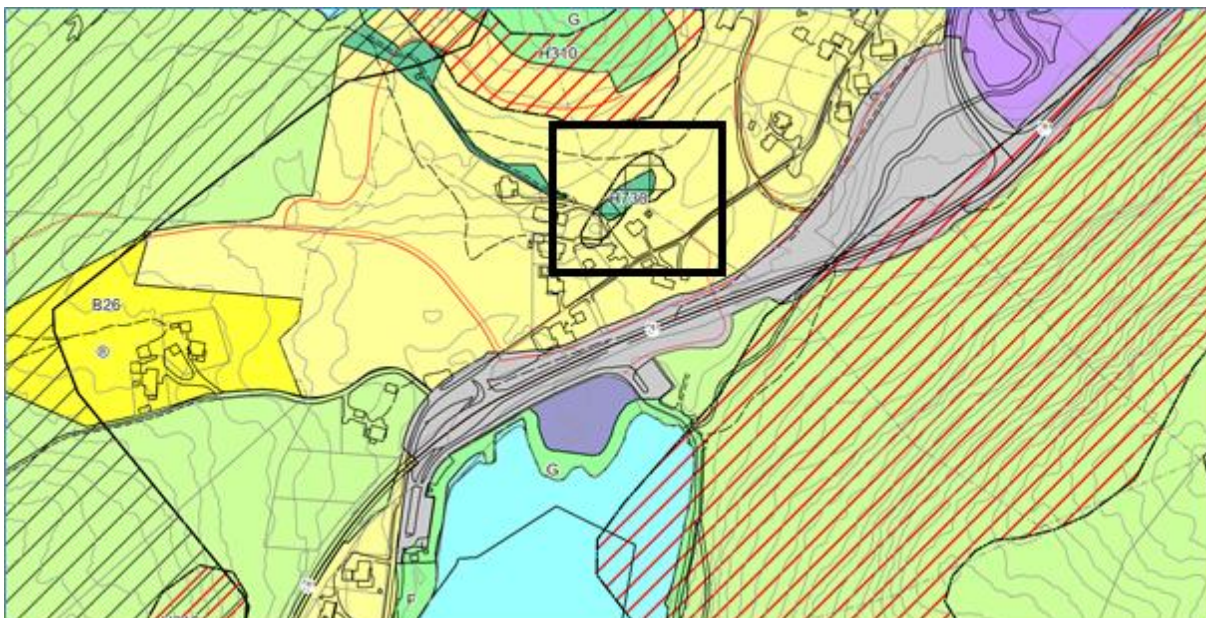
Figur 19. Venstre side av Storevalen. Kilde: Google Maps.



Figur 18. Høyre side av Storevalen. Kilde: Google Maps.

Mauseid

Ved slutten av det prosjekterte sambandet ligger tettstedet Mauseid, der det er et område med få boliger og store tilhørende eiendommer. Det er registrert et kulturminne på Mauseid (Figur 20), markert med svart firkant.

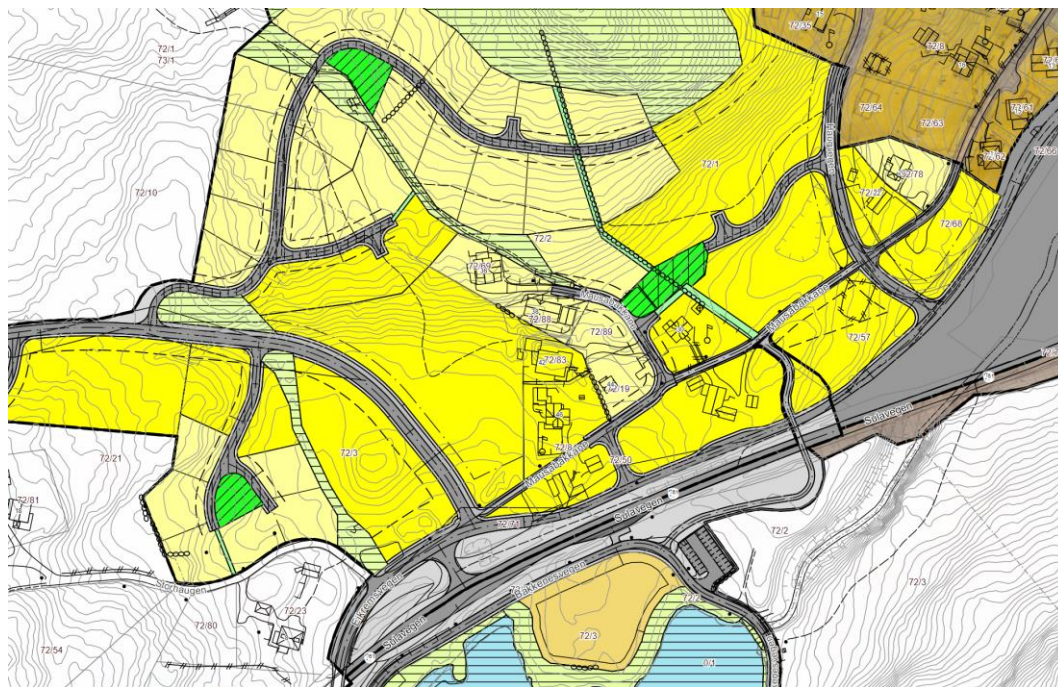


Figur 20. Mauseid vist i arealplankartet. Kilde: Sula kommune.

I den gjeldende reguleringsplanen (Figur 21), ser man at det er regulert inn nye tilkomstveier til et fremtidig byggefelt. Kulturminnet som er uthevet (Figur 20) er tatt bort i de gjeldende

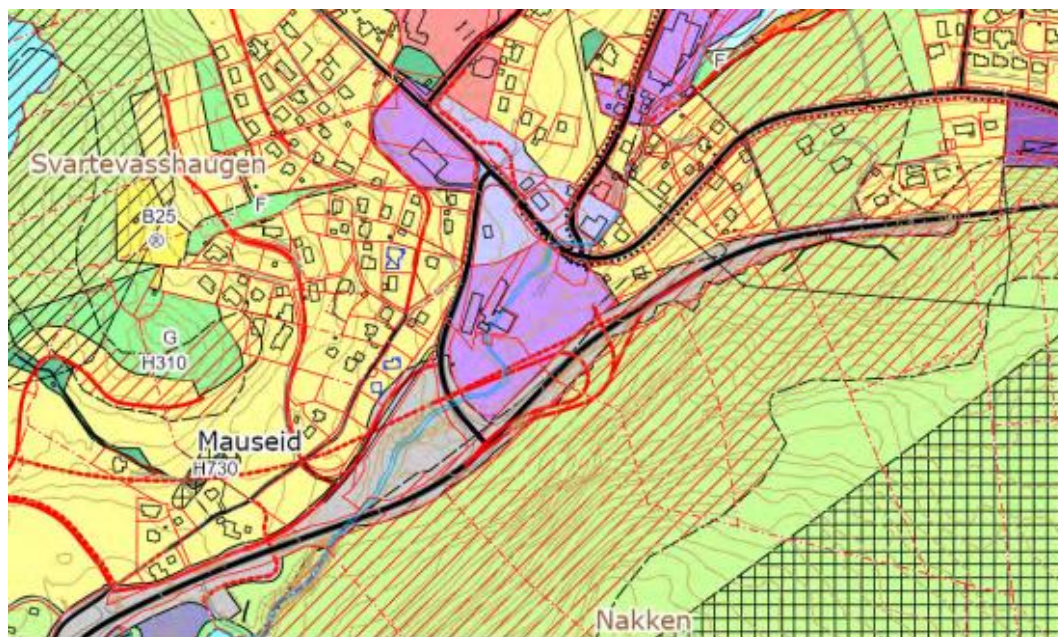
BACHELOROPPGAVE

reguleringsplanene. Det er altså i dag ikke registrert noen kulturminner i prosjektområdet ved Mauseid (Direktoratet for kulturminneforvaltning, 2021B).



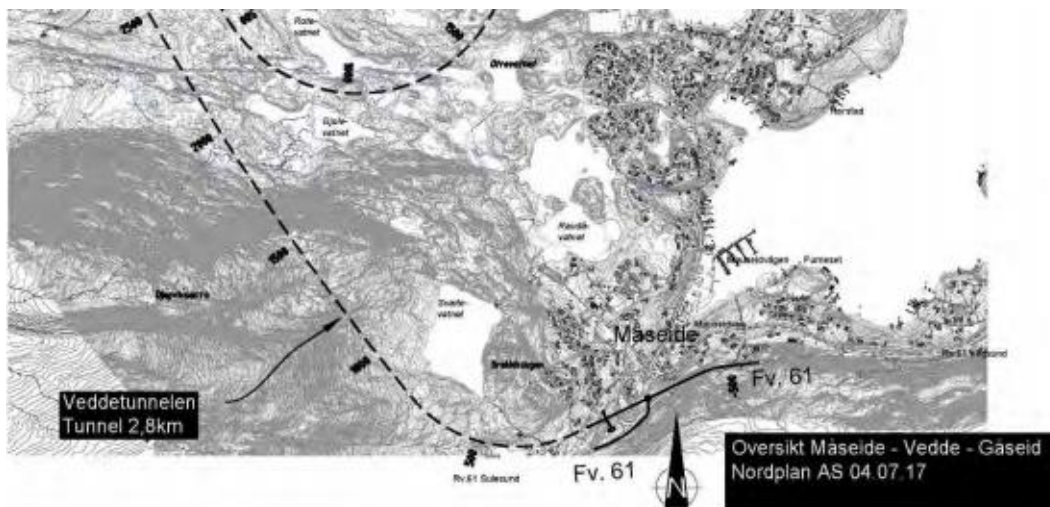
Figur 21. Gjeldene reguleringsplan for prosjektområdet Mauseid. Kilde: Sula kommune.

2.5.4 Planforslag Veddemarka-Måseide



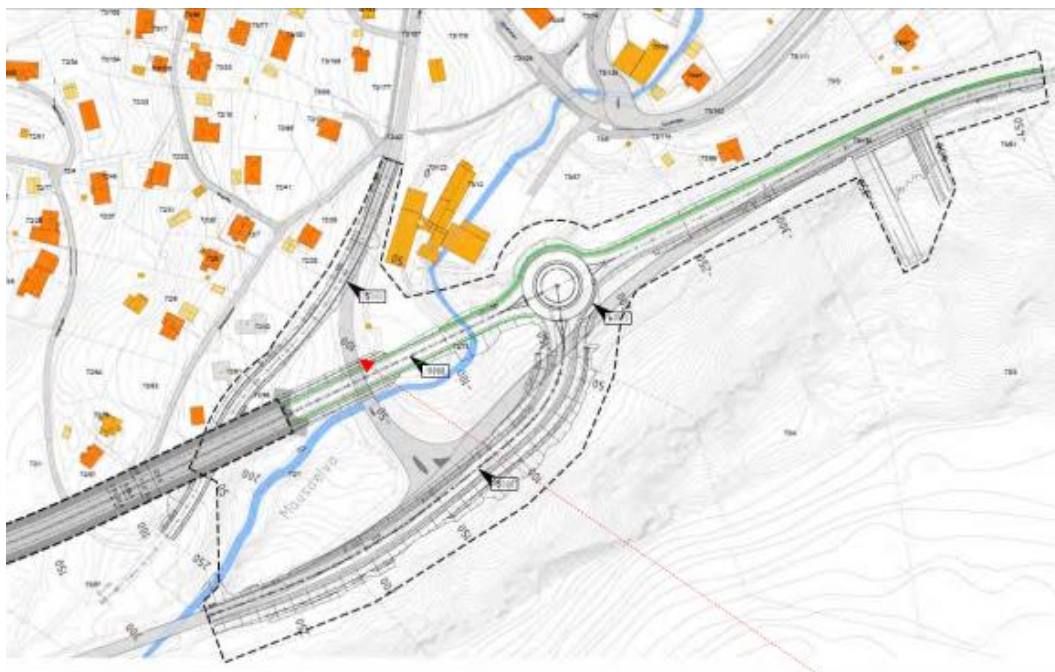
Figur 22. Utsnitt av området Mauseid fra planforslag Vedde-Måseide 2018. Kilde: Nordplans planomtale, side 13.

BACHELOROPPGAVE



Figur 23. Oversiktsbilde av Veddetunnelen og området Måseide. Kilde: Nordplans planomtale, side 22.

I en tidligere planomtale for Ålesund kommune gjort av Nordplan AS datert 31.10.2017, er det sett på hvordan man kan lage et mulig kryssområde ved Måseide. I Figur 22 og Figur 23 viser den stiplede linjen hvor tunnelen kommer ut og kobler seg på en rundkjøring. Fra rundkjøringen blir det etablert en ny vei som skal gå mot Sulesund (Figur 24). Veddetunnelen er markert i mørkere grå. Planomtalen legger også til grunn at det må graves 200 meter fram til fjellet som senere vil bli tildekt. Trafikk fra Sulesund og Eikrem må enten kjøre av ved den nye lokalveien, nordvest for rundkjøring i Figur 24 eller ta av ved Furneskrysset (Nordplan, 2017).



Figur 24. Utsnitt fra Nordplan sitt planforslag for området Måseide. Kilde: Nordplans planomtale, side 25.

BACHELOROPPGAVE

2.5.5 Ålesund kommune – kommunedel - PlanprogramProsjekt: E39 Vegsund-Breivika

Prosjektet omfatter videre utredning av to løsninger fra Breivika til Blindheim (Figur 25).

Løsning 2A baserer seg på å bygge ut den eksisterende E39 til en firefelts motorvei. Hoved løsningen 1A innebærer at det bygges et toplanskryss på Blindheim, deretter går det i toløps tunnel. Ved Lillevannet skiller et løp til Breivika der det bygges et toplanskryss, og et løp går videre mot Brusdalen (Statens vegvesen, 2018B).

BACHELOROPPGAVE



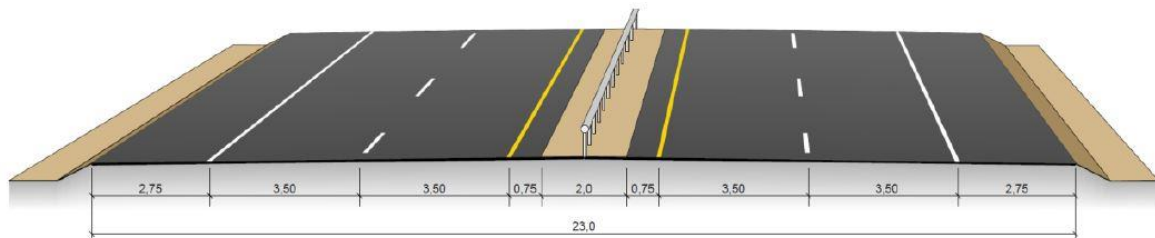
Figur 25. Utsnitt av de to løsningene som foreslås. Kilde: Statens vegvesen.

3 TEORETISK GRUNNLAG

3.1 Veiutforming

Veier i Norge er utformet etter gitte veinormaler og krav satt av Statens vegvesen i håndbøkene. Håndbok N100 Veg- og gateutforming setter veiklassene og inneholder informasjon om hvordan veiene skal planlegges.

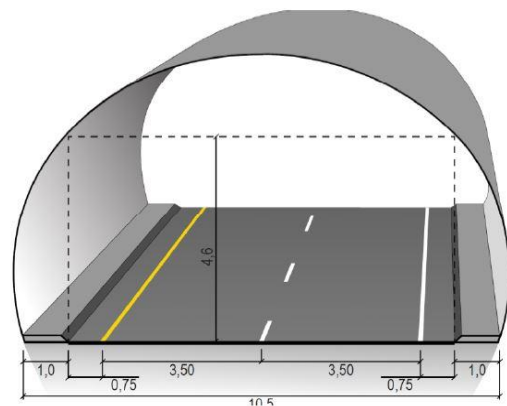
I denne mulighetsstudien skal vi utforme veien som en H3 nasjonal hovedvei. Denne typen vei er beregnet for ÅDT over 12000, og har standard som en motorvei med fire felt og midtdeler mellom kjøreretningene. Figur 26 er hentet fra håndbok N100 og viser de ulike målene som tverrsnittet av en H3 nasjonal hovedvei skal ha.



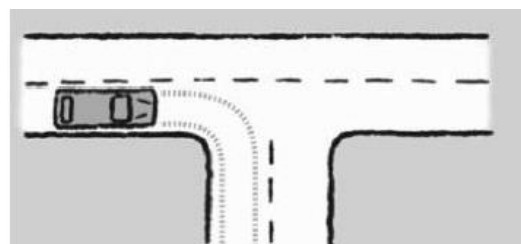
Figur 26. Tverrsnitt av en H3 nasjonal hovedvei. Kilde: Håndbok N100, s. 39.

En H3 nasjonal hovedvei har også følgende krav (Vegdirektoratet, 2019A):

- Veien skal ha belysningsanlegg og skal utformes etter egne krav.
- Det skal utformes en helhetlig løsning for gående og syklende i en overordnet plan. Dette bør løses ved å benytte lokale veier og/eller parallelle gang- eller sykkelveier.
- Holdeplasser for kollektivtrafikk skal føres til ramper der holdeplassene bør utformes som busslomme uten trafikkdelere.
- Tunneler skal bygges med to løp og tunnelprofil T10,5 (Figur 28).



Figur 28. Illustrasjon av tverrsnittet på tunneløp, profil T10,5 Kilde: Håndbok N100, s. 113.



Figur 27. Dimensjonerende kjøremåte A. Kilde: Håndbok N100, s. 98.

BACHELOROPPGAVE

- Veien og kryss skal dimensjoneres for kjøretøytype modulvogntog og dimensjonerende kjøremåte er A (Figur 27).

Kryssløsninger

En H3 nasjonal hovedvei skal være avkjørselsfri. Det vil si at kryssløsninger skal utformes som planskilte kryss med egne fartsendringsfelt.

Broløsninger

Dersom det skal bygges bro på strekningen og denne har ÅDT under 25000 og lengde mindre enn 500 meter, skal broen ha veiskulder på to meter.

Undersjøiske tunneler

Dersom det skal planlegges for undersjøiske tunneler skal det i utgangspunktet utarbeides med et krav på minimum 50 meter overdekning (Vegdirektoratet, 2020A).

Sjøfylling

Ved planlegging av sjøfylling for veien, vil vi i denne oppgaven dimensjonere eventuell fylling minimum 5 meter over vannlinjen gitt i kartgrunnlaget. Dette for å sikre veien mot fremtidig økning i havnivå, 200 års stormflo og flodbølgen som kan forårsakes av skredet på Åkerneset.

3.1.1 Kollektivtransport og gang- og sykkelvei

I denne oppgaven har vi ikke hatt fokus på løsninger for kollektivtransport og gang- og sykkelvei, men vi vil likevel si noe om det for å dekke behovet som eventuelt oppstår.

Gruppen vil nevne at kollektiv transport er tatt med i tankegangen for utforming av alternativene. Det bør legges opp til at det blir satt av et sideareal i nærheten av kryssløsningen for et tilknytningspunkt, slik at busser og andre kollektivtransporttilbud kan korrespondere.

BACHELOROPPGAVE

Det bør legges til rette løsninger for gang- og sykkelveier, spesielt i kryssområder og over broer. Det skal velges kryssutforming som ivaretar muligheten for at gående og syklende skal kunne ferdes trygt i prosjektområdet og området rundt toplanskryssene.

3.1.2 Sikkerhetssone

Tabell 1 viser en oversikt over sikkerhetssoner langs veien beregnet for ulike fartsgrenser og ÅDT. Vi vil i denne oppgaven sette sikkerhetssonen til veien som minst 10 meter i forhold til dagens og fremtidig økning i ÅDT.

Tabell 1. Oversikt over avstander i sikkerhetssonen til veien. Kilde: Håndbok N101, side 24.

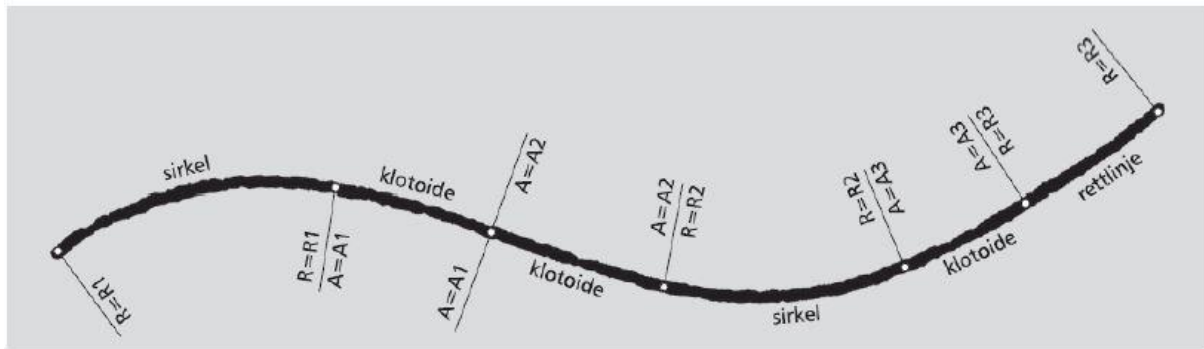
ÅDT	Fartsgrense (km/t)			
	50*	60**	70 og 80	≥90
0-1500	2,5 m	3 m	5 m	6 m
1500-4000	3 m	4 m	6 m	7 m
4000-12000	4 m	5 m	7 m	8 m
>12000	5 m***	6 m***	8 m***	10 m***

3.1.3 Dimensjonering

Når veilinja skal utformes gjelder ulike parametere som må regnes ut for at kurvaturen på veien skal være i henhold til kravene i håndbøkene. De ulike parameterne er beskrevet i håndbok V120 Premisser for geometrisk utforming av veger (Vegdirektoratet, 2019B). Det må regnes ut verdier for både 90 km/t og 100 km/t da dette blir oppgavens dimensjonerende fartsgrenser. Vi vil oppsummere parameterne for denne oppgaven i Tabell 8.

Figur 29 viser prinsippet for hvordan en veilinja er utformet og hvilke komponenter den består av. Først er det en rett linje etterfulgt av en klotoide, overgangen mellom rettlinjen og svingen, før en ny klotoide som kan føre mot en ny rettlinje. Eventuelt kan svingen gå over i en ny sving (Figur 29), ved å bruke en klotoide etter den første sirkelbuen, og deretter en vendeklotoide vil en få en overgang inn mot den nye svingen.

BACHELOROPPGAVE



Figur 29. Prinsippkisse for hvordan en veilinje utformes. Kilde: Håndbok V120, s. 25.

Prosjekteringstabellen (Tabell 2) for H3 nasjonal hovedvei viser standardverdiene og er da beregnet for 110 km/t. I denne oppgaven skal vi dimensjonere for en lavere fartsgrense og regne ut de minste verdiene vi vil bruke. Vi er da avhengige av å regne ut de verdiene vi trenger for parameterne med tilhørende formler. Vi har hentet verdier til utregningen fra Tabell 3.

Tabell 2. Prosjekteringstabell for H3 nasjonal hovedvei. Kilde: Håndbok N100, s. 39.

R_h^1	Horisontalkurvatur		Vertikalkurvatur			
	Klotoide	Siktlengde	$R_{v,høy}$	$R_{v,lav}$	Overhøyde	Stigning ³
	Min	Stopp ²	Min	Min	e	Maks
800	260	227	11000	3700	7.5	5.0
900	265	227	11000	3700	7.0	5.0
1000	270	227	11000	3700	6.5	5.0
1200	275	227	11000	3700	5.6	5.0
1400	275	227	11000	3700	4.7	5.0
1600	275	227	11000	3700	3.7	5.0
≥ 1750	275	227	11000	3700	3.0	5.0

BACHELOROPPGAVE

Tabell 3. Oversikt over verdier gjeldende for H3 nasjonal hovedvei. Kilde: Håndbok VI20, s. 86.

Dimensjoneringsklasse	H1	H5	H3
ÅDT	0 – 6 000	6 – 12 000	> 12 000
Fart (km/t)	80	90	110
Vegbredde	9 m med FMO	12.5 m med MR	23 m med MR
Grunnparametere			
fartstillegg	5	5	10
fartsprofiltillegg	0-5	0-5	0
krav til nabokurver	ja	nei	nei
s. faktor friksjon	1.0	1.1	1.1
bremsefriksjon	0.43	0.38	0.35
sidefriksjon	0.16	0.12	0,07
maks. overhøyde	8 %	8 %	7,5 %
maks. overh. i plankryss	6 %	6 %	-
reaksjonstid	2 sek	2 sek	2 sek
maksimal stigning	6 %	6 %	5 %
maks res. fall	10 %	10 %	9 %
min res. fall	2 %	2 %	2 %
rel. vertikalfart	0.05 m/s	0.05 m/s	0.05 m/s
vertikalakselerasjon	0.3 m/s ²	0.3 m/s ²	0.3 m/s ²
øyehøyde	1.1 m	1.1 m	1.1 m
beregn. objekth.	0.25 m	0.25 m	0.25 m
objekthøyde i plankryss	0.0 m	0.0 m	-
beregn. kjøretøyh.	1.25 m	1.25 m	1.25 m

Tabell 4 viser at ved ÅDT over 12 000, med korresponderende Tabell 5, får vi et fartstillegg på 10 km/t som vi legger til i formlene. Dette fartstillegget blir lagt til fordi det erfaringsmessig blir hentet ut høyere fart ved bedre veistandard. Sammen med fartstillegget (Tabell 5) vil vi også ta ut verdier som har tilhørighet med sikkerhetsfaktor 1,1.

Tabell 4. Fartstillegg for ulike fartsgrenser. Kilde: Håndbok VI20, s. 58.

ÅDT	0-4 000		4 000 – 6 000		6 000 – 12 000		>12 000
Fartsgrense	60	80	60	80	60	90	110
Nasjonale hovedveger		H1		H1		H5	H3
Øvrige hovedveger	Hø2	Hø1	Hø2		Hø2		

BACHELOROPPGAVE

Tabell 5. Sikkerhetsfaktor for ulike fartstillegg. Kilde: Håndbok VI20, s. 58.

Fartstillegg = 0	Sikkerhetsfaktor – friksjon 1,0
Fartstillegg = 5	Sikkerhetsfaktor – friksjon 1,0
Fartstillegg = 5	Sikkerhetsfaktor – friksjon 1,1
Fartstillegg = 10	Sikkerhetsfaktor – friksjon 1,1

Tabell 6. Sidefriksjon, f_k , for ulike fartsgrenser. Kilde: Håndbok VI20, s. 22.

Sikker- hetsfaktor	Fartsgrense [km/t]							
	40	50	60	70	80	90	100	110
1,00	0,249	0,224	0,195	0,182	0,157	0,131	0,108	0,079
1,10	0,226	0,204	0,178	0,165	0,143	0,119	0,098	0,072

De parameterne vi trenger for å lage veilinjene er:

Minste horisontalkurve radius

$$R_{h,\min} = \frac{v^2}{127 \times (e_{\max} + f_k)} \text{ [m]}$$

Fartsgrensen, v , er den tenkte dimensjonerende fartsgrensen for strekningen, så må det legges til eventuelle fartstillegg.

$$v \text{ (10 km/t fartstillegg grunnet ÅDT over 12 000)} = 90 \text{ km/t} + 10 \text{ km/t} = 100 \text{ km/t}$$

$$v \text{ (10 km/t fartstillegg grunnet ÅDT over 12 000)} = 100 \text{ km/t} + 10 \text{ km/t} = 110 \text{ km/t}$$

$$e_{\max} \text{ (maks overhøyde, fra Tabell 2)} = 7,5\% = 0,075$$

$$f_k \text{ (sidefriksjon, fra Tabell 6)} = 0,119 \text{ (90 km/t)}$$

$$f_k \text{ (sidefriksjon, fra Tabell 6)} = 0,098 \text{ (100 km/t)}$$

$$R_{h,\min} = \frac{100^2}{127 \times (0,075 + 0,119)} = 405,88 \text{ [m]}$$

$$R_{h,\min} = \frac{110^2}{127 \times (0,075 + 0,098)} = 550,72 \text{ [m]}$$

Vi setter minste horisontalkurve radius for 90 km/t til 450 m og for 100 km/t til 600 m.

BACHELOROPPGAVE

Minste horisontalkurve i tunnel

$$R_{\min} = \frac{L_s^2}{8 \times B}$$

L_s = stoppsikt

$$B \text{ (avstand fra midt i kjørefelt til tunnelvegg)} = B = \frac{3,5}{2} + 0,75 + 1,00 = 3,5 \text{ m}$$

Stoppsikt kan vi regne ut ved å slå sammen reaksjonslengde L_r og bremselengde L_b :

$$L_s = L_r + L_b = (0,278 \times t_r \times V) + \left(\frac{V^2}{254,3 \times (f_b + s)} \right)$$

t_r = reaksjonstid (konstant på 2 sekund, fra Tabell 3)

V = fartsgrense (med eventuelle tillegg)

f_b = bremsefriksjon (verdier hentes fra Tabell 7)

s = stigningsgrad (settes til 0)

Tabell 7. Bremsfriksjon, f_b , for ulike fartsgrenser. Kilde Håndbok V120, s. 22.

Sikkerhetsfaktor	Fartsgrense [km/t]							
	40	50	60	70	80	90	100	110
1,00	0,588	0,529	0,490	0,456	0,434	0,416	0,401	0,389
1,10	0,534	0,481	0,446	0,415	0,394	0,379	0,365	0,354

$$L_s = L_r + L_b = 0,278 \times 2 \times (90 + 10) + \frac{100^2}{254,3 \times (0,379 + 0)} = 159,36 \text{ m}$$

$$L_s = L_r + L_b = 0,278 \times 2 \times (100 + 10) + \frac{110^2}{254,3 \times (0,365 + 0)} = 191,52 \text{ m}$$

Stoppsikten justeres opp for 90 km/t til 160 m og for 100 km/t til 192 m.

Minste horisontalkurveradius for tunnel blir da:

$$R_{\min} = \frac{160^2}{8 \times 3,50} = 914,29 \text{ [m]}$$

BACHELOROPPGAVE

$$R_{\min} = \frac{192^2}{8 \times 3,50} = 1316,57 \text{ [m]}$$

Horisontalkurveradius justeres opp for 90 km/t til 950 m og for 100 km/t til 1400 m.

Minste vertikalradius i høybrekk

$$R_{v,\min} = \frac{1}{2} \times \left(\frac{L_k}{\sqrt{a_1} + \sqrt{a_{2(3)}}} \right)^2$$

$$L_k \text{ (siktkrav)} = L_s \text{ (stoppsikt, 90 km/t)} = 160 \text{ m}$$

$$L_k \text{ (siktkrav)} = L_s \text{ (stoppsikt, 100 km/t)} = 192 \text{ m}$$

$$a_1 \text{ (øyehøyde, fra Tabell 3)} = 1,10 \text{ m}$$

$$a_2 \text{ (objekthøyde, fra Tabell 3)} = 0,25 \text{ m}$$

$$R_{v,\min} = \frac{1}{2} \times \left(\frac{160}{\sqrt{1,1} + \sqrt{0,25}} \right)^2 = 5688 \text{ m}$$

$$R_{v,\min} = \frac{1}{2} \times \left(\frac{192}{\sqrt{1,1} + \sqrt{0,25}} \right)^2 = 8192 \text{ m}$$

Minste vertikalradius i høybrekk justeres opp for 90 km/t til 5700 m og for 100 km/t til 8200 m.

Minste vertikalradius i lavbrekk

$$R_{v,\min} = \frac{v^2}{12,96 \times a_v}$$

$$v \text{ (10 km/t fartstillegg)} = 90 \text{ km/t} + 10 \text{ km/t} = 100 \text{ km/t}$$

$$v \text{ (10 km/t fartstillegg)} = 100 \text{ km/t} + 10 \text{ km/t} = 110 \text{ km/t}$$

$$a_v \text{ (vertikalakselerasjon, fra Tabell 3)} = 0,3 \text{ m/s}^2$$

$$R_{v,\min} = \frac{100^2}{12,96 \times 0,3} = 2572,02 \text{ m}$$

BACHELOROPPGAVE

$$R_{v,\min} = \frac{110^2}{12,96 \times 0,3} = 3112,14 \text{ m}$$

Minste vertikalkurveradius i lavbrekk justeres opp for 90 km/t til 2600 m og for 100 km/t til 3200 m.

Formler for klotoideparameter:

$$A_{\min} = \sqrt{R_h \times L_{0,\min}} \qquad L_{0,\min} = \frac{b \times v \times e_{\max}}{3,6 \times v_{vf}}$$

A_{\min} er den totale lengden på klotoiden og er avhengig av minste horisontalkurveradius og $L_{0,\min}$. $L_{0,\min}$ er den lengden man trenger for å bygge opp veien fra 0 i overhøyde til maks overhøyde.

b (hjulavstand, konstant) = 1,65 m

v_{vf} (relativ vertikalfart, fra Tabell 3) = 0,05 m/s

e_{\max} (maks. overhøyde) = 7,5% = 0,075

R_h (minste horisontalkurveradius, 90 km/t) = 450 m

R_h (minste horisontalkurveradius, 100 km/t) = 600 m

v (fartsgrense) = 100 km/t

$$L_{0,\min} = \frac{1,65 \times 100 \times 0,075}{3,6 \times 0,05} = 68,75 \text{ [m]}$$

$$L_{0,\min} = \frac{1,65 \times 110 \times 0,075}{3,6 \times 0,05} = 75,63 \text{ [m]}$$

$$A_{\min} = \sqrt{450 \times 68,75} = 175,89 \text{ [m]}$$

$$A_{\min} = \sqrt{600 \times 75,63} = 213,02 \text{ [m]}$$

Minste klotoideparameter justeres opp for 90 km/t til 180 m og for 100 km/t til 215 m.

BACHELOROPPGAVE

Tabell 8. Samlet oversikt over parameterverdier.

Parametere	90 km/t	100 km/t
Minste horisontalkurveradius, fri veistrekning	450 m	600 m
Minste horisontalkurveradius, tunnel	950 m	1400 m
Minste vertikalradius, høybrekk	5700 m	8200 m
Minste vertikalradius, lavbrekk	2600 m	3200 m
Minste klotoideparameter, A_{\min}	180 m	215 m

Disse verdiene legges inn i Novapoint. Programmet kontrollerer da kontinuerlig at parameterne er innenfor kravene som er satt, og gir feilmelding dersom veilinjens er feil utformet.

Det gjøres oppmerksom på at dette er minimumsverdier, og det legges til rette for å unngå å bruke så lave verdier på en vei med høy standard. Dette for å oppnå en fin og jevn kurvatur som bidrar til en bedre kjøreeplevelse.

3.2 Kryssløsninger

Sambandet Vegsund-Mausavatnet krever at veien skal være avkjørselsfri og at prosjektet skal utformes med planskilte kryssløsninger. Dette innebærer at primærveien (motorveien) skal gå under eller over sekundærveien, der de er koblet sammen med ramper.

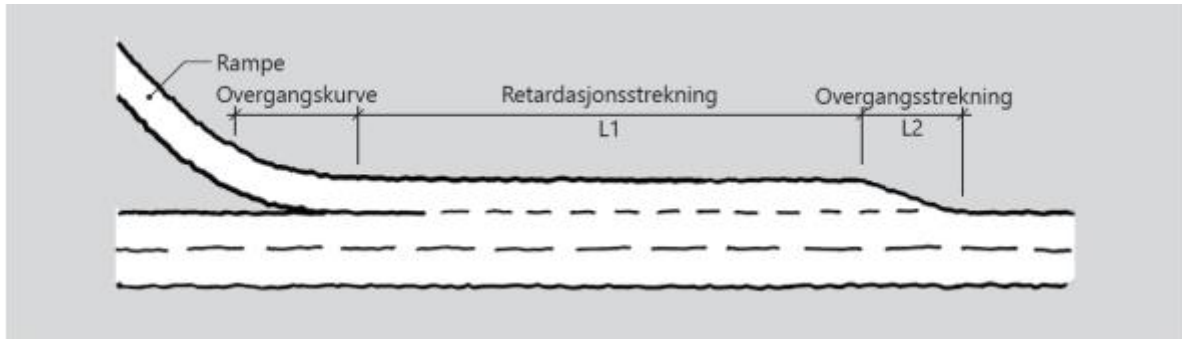
Vegnormal N100 tilsier at det bygges planskilte kryss i samsvar med kapittel D.1.3 (Vegdirektoratet, 2019A).

3.2.1 Retardasjonsfelt og akselerasjonsfelt

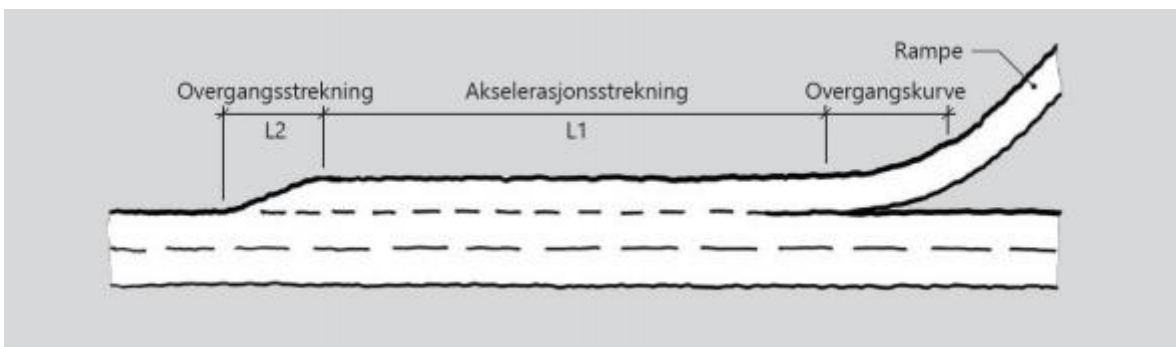
For å komme seg av eller på en motorvei må man ha egne avkjøringsfelt (retardasjonsfelt) eller påkjøringsfelt (akselerasjonsfelt). Dette for å nå en ønsket fart før man er koblet på motorveien,

BACHELOROPPGAVE

og det samme handler om å nå en slutfart når man har kjørt av motorveien. I kapittel D.1.3.2 og D.1.3.3 i håndbok N100 er det beskrevet hvordan dette skal utformes.



Figur 30. Standardutforming av et retardasjonsfelt. Kilde: Håndbok N100, side 61.



Figur 31. Standardutforming av et akselerasjonsfelt. Kilde: Håndbok N100, side 62.

Retardasjonsfelt omhandler en overgangsstrekning (L2), en retardasjonsstrekning (L1), en overgangskurve og til slutt en rampe (Figur 30). Akselerasjonsfelt omhandler en rampe, en akselerasjonsstrekning (L1) og en overgangsstrekning (L2) (Figur 31). Beregningsmodellene for de forskjellige feltene og fartsgrensene er vist i Figur 32, Figur 33, Figur 34 og Figur 35. Erfaringer fra et tidligere prosjekt for området gjør at vi også tar med beregningsmodeller for 80 km/t i Figur 36 og Figur 37.

BACHELOROPPGAVE

RETARDASJONSFELT			
Modell for beregning av lengde på retardasjonsstrekningen L1			
Versjon 1.1 2014-12-12			
Stigning	s	<input type="text" value="0"/>	[] Stigning på primærvegen. Negativt fortegn for fall.
Fartsgrense	V	<input type="text" value="90"/>	[km/t] Primærvegens fartsgrense
Slutfart	V ₁	<input type="text" value="50"/>	[km/t] Kjøretøyets fart ved slutten av retardasjonsstrekningen settes ut fra rampens radius (se tabell nedenfor)
Lengde av L1:		110	[m]
Lengde av L2:		40	[m]

Figur 32. Beregningsmodell for dimensjonert 90 km/t. Kilde: Håndbok N100, side 61.

RETARDASJONSFELT			
Modell for beregning av lengde på retardasjonsstrekningen L1			
Versjon 1.1 2014-12-12			
Stigning	s	<input type="text" value="0"/>	[%] Stigning på primærvegen. Negativt fortegn for fall.
Fartsgrense	V	<input type="text" value="100"/>	[km/t] Primærvegens fartsgrense
Slutfart	V ₁	<input type="text" value="50"/>	[km/t] Kjøretøyets fart ved slutten av retardasjonsstrekningen settes ut fra rampens radius (se tabell nedenfor)
Lengde av L1:		138	[m]
Lengde av L2:		60	[m]

Figur 33. Beregningsmodell av retardasjonsfelt for 100 km/t. Kilde: Håndbok N100, side 61.

AKSELERASJONSFELT			
Modell for beregning av minstelengde for akselerasjonsstrekningen L1			
Versjon 2.1 2014-12-12			
Kjøretøytype		<input type="text" value="Personbil"/>	Personbil er dimensjonerende kjøretøy
Stigning	s	<input type="text" value="0"/>	[%] Stigning på primærvegen Negativt fortegn for fall
Startfart	V ₀	<input type="text" value="50"/>	[km/t] Kjøretøyets fart ved starten av akselerasjonsstrekningen settes ut fra rampens radius (se tabell nedenfor)
Fartsgrense	V	<input type="text" value="90"/>	[km/t] Startfarten må være mindre eller lik primærvegens fartsgrense Primærvegens fartsgrense
Lengde av L1:		200	[m]
Lengde av L2:		40	[m]

Figur 34. Beregningsmodell av akselerasjonsfelt, 90 km/t. Kilde: Håndbok N100, side 62.

BACHELOROPPGAVE

AKSELERASJONSFELT			
Modell for beregning av minstelengde for akselerasjonsstrekningen L1			
Versjon 2.1 2014-12-12			
Kjøretøytype	<input type="text" value="Personbil"/>		Personbil er dimensjonerende kjøretøy
Stigning	s	<input type="text" value="0"/>	[%] Stigning på primærvegen Negativt fortegn for fall
Startfart	V ₀	<input type="text" value="50"/>	[km/t] Kjøretøyets fart ved starten av akselerasjonsstrekningen settes ut fra rampens radius (se tabell nedenfor) Startfarten må være mindre eller lik primærvegens fartsgrense
Fartsgrense	V	<input type="text" value="100/110"/>	[km/t] Primærvegens fartsgrense
<hr/>			
Lengde av L1:	288	[m]	
Lengde av L2:	60	[m]	

Figur 35. Beregningsmodell av akselerasjonsfelt, 100 km/t. Kilde: Håndbok N100, side 62.

RETARDASJONSFELT			
Modell for beregning av lengde på retardasjonsstrekningen L1			
Versjon 1.1 2014-12-12			
Stigning	s	<input type="text" value="0"/>	[%] Stigning på primærvegen. Negativt fortegn for fall.
Fartsgrense	V	<input type="text" value="80"/>	[km/t] Primærvegens fartsgrense
Slutfart	V ₁	<input type="text" value="50"/>	[km/t] Kjøretøyets fart ved slutten av retardasjonsstrekningen settes ut fra rampens radius (se tabell nedenfor)
<hr/>			
Lengde av L1:	84	[m]	
Lengde av L2:	30	[m]	

Figur 36. Beregningsmodell av retardasjonsfelt for 80 km/t. Kilde: Håndbok N100, side 61.

AKSELERASJONSFELT			
Modell for beregning av minstelengde for akselerasjonsstrekningen L1			
Versjon 2.1 2014-12-12			
Kjøretøytype	<input type="text" value="Personbil"/>		Personbil er dimensjonerende kjøretøy
Stigning	s	<input type="text" value="0"/>	[%] Stigning på primærvegen Negativt fortegn for fall
Startfart	V ₀	<input type="text" value="50"/>	[km/t] Kjøretøyets fart ved starten av akselerasjonsstrekningen settes ut fra rampens radius (se tabell nedenfor) Startfarten må være mindre eller lik primærvegens fartsgrense
Fartsgrense	V	<input type="text" value="80"/>	[km/t] Primærvegens fartsgrense
<hr/>			
Lengde av L1:	133	[m]	
Lengde av L2:	30	[m]	

Figur 37. Beregningsmodell av akselerasjonsfelt, 80 km/t. Kilde: Håndbok N100, side 62.

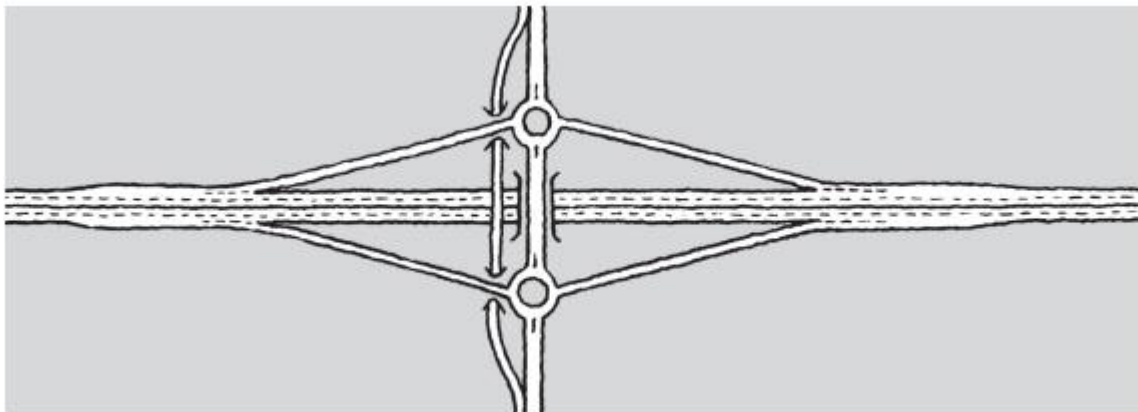
BACHELOROPPGAVE

3.2.2 Kryssutforming

Kriteriene for valg av krysstyper bestemmes ut ifra Håndbok V121 Geometrisk utforming av veg- og krysstyper (Vegdirektoratet, 2014C):

- Fartsgrenser
- Dimensjoneringsklasser
- Antall veiarmer
- Trafikksikkerhet
- Fremkommelighet og kjørekomfort
- Inngrep i terreng og bebyggelse
- Kostnader

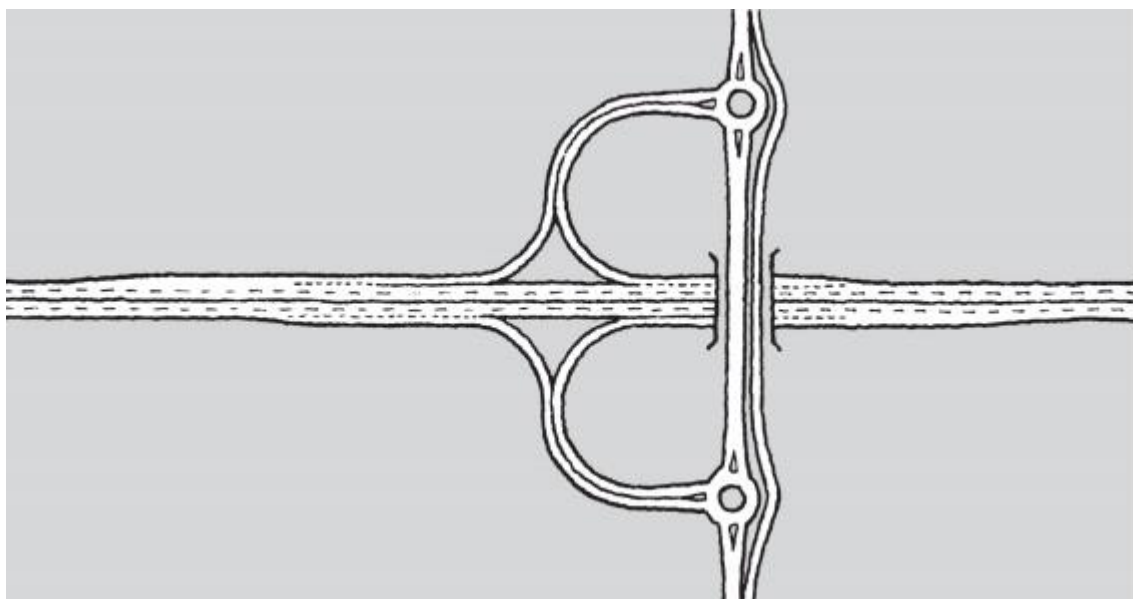
Det finnes flere varianter av planskilte kryss, noen av de forskjellige krysstypene er vist i figurene nedenfor.



Figur 38. Eksempel for ruterkryss med gang- og sykkelvei. Kilde: Håndbok V121, side 70.

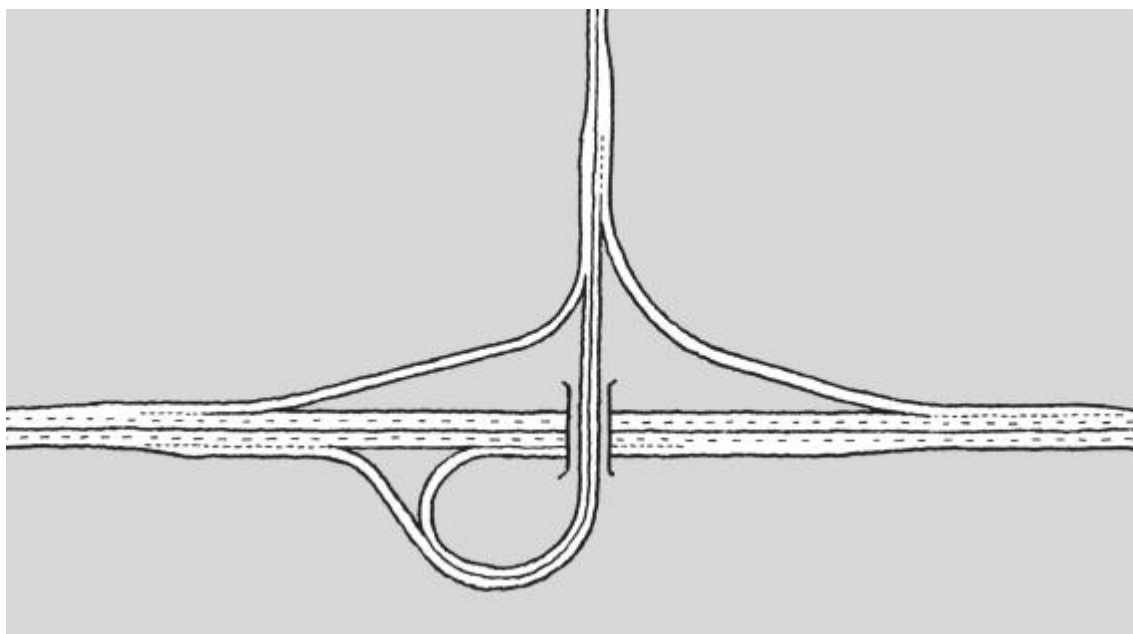
Figur 38 viser et ruterkryss, som er det minst plasskrevende av de planskilte kryssene. Brorekkverket gir derimot dårlig sikt fra retardasjonsfeltet opp mot rundkjøringen, men bortsett fra det gir et ruterkryss korte ramper og en god oversikt.

BACHELOROPPGAVE



Figur 39. Eksempel på halvt kløverbladkryss med gang- og sykkelvei. Kilde: Håndbok V121, side 71.

For å kunne utforme en gang- og sykkelvei vil man helst ha alle påkjøringsramper og avkjøringsramper på samme side av broen som i et halvt kløverbladkryss (Figur 39).



Figur 40. Illustrasjon av et trompetkryss. Kilde: Håndbok V121, side 72.

Trompetkryss kan bli brukt i sammenheng med at lokalveien ikke er gjennomgående. Figur 40 viser et eksempel på trompetkryss uten gang- og sykkelvei.

BACHELOROPPGAVE

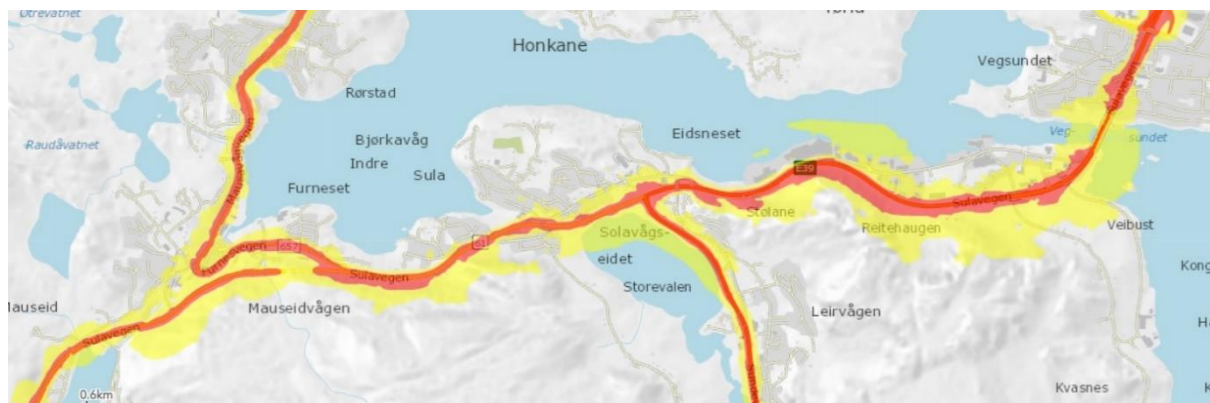
3.3 Støy

Støy defineres som en uønsket lyd, og er ikke spesifisert til å bare gjelde vei og veitrafikk. Støy blir sett på som forurensning, og kan skape helsemessige problemer for mennesker som bor i støyutsatte områder (kap. 3.3.5). I denne oppgaven vil vi fokusere på veitrafikkstøy, om ikke annet er oppgitt i teksten. Det vil også være et av hovedkriteriene vi bruker ved vurdering av mulige trasévalg.

I dette delkapitlet skal vi redegjøre for de forskjellige støyparameterne, se nærmere på miljødirektoratet sine miljømål og hvordan støyskjerming kan gjennomføres i sikkerhetssonen.

3.3.1 Støy fra trafikk

Ved utbygging av en motorvei vil det oppstå en del merstøy. Statens vegvesen sitt støysonekart (Figur 41) viser dagens støysituasjon langs veien i prosjektområdet (Statens vegvesen, 2016). Forskriften om begrenning av forurensning § 5-4 sier at tiltak skal gjøres når støynivået i løpet av ett døgn gjennomsnittlig går over 42 dB, dette gjelder målinger innendørs (Lovdata, 2005). De forskjellige sonene for utendørs støynivå forklares i Tabell 9. (Miljødirektoratet, 2018).



Figur 41. Støysone for riks og fylkesveier. Kilde: Statens Vegvesen.

Tabell 9. Kriterier for soneinndeling. Kilde: Miljødirektoratet, M-128, s. 18.

	Støysone					
	Gul sone			Rød sone		
	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå, lørdager og søndager/helligdager	Utendørs støynivå i nattperioden kl. 23 – 07	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå, lørdager og søndager/helligdager	Utendørs støynivå i nattperioden kl. 23 – 07
Vei	L_{den} 55 dB		L_{SAF} 70 dB	L_{den} 65 dB		L_{SAF} 85 dB

BACHELOROPPGAVE

Informasjonen i dette avsnittet er basert på Miljødirektoratets miljøstatus (Miljødirektoratet, 2020).

Faktorer som påvirker støynivået, er blant annet:

- ÅDT
- Andel tung trafikk av den totale trafikken
- Hastigheten på veien
- Stigningen på veien
- Individuelle forskjeller på hver enkelt bil, eksempelvis type motor og motorstørrelse og hvor godt isolert motorrommet til bilen er
- Type dekk og bredde, modell (nytt/gammelt)
- Andre faktorer som veidekke, værforhold og temperatur.

Ut ifra faktorene nevnt ovenfor er det ÅDT, andel tungtrafikk og hastighet som anses som de viktigste faktorene når det kommer til å kartlegge støy (Geonorge, 2017). I denne oppgaven går vi hovedsakelig ut ifra 80-90 km/t, så det vil være dekk og veibane som er hovedårsaken til støy fra veitrafikken, og ikke motorlyden fra kjøretøy (Miljødirektoratet, 2020).

Tabell 10. Endret hastighet. Kilde: Statens vegvesen.

Endring i hastighet	Reduksjon i lydtryknivå
Fra 110 til 100 km/t	0,7 dB
Fra 100 til 90 km/t	0,7 dB
Fra 90 til 80 km/t	1,3 dB
Fra 80 til 70 km/t	1,7 dB

Når hastigheten økes fra 70 til 80 km/t økes støy med 1,7 dB, og fra 80 til 90 km/t kan man plusse på 1,3 dB (Statens vegvesen, 2021). Dvs. at en fartsøkning fra 70 til 90 km/t øker lydtryknivået med 3 dB (Tabell 10).

BACHELOROPPGAVE

En dobling av ÅDT vil ikke gi en dobling i dB, men vil ha en logaritmisk økning av støynivået med 3 dB. Eksempelvis, om man har en ÅDT på 5000 og det gir støy på 60 dB, så vil en økning på ÅDT til 10 000 gi støy fra veitrafikken på 63 dB, og en økning til ÅDT 20 000 vil gi 66 dB osv. (Tabell 11).

Tabell 11. Utstrålt støy. Kilde: Miljødirektoratet, M-128, s. 112

Utstrålt støy, oppgitt som $L_{den, 10 m} = 66$ dB for en referansesituasjon og for illustrerende verdier av 5 ulike faktorer som gir mindre støy eller mer støy.

Parametere	Referanse $L_{den, 10 m} =$ 66 dB	Mindre		Mer	
		Faktor	Endring støy (dB)	Faktor	Endring støy (dB)
Trafikkmengde	ÅDT=5.000	1.000	- 7	20.000	+ 6
Tungtrafikk	10 % tunge ¹⁾	5 %	- 1	15 %	+ 1
Kjørehastighet	60 km/t	40	- 4	80	+ 3
Stigning	2 %	0 %	- 1	6 %	+ 2
Vegbane	Vanlig asfalt	Støysvak asfalt	- 3 ²⁾	Brostein	+ 3
Kjøreforhold	Fri flyt	Gjeldende beregningsmetode forutsetter fri flyt. Akselerasjon gir mer støy fordi en da bruker lavere gir og høyere motorturtall enn ved fri flyt. Effekten er begrenset til bytrafikkhastigheter og kryss. En regner gjerne at signalregulerte kryss i del av syklusen har lavere hastighet, men at dette oppveies av mer akselerasjon i andre deler av syklusen. Tilsvarende for rundkjøringer: hastigheten går ned, men dette kan oppveies av akselerasjoner i filene som bringer trafikken ut.			
Vær / årstid	Tørr vegbane	Gjeldende beregningsmetode forutsetter sommertrafikk på tørr vegbane. Våt vegbane gir litt mer støy. Bruk av piggdekk gir litt mer støy. Bruk av kjetting gir tydelig mer støy.			

- 1) 10 % tunge kjøretøy er typisk verdi for hovedveger. I tilfarter til boligstrøk kan verdien typisk ligge rundt 5 %. På enkelte større riksveger dominert av havne-/industri trafikk kan verdien komme opp i 15-25 %.
- 2) Kun eksempel: Støyen på støysvak asfalt vil avhenge av type støysvak asfalt, vedlikeholdsinnsett mm.

Ved å sette opp støyskjerming kan man redusere støy opp mot 15 dB, men vanligvis ligger dette rundt 5-10 dB. Dobbling av avstand til støykilden vil (angitt i L_{den}) redusere støyen med 3 dB. Fra og med 40 meter vil markdemping (myk mark) også ha en reduserende effekt på støyen (Miljødirektoratet, 2018).

3.3.2 Støydempende tiltak

Desto tidligere støy blir tatt med i planleggingen, til lettere blir det å forebygge og komme økonomisk gunstig ut av det (Miljødirektoratet, 2018). Det er mulig å benytte seg av terrenget

BACHELOROPPGAVE

for å få en barriere som forhindrer støy fra kilde til mottaker (Vegdirektoratet, 2005), men noen ganger må det gjøres tiltak som:

- Miljølokk, hvor man plasserer vegg- og tak konstruksjon over veien som har ett formål å redusere støyforurensingen for omgivelsene (Vegdirektoratet, 2014B).
- Oppbygging av jordvoller/støyvoll, eller strategisk plassering av næring som gir en støydempende effekt (Miljødirektoratet, 2018).
- Støyskjerm, en veggkonstruksjon som bryter og absorberer lydbølger (Vegdirektoratet, 2014A).

3.3.3 Tunnelåpninger

Trafikk inn og ut av en tunnelåpning og støy fra ventilasjonssystemet, vil kunne ha en negativ innvirkning på området rundt åpningen. Samtidig vil ikke dette utgjør noe vesentlig utslag på det gjennomsnittlige støynivået i døgnet.

Der er ikke mange aktuelle tiltak med tanke på støyreduisering, og stor usikkerhet rundt effektiviteten av dette. Man kan sette opp støyskjerming og få redusert støyen til en viss grad. Internasjonalt har det blitt prøvd med absorberende elementer inn i selve tunnelen, men det er da strenge krav å ta hensyn til.

Det er derfor fordelaktig at en allerede på et planleggings-/prosjekteringsnivå tar hensyn til plassering av tunnelåpningen og utforming, for å best mulig unngå støyproblematikk i ettertid (Vegdirektoratet, 2020B).

3.3.4 Støyskjerm og rekkverk i sikkerhetssonen

Når deler av en støypregget vei kommer for tett opp mot bebygde område, må man vurdere hvor man skal plassere støyskjermen i forhold til sikkerhetssonen. Håndbok N101 (Vegdirektoratet, 2014A) har retningslinjer og rammer på hvordan dette skal løses.

Håndboken sier at man normalt plasserer støyskjermen på utsiden av sikkerhetssonen. Om den er plassert innenfor sonen og ikke er godkjent mot påkjørsel, skal det benyttes rekkverk mellom veien og støyskjermen. Støyskjermen skal da plasseres utenfor arbeidsbredden til rekkverket.

BACHELOROPPGAVE

3.3.5 Miljøsmål

På Statens vegvesen sin nettside står det at: *Vegtrafikkstøy er den største støykilden utendørs, og årsak til nesten 80 % av den totale støyplagen hos befolkningen.* (Statens vegvesen, 2021)

Miljøsmål 4.5 (Miljødirektoratet, 2021) sier: *Støyplager skal reduseres med 10 prosent innen 2020, sammenliknet med 1991. Antall personer som er utsatt for over 38 dB innendørs støynivå skal reduseres med 30 prosent innen 2020, sammenliknet med 2005.*

Målet ble ikke nådd da mengden mennesker utsatt for støy over 38 dB ikke har blitt redusert, men økt med ca. 20 prosent fra 2005 til 2020.

Det er rundt 2,1 millioner mennesker som opplever støy over 55 dB på en gjennomsnittlig basis. 1,9 millioner (tall fra 2014) av disse er relatert til støy fra veitrafikken. Folkehelseinstituttet anslår at rundt 10 000 friske leveår blir årlig tapt i Norge grunnet veitrafikkstøy. Dette fører til et årlig tap i velferden mellom 3,1-4,3 milliarder kroner (Miljødirektoratet, 2021).

3.4 Tunnelutfordringer

Kjøretid

Det er utført en strekningsrapport av Statens vegvesen for toløps tunneler med en fartsgrense på 80 km/t før tiltak av SATK. Rapporten viser at Tromsøysundtunnelen hadde en gjennomsnittsfart på 79,96 km/t og Helltunnelen i Trøndelag på 77,9 km/t (Vegdirektoratet, 2013).

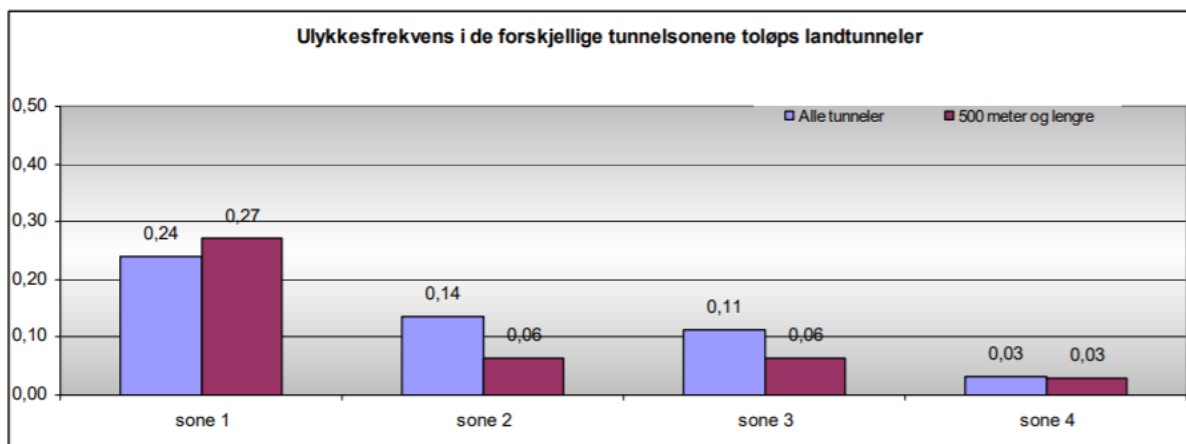
Ubehag

Ifølge Sintef er det grovt anslått at 10-20 % av befolkningen opplever tunnelkjøring som ubehagelig, selv om det anslås at å kjøre i tunnel er dobbelt så trygt som vei i dagen. Det er spesielt de eldre som opplever at de er utmattet når de når tunnelåpningen, dette kan skyldes at de ser dårligere enn yngre personer (Sintef, 2010).

BACHELOROPPGAVE

Ulykkesfrekvens

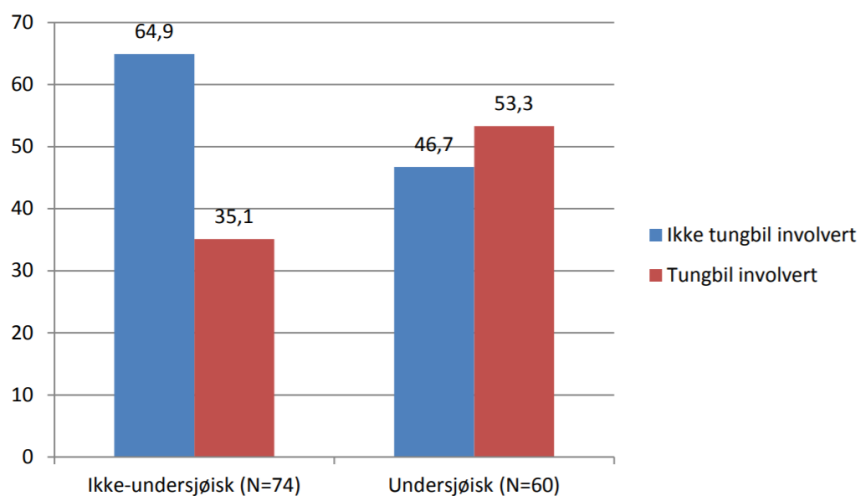
Ulykkesfrekvensen er høyest like utenfor toløps landtunneler ved tettbygde strøk (Figur 42) og den er tilnærmet lik som andre typer tunneler. Videre inn i tunnelen synker frekvensen raskt og er laveste i sone 4 (Statens vegvesen, 2008).



Figur 42. Ulykkesfrekvensen i toløps landtunneler. Sone 1 - siste 50 meter før tunnelportalen, sone 2 - første 50 i tunnel, sone 3 - neste 100 meter i tunnel, sone 4 - resten av tunnelen. Kilde: Statens vegvesen.

Brann og røykutvikling

Det som kan øke risikoen for brann og tilløp ved tunge kjøretøyer i undersjøiske tunneler, er enten overoppheting av bremses ved nedoverbakker eller motorhavari i stigningen av tunnelen. Det er gjort en registrering i undersjøiske tunneler på bakgrunn av brann og tilløp (Figur 43). Undersøkelsen er gjort for undersjøiske tunneler med stigning på over 5 % (TØI, 2012).



Figur 43. Involvering av ikke tungbiler og tungbiler involvert i brann. Kilde: TØI rapport.

4 METODE OG PROGRAMMER

4.1 Økonomisk beregningsgrunnlag

Gruppen har fått tilsendt priser fra oppdragsgiver, for å kunne gjøre et grovt kostnadsestimat over de løsningene som velges. Vi har fått følgende priser med oppdragsgiver, gjeldende for 2021 (Figur 44).

H1-veg (9,0 m)	65
H3-veg (23,0m)	160
2xT10,5-tunnel	450
H9-bru (2x15 m)	1 350
Planskilt kryss	200 000
Gang- og sykkelveg	40

Figur 44. Oversikt over priser gitt av oppdragsgiver. Tall gitt i per 1000 kr. Kilde: Statens vegvesen.

Figur 45 viser et eksempel på hvordan vi har regnet ut hva traséene vil koste. Vi har samlet alle beregningene i vedlegg 2 hvor vi har hentet ut totalsummen for hvert forslag og brukt dette i vurderingen. Det er ikke tatt med beregninger for tilhørende H1-vei (lokalveier), samt gang- og sykkelvei.

	Pris per løpometer	Pris for etablering av	Veg i dagen (meter)	Veg tunnel (meter)	Veg bru (meter)	Antall	Kostnad
H1 - veg (9,0m)	kr 65 000,00						kr 0,00
H3 - veg (23,0m)	kr 160 000,00		1095				kr 175 200 000,00
2xT10,5-tunnel	kr 450 000,00			4150			kr 1 867 500 000,00
H9-bru (2x15m)	kr 1 350 000,00				265		kr 357 750 000,00
Planskilte kryss		kr 200 000 000,00				2	kr 400 000 000,00
Gang- og sykkelveg	kr 40 000,00						kr 0,00
Samlet sum							kr 2 800 450 000,00

Figur 45. Eksempel på utregning.

4.1.1 Økonomisk usikkerhet

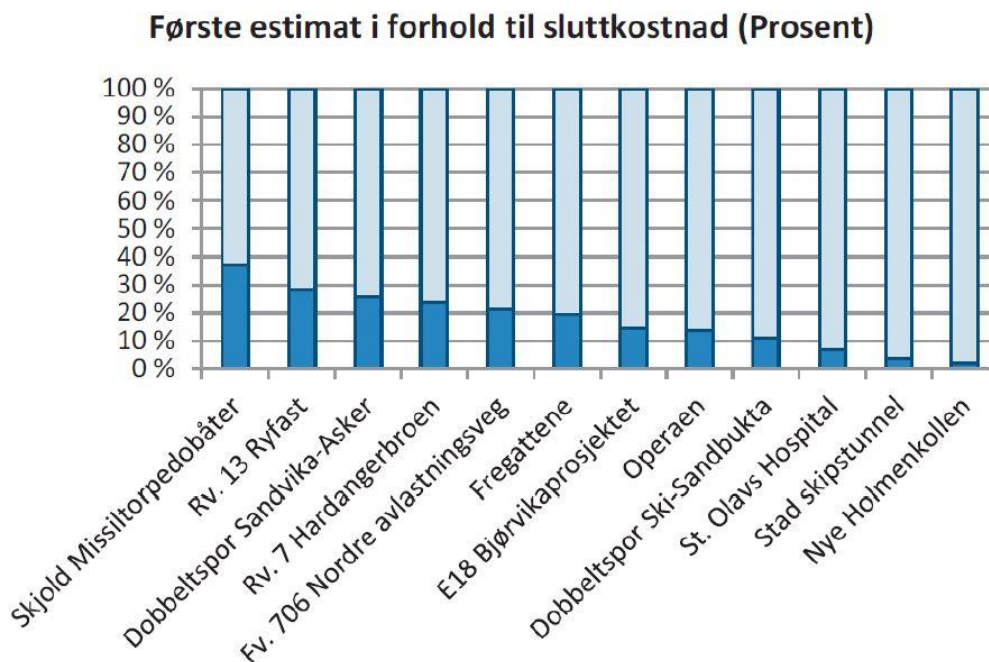
Nordøyvegen

På grunn av økonomisk usikkerhet i denne mulighetsstudien, kan det oppstå større kostnader. Dette har blitt erfart i andre veiprosjekter, blant annet Nordøyvegen i Møre og Romsdal. Ifølge en artikkel TV2 har skrevet ble det anslått at prosjektet skulle koste ca. 3,4 milliarder kroner i 2016, men allerede i 2018 var kostnaden beregnet til 4,6 milliarder kroner (Rovick, 2018).

BACHELOROPPGAVE

Kostnadsestimering

I en tidligere forelesning (Mørk, 2021, Kostnadsestimering) i faget IF300114 Ingeniørfaglig systemteknikk og system utvikling ble det vist en oversikt over estimater for ulike prosjekter i Norge (Figur 46). Oversikten viser store forskjeller i estimater først antatt kontra kostnaden prosjektet hadde da det sto ferdig.



Figur 46. Oversikt over estimater for prosjekter i Norge og hvor mye ekstra kostnaden ble. Kilde: Mørk, 2021, Kostnadsestimering.

4.2 Metode

I dette kapitlet tar vi for oss hvordan gruppen har jobbet med oppgaven, og hvilke metoder som er brukt for å komme frem til de resultatene vi har oppnådd i kapittel 5.

4.2.1 Idemyldring og skissering

I idemyldringen diskuterte gruppen og drøftet muntlig ved fysisk oppmøte og gjennom det digitale programmet «Microsoft Teams». Vi benyttet oss av gule lapper på fysiske ark (utskrift av kart), før vi gikk over til det digitale organiseringsverktøyet Miro. Dette var hensiktsmessig

BACHELOROPPGAVE

med tanke på daværende restriksjoner og usikkerhet grunnet Covid-19. Alle i gruppen hadde tilgang til den informasjonen man behøvde for å kunne fortsette arbeidet selvstendig om nødvendig.

Skissering

Tekniske verdier ble forhåndsbestemt i kapittel 3.1 for å samtidig kunne vurdere den horisontale og vertikale linjen. Selve uttegningen av traseene ble gjennomført digitalt i Novapoint, hvor Statens vegvesen bistod med data som kunne benyttes til kartgrunnlag for oppgaven. Vi hentet ut kart over prosjektområdet fra nettsiden 1881, og redigerte inn traséforslagene. Dette for å enklere illustrere forskjellen på tunnel og vei i dagen. Google Maps har også blitt benyttet under drøfting av alternativene for å visualisere landskapet i området.

Traséalternativene ble muntlig gjennomgått, og drøftet i felleskap. Formålet med dette var å få frem flest mulige løsninger, lokalisere problemområder, samt allerede i denne fasen kunne begrense oppgaven. Vi ekskluderte deretter de løsningene som vi så på som ugjennomførbare, lite realistiske eller som hadde for store konsekvenser knyttet til økonomi eller støy.

Dette arbeidet førte til at det oppsto ett nytt alternativ som gikk ut over gruppens tildelte geografiske området. På bakgrunn av dette fikk vi tilsendt mer materiale fra Statens vegvesen for å utvide kartgrunnlaget.

4.2.2 Fokusområder/prioriteringslister

Gruppen har i samråd med oppdragsgiver og veileder valgt å ha hovedfokus på blant annet trafikkavvikling, støyproblematikk, kjøreopplevelse samt kryssplassering og -løsninger. Dette for å få en ramme som gjør utvelgelsesprosessen lettere. Vi har også noen sekundære punkt på hensynslisten som gang- og sykkelvei og kollektivtransport.

BACHELOROPPGAVE

4.2.3 Primære punkt

- Trafikkavvikling
 - Veien som den er i dag, er underdimensjonert for både dagens og fremtidig ÅDT. Dette punktet er hovedgrunnlaget for oppgaven, og det som har veiet mest under mulighetsstudien. Eventuelle alternativer som ikke har oppfylt dette kravet blir skrotet i første filtrering, og er derfor ikke med som ett punkt i Tabell 17.
- Støyproblematikken
 - Støy er problematisk hvor veien ligger tett opptil eksisterende bebyggelse, og området rundt tunnelåpninger. Gruppen har ikke hatt fokus på detaljert støyreducerende tiltak, men vurdert områder som støyutsatt basert på støysonkart (Figur 41) og bakgrunnsteori fra kapittel 3.3.
- Eiendommer
 - I studien vil gruppen unngå å måtte løse inn eiendommer der det er mulig, så lenge det ikke går ut over noen av de andre kriteriene i prioriteringslisten. Det vil si at det kan bli en avgjørende faktor når det er små marginer som skiller de ulike alternativene.
- Økonomi
 - Ifølge oppdragsgiver er det vanskelig å estimere kostnadene nøyaktig, da det er stor usikkerhet i en så tidlig fase. På bakgrunn av dette har det bare blitt gjort et grovt kostnadsestimat.
 - Ifølge læreboken Praktisk prosjektledelse vil kostnadsestimering knyttet til en mulighetsstudie ha en estimatklasse B som gir en usikkerhet på $\pm 30\%$ (Rolstadås, et al., 2019).
- Kjøreopplevelse
 - Gruppen definerte oppgaven til å utarbeide en transportåre hvor man skal komme seg snarest fra A til B, og ikke som en «turistvei». Det er foretrukket å ha en trase med vei i dagen, men det skal ikke gjøres på bekostning av et bedre alternativ med tunnel.

BACHELOROPPGAVE

- Kryssplasseringer
 - For å få god flyt i trafikken og koble opp de tilkomstveiene med størst trafikkmengde, samt ivareta næringsområder med mye tungtransport, har gruppen sett på dette som viktig under valg av traseer.
 - Vi vil også vurdere hvor det kan plasseres kryss og hvilke konsekvenser kryssløsningen vil ha for eiendommer i området.
- Tilknytninger for lokalvei
 - Det skal tilrettelegges for at lokale veier skal ha gode tilknytningsmuligheter til den nye veien, enten ved direkte påkobling eller indirekte via det eksisterende veinettet.

4.2.4 Sekundære punkt

- Gang- og sykkelvei
 - I vurderingen er det viktig at myke trafikanter og universell utforming blir ivaretatt. Det betyr at det ikke blir lagt vekt på gang- og sykkelvei i nytt format sammen med ny vei, men at det skal fortsatt være mulig for en myk trafikanter å ferdes fra Eikrem til Vegsund tilsvarende dagens situasjon.
- Kollektivtrafikk
 - Det blir ikke fokusert på, men det vil bli tilrettelagt for kollektivtrafikk og tilhørende knutepunkt.

4.2.5 Evalueringsmatrise

I kapittel 5 vil alternativene bli satt opp i en evalueringsmatrise hvor de får en poengverdi fra 1 til 5, hvor 1 er dårligst, 5 er best og (-) er ikke vurdert/stryk. De alternativene som viser seg å ikke være gjennomførbare, vil bli markert med røde karakterer i matrisen. Alle alternativene vil bli vurdert ut ifra de primære punktene i kapittel 4.2.3.

BACHELOROPPGAVE

1 - Støyproblematikk

For støy vil vi vurdere hvor mye av strekningen som er i tunnel og hvor mye som går ut i dagen. Vi vil gi høyere poengsum for strekninger i tunnel, da dette skaper lite støy for omgivelsene. Tunnelåpninger og plassering av disse, er også tatt med i betraktningen.

2 - Hvor mange eiendommer som må innløses

Her vil vi se grovt på hvor mange eiendommer som må løses inn på grunn av veilinjen, tunnelpåhugg, fyllinger og støyproblematikk.

3 - Økonomi/kostnad

Alternativene vil bli rangert fra billigst til dyrest. Karakteren er unik så lenge kostnaden varierer.

4 - Kjøreopplevelse

Under kjøreopplevelse vil vi vurdere hvor mye av strekningen som er i tunnel og hvor mye som går ut i dagen. Vi vil gi høyere poengsum for strekninger med vei i dagen.

5 - Kryssplasseringer

Dette punktet vil si noe om mulighetene for å etablere kryss på strekningen, og hvor store konsekvenser løsningen vil ha for eiendommer som må innløses.

6 - Tilknytning av lokalveier

I dette punktet vil vi vurdere hvilke muligheter vi har for å kunne koble opp lokalveier til våre alternativer.

4.3 Fremdrift

Gruppen hadde helt i starten et møte med oppdragsgiver for å bli kjent med rammene og fokusområdene for oppgaven. Det ble fra oppdragsgiver stort sett gitt frie tøyler, da de ikke ville legge noe spesielle føringer i håp om at nye tanker og ideer skulle dukke opp. Deretter hadde vi møte med veiledere som kom med råd og tips med tanke på hvordan gruppen burde starte arbeidet. De delte egne erfaringer fra lignende oppgaver.

Etter møtene med oppdragsgiver og veiledere hentet vi inspirasjon fra tidligere mulighetsstudier. Vi søkte etter relevante artikler som omhandlet det geografiske området,

BACHELOROPPGAVE

andre erfaringer og hvordan Statens vegvesen hadde gjennomført lignende studier. Gruppen innhentet informasjon fra kommunens planomtale og reguleringsplaner for å se om det var noe som måtte tas hensyn til, for eksempel kulturminner.

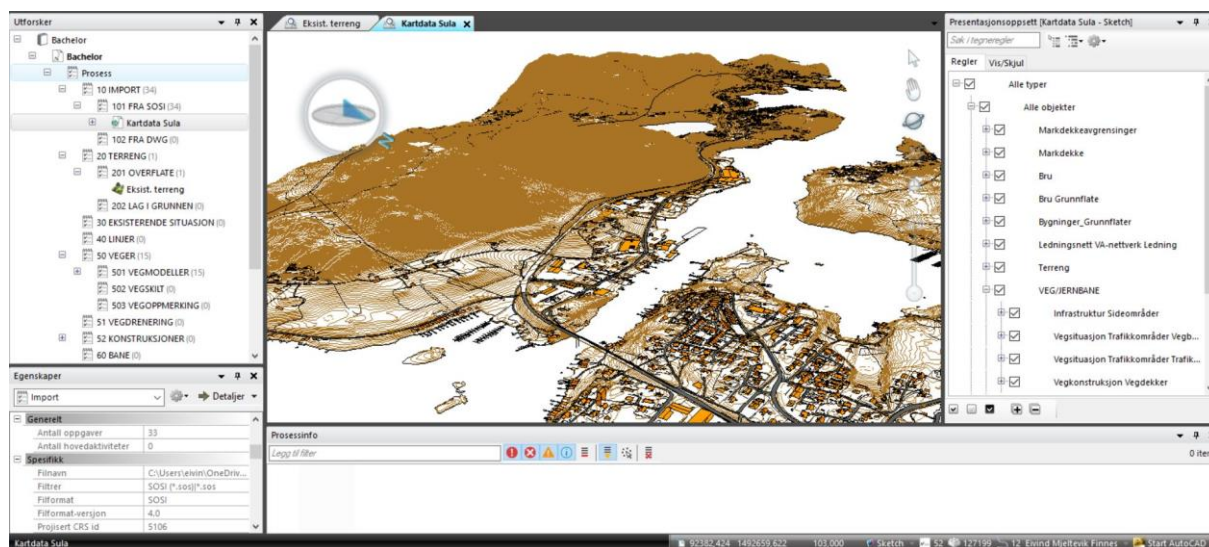
Vi kontaktet Sula kommune for å få tilsendt materiale, data og annen informasjon om Veddetunnelen, men kommunen hadde lite data tilgjengelig. Vi fant en planomtale gjort for Ålesund kommune av Nordplan beskrevet i kapittel 2.5.4 som er det siste offentlige dokumentet som er tilgjengelig av Veddetunnelen.

Parallelt med skisseringen ble det innhentet bakgrunnsteori, tekniske data og relevante undersøkelser som kunne støtte eller avskrive de forskjellige alternativene. Dette for å innsnevre oppgaven ytterligere.

4.4 Programvare

4.4.1 Trimble Novapoint

Novapoint er et digitalt program som brukes til å prosjektere infrastruktur. Gruppen opprettet et prosjekt i Novapoint for å produsere veilinjer og se hvilke innvirkninger det fikk på terrenget. Vi fikk tilsendt kartdata fra oppdragsgiver som ble lagt inn i programmet for å danne et terrenggrunnlag for videre modellering. Figur 47 viser et utklipp av programvaren med innlagt kartdata.



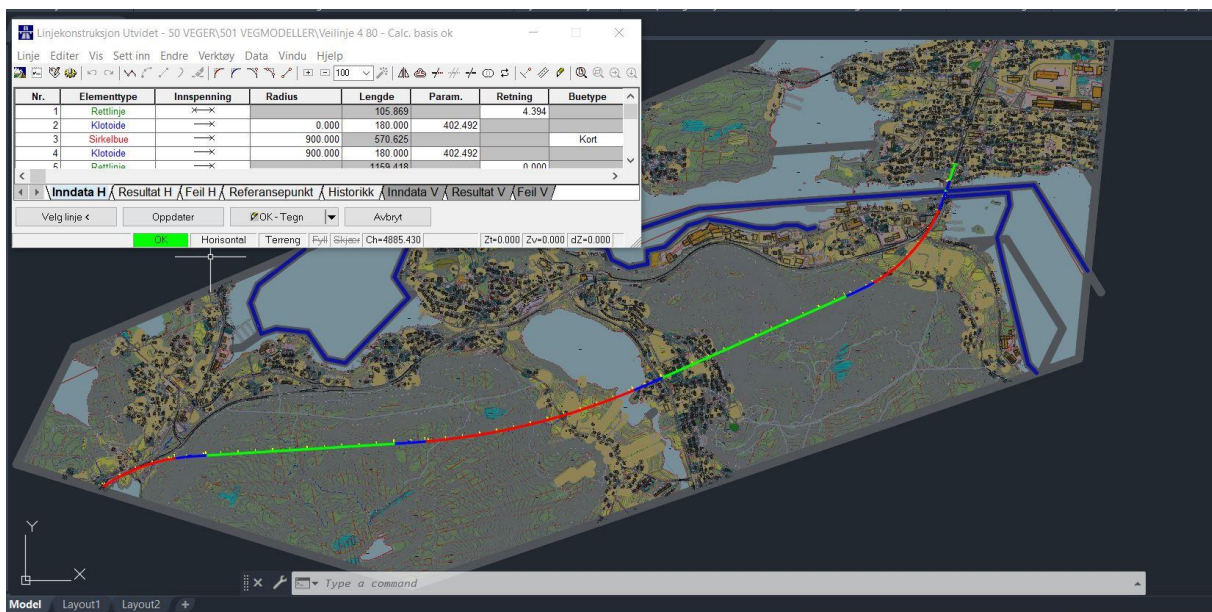
Figur 47. Innlagt kartdata over prosjektområdet. Kilde: Novapoint.

BACHELOROPPGAVE

4.4.2 Autodesk AutoCAD

AutoCAD er et digitalt tegneprogram som brukes for å tegne ut selve veilinjene for Novapoint. Her la vi inn minsteverdier for kurvaturene som vi regnet ut og programmet passer da på at kurvaturen ikke kommer under disse minsteverdier. Verdier kan justeres manuelt slik at det kan tilpasses den ønskede kurvaturen.

Figur 48 viser hvordan programmet kan se ut under tegning av veilinjer.



Figur 48. Uttegning av veilinjer. Kilde: AutoCAD.

4.4.3 Miro

Miro er dataprogram hvor gruppen kan strukturere arbeidsmengden digitalt. Gruppen har også benyttet Miro som en digital plattform for idemyldring. Miro har gitt gruppen mulighet til å laste opp bilder av områder i prosjektet og legge inn digitale Post-it-lapper der det skrives stikkord til det aktuelle området. Dette digitale verktøyet har vært godt å ha for å kunne redigere og sette inn nye notater underveis. Se Figur 49 for et utklipp av hvordan et «arbeidsark» ser ut.

BACHELOROPPGAVE



Figur 49. Eksempel på et arbeidsark i programmet. Kilde: Miro.

4.4.4 Quantm

Trimble Quantm er et digitalt verktøy som kan automatisk foreslå mange ulike traseer og veilinjer basert på en rekke forutsetninger som legges inn. Dette kan hjelpe gruppen med å redusere planleggingstiden og komme med forslag som gruppen ikke har vurdert.

Gruppen hadde ønske om å få til bruk av Quantm, men på grunn av problemer med samhandling mellom programmene og filtype har ikke gruppen lykket med å benytte dette programmet. Quantm skulle i utgangspunktet gi oss flere alternative ruter, men gruppen bruker heller mer ressurser på å tegne veilinjene manuelt.

BACHELOROPPGAVE

5 RESULTAT

I dette kapittelet vil vi forklare de nye traséforslagene og hvordan de blir vurdert ut ifra kriteriene som er beskrevet i kapittel 4.2.3.

Toløps tunneler vil bli beskrevet som tunneler videre i dette kapittelet.

Ved utvelgelse av mulige veitraseer vil vi bruke en matrise som er forklart i kapittel 4.2.5. En oversikt over alle forslagene med samlet poengsum fremkommer i kapittel 6.

5.1 Alternativ 0



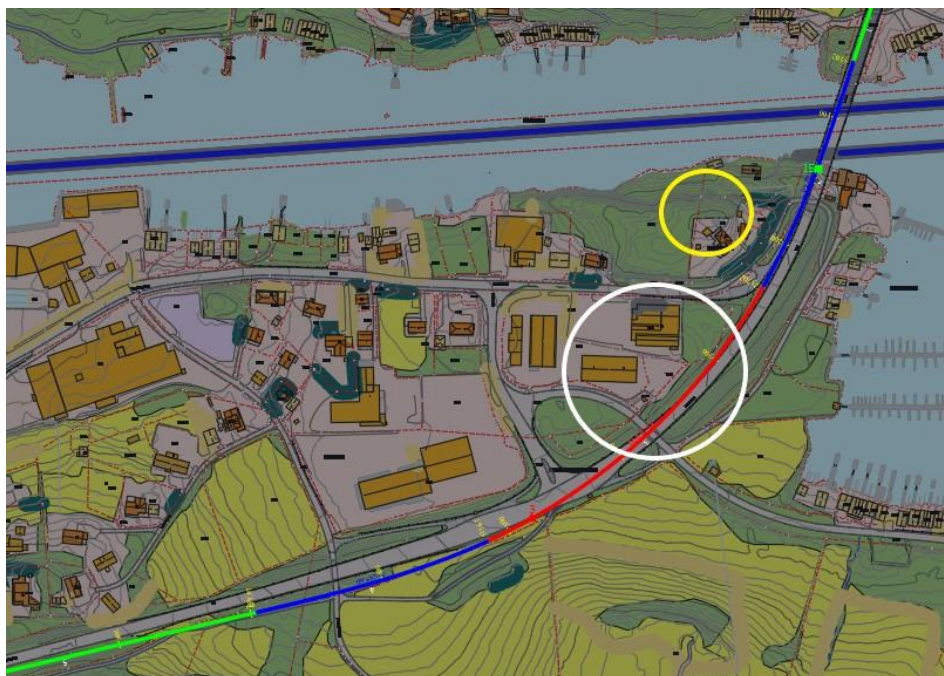
Figur 50. Illustrasjon av alternativ 0.

Det første alternativet tar for seg en veilinje på det eksisterende sambandet fra Vegsund til Mausavatnet (Figur 50). Det er tatt utgangspunkt i minimumsverdier fra kapittel 3.1.3 for å fremstille en ny trase i terrenget basert på den eksisterende veilinjen.

Denne veilinjen starter ved Vegsund og går over sundet til Veibust. Her vil dagens tofelts bro bli byttet ut med to broelement med to felt hver. Den gamle broen brukes som vanlig mens den ene nye delen bygges. Deretter kan den eksisterende Vegsundbrua rives og den andre nye broen kan så bygges.

BACHELOROPPGAVE

Det oppstår en del utfordringer på første delen av denne strekningen. Som tidligere nevnt i kapittel 2.5.3 ligger det et kulturminne (markert med gul sirkel i Figur 51) ved avslutningen på Vegsundbrua. Dette kommer innenfor sikkerhetssonen til veilinjen.



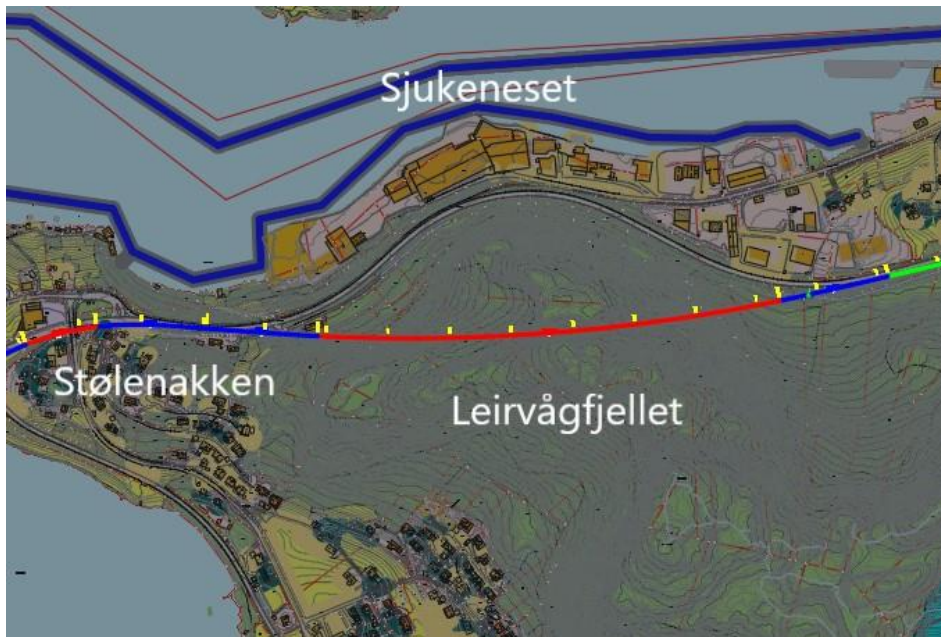
Figur 51. Utsnitt av Veibust med veilinje. Kilde: AutoCAD.

Ved det eksisterende Veibustkrysset (Figur 52) vil veilinjens sikkerhetszone være nær minimumsverdi til de tilhørende industribyggene markert med hvit sirkel (Figur 51). De nærmeste byggene har en ca. avstand på 25 meter fra senterlinjen på motorveien. Det vil også være problematisk å utforme et planskilt kryss så nært industribyggene.



Figur 52. 3D utsnitt av Veibust krysset (Google Maps).

BACHELOROPPGAVE



Figur 53. Utsnitt av området rundt Sjukeneset fra AutoCAD.

Der den eksisterende E39 runder rundt Sjukeneset blir horisontalkurvaturen for liten for motorveien (Figur 53). Motorveien blir derfor prosjektert i tunnel (Figur 50), gjennom Leirvåg fjellet og kommer ut i dagen nord for Stølenakken. Sambandet vil fortsette i en venstre sving forbi industribygget Johan R. Sunde med en avstand på ca. 21 meter fra midtlinjen. Johan R. Sunde bygget er vist med hvit pil i Figur 54. I området rundt Eidsnes er det utfordringer knyttet til plasseringen av et toplanskryss grunnet plassmangel.

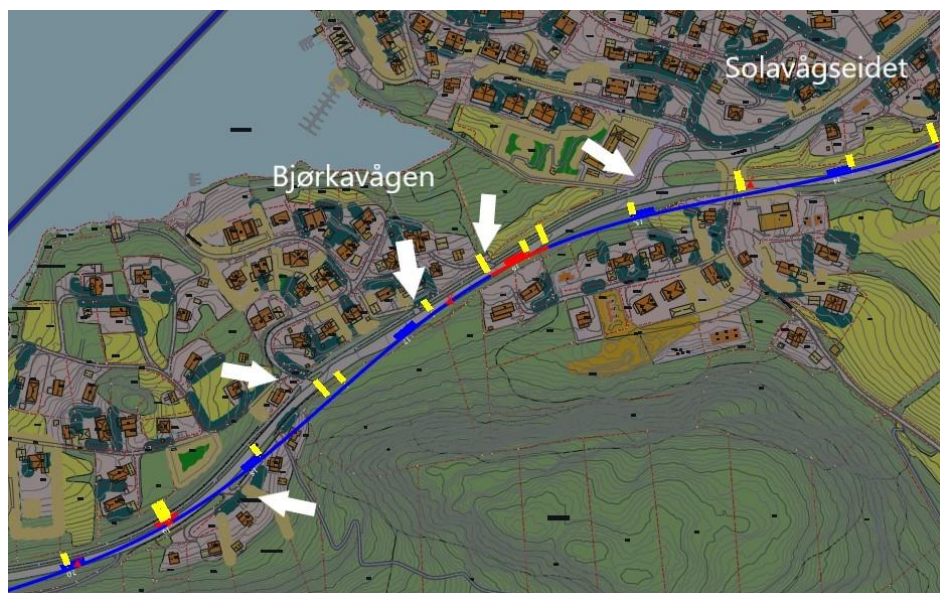


Figur 54. Utsnitt av området fra Johan R. Sunde til Bjørkavågen fra AutoCAD.

BACHELOROPPGAVE

Figur 54 viser Solavågseidet med mange boliger, barneskole, nærliggende butikk, idrettshall og barnehage. Her vil støyproblematikk fra motorveien skape utfordringer da den ligger helt opptil boligfeltet på den eksisterende fylkesveien. I kapittel 2.4 står det om en forventet økning av trafikken frem til 2050. I tillegg til dette vil vårt alternativ få en høyere fartsgrense, veien blir bredere og kommer tettere på bebyggelsen. Alle disse faktorene er med på å forverre støyproblematikken.

Videre følger alternativet dagens Fv61 i retning Mauseidvågen, hvor den prosjekterte veilinjens vil komme i konflikt med boligområdene sør og nordvest for krysset mot Solavågseidet. Bjørkavåggjerdet blir tungt påvirket av motorveien da midtlinjen på motorveien ikke klarer å følge kurvaturen til fylkesveien (Figur 55). Det er flere uoversiktlige kryss ved denne strekningen, og det er stor problematikk med utformingen av nye lokalveier i dette området.



Figur 55. Utsnitt av område Bjørkavågen og Solavågseidet fra AutoCAD.

Motorveien går så videre inn i fjellet ca. 360 meter før Furnestunnelen (Figur 50). Tunnelen strekker seg ca. 1300 meter inn i Furnesfjellet og kommer ut ved tettstedet Eikrem (Figur 56). Utfordringen ved Eikrem er at det er liten plass til et planskiltkryss og tilknytning for lokalveier. Som forklart i kapittel 2.5.4 har Nordplan utviklet en løsning som kobler seg på veinettet med Veddetunnelen.

BACHELOROPPGAVE



Figur 56. Viser tettstedet Eikrem fra AutoCAD.

5.1.1 Vurdering

Alternativ 0 er ikke gjennomførbar da lokalveier og tilknytning av disse er problematiske å etablere for deler av strekningen. Det er heller ikke hensiktsmessig å utforme en motorvei som forverrer støysituasjonen for lokalsamfunnet. Tabell 12 viser poengsummen for dette alternativet.

1 - Støyproblematikk

Ved å plassere motorveien på eksisterende veinett skaper dette merstøy til lokalsamfunnet, dette spesielt ved Solavågseidet og Bjørkavåggjerdet.

2 - Hvor mange eiendommer som må innløses

Det må løses inn 2 næringsbygg og 35 private eiendommer.

3 - Økonomi/kostnad

Byggekostnaden for motorveien er på 2 059 mill. kr.

4 - Kjøreopplevelse

Ved å ha strekningen mest mulig i dagen fører det til en god kjøreopplevelse.

BACHELOROPPGAVE

5 - Kryssplassering

Dette alternativet har muligheter for plassering av kryss på Veibust og Eikrem, men det vil ellers oppstå konflikter med kryss på eksisterende lokalveier. På Veibust vil det føre til innløsning av 2 næringsbygg og 5 private eiendommer, og ved Mauseid 10 private eiendommer.

6 - Alternativer for lokalvei og tilknytning av dem

Motorveien vil hovedsakelig ligge på den eksisterende veien. Dette fører til svært dårlige alternativer for lokalveier og oppkobling mot kryssløsningene.

Tabell 12. Matrise som viser hvilke poeng Alternativ 0 fikk. De ulike tallene fra 1-6 i rad Ibetyr: 1. Støyproblematikk 2. Eiendommer 3. Økonomi 4. Kjøreopplevelse 5. Kryssmuligheter 6. Lokalvei.

Traseforslag	1	2	3	4	5	6	Sum
Alternativ 0	1	1	5	3	1	-	11

5.2 Alternativ 1

Dette forslaget er hovedsakelig en løsning for fartsgrense 80 km/t med undersjøisk tunnel på 4124 meter. Den totale strekningen er på 5510 meter (Figur 57). Forslaget er utformet med kurvatur som også tilfredsstillter kravene for 90 km/t, om det skulle ønskelig i fremtiden. Veilinjen starter med den samme broløsningen som Alternativ 0.

BACHELOROPPGAVE



Figur 57. Illustrasjon av alternativ 1.

Fra broen etableres et ruterkryss (Figur 38) på Veibust nedenfor dagens kryss, som vist i Figur 4. Etter 856 meter går traseen videre i tunnel under Leirvåg fjellet, og benytter seg av den grunne delen av Storevalen. Figur 58 viser et fall i vertikalkurvaturen fra Veibust på 7,12 %, og en stigning på 4,33 % mot Eikrem (Figur 59). Vi har gitt en overdekning på ca. 50 meter i henhold til kapittel 3.1.



Figur 58. Utklipp av vertikalkurvaturen for alternativ 1, fra Veibust til Storevalen. Utklipp fra AutoCAD.

BACHELOROPPGAVE



Figur 59. Utklipp av vertikalkurvaturen alternativ 1, fra etter Storevalen og til Eikrem. Utklipp fra AutoCAD.

Tunnelløpene vil deretter gå mot Eikrem og komme opp i dagen i et nytt toplanskryss av typen ruterkryss. Dette krysset vil kunne koble opp trafikk fra Veddetunnelen, lokaltrafikk fra Mauseidvåg og Eikrem. Denne løsningen er utarbeidet slik den går videre mot Sulesund.

Lokaltrafikken på Solavågseidet og Solavågen vil kunne benytte eksisterende E39 og Fv61 slik de er i dag, for å knytte seg opp mot toplanskryssene i den ønskede retningen. Dagens veinett i dette området vil da oppleve mindre trafikk i forhold til dagens trafikkmengde.

Dette alternativet gjør at trafikken kan gå uforstyrret som vanlig under bygging av tunnelene, men det kreves noe omkjøring under bygging av toplanskryssene.

5.2.1 Vurdering

Denne løsningen krever en del plass ved Veibust, og det må gjøres videre undersøkelser for kulturminnene forklart i kapittel 2.5.3. Krysset på Veibust krever innløsning av 5 private eiendommer, mens det på Eikrem vil være behov for å løse inn 10 boliger.

Ved å gå tidlig i tunnel sparer vi miljøet for en del støy i området, men fallet på tunnelen er på 7,12 %. Dette overgår kravet for maks vertikal stigning/fall på 5 % for en H3 motorvei som er vist i Tabell 2. Løsningen tilfredsstillter dermed ikke krav til gjennomføring. Tabell 13 viser poengsummen for dette alternativet.

BACHELOROPPGAVE

1 - Støyproblematikk

Mesteparten av strekningen ligger i tunnel, og dermed lite støy knyttet til motorveien.

2 - Hvor mange eiendommer som må innløses

Det må løses inn 15 private eiendommer.

3 - Økonomi/kostnad

Byggekostnaden for motorveien er på 2 800 mill. kr.

4 - Kjøreopplevelse

Mesteparten av strekningen er i tunnel, dette kan gi en dårligere kjøreopplevelse enn vei i dagen.

5 - Kryssplassering

På Veibust må det å løses inn 5 private eiendommer og 10 private eiendommer på Mauseid.

6 - Alternativer for lokalvei og tilknytning av dem

Motorveien går utenom E39 fra Veibust og Fv61 til Furneset. Dette fristiller det lokale veinettet i området.

Tabell 13. Matrise som viser hvilke poeng Alternativ 1 fikk. De ulike tallene fra 1-6 i rad 1 betyr: 1. Støyproblematikk 2. Eiendommer 3. Økonomi 4. Kjøreopplevelse 5. Kryssmuligheter 6. Lokalvei.

Traseforslag	1	2	3	4	5	6	Sum
Alternativ 1	4	4	1	2	3	4	18

BACHELOROPPGAVE

5.3 Alternativ 2A

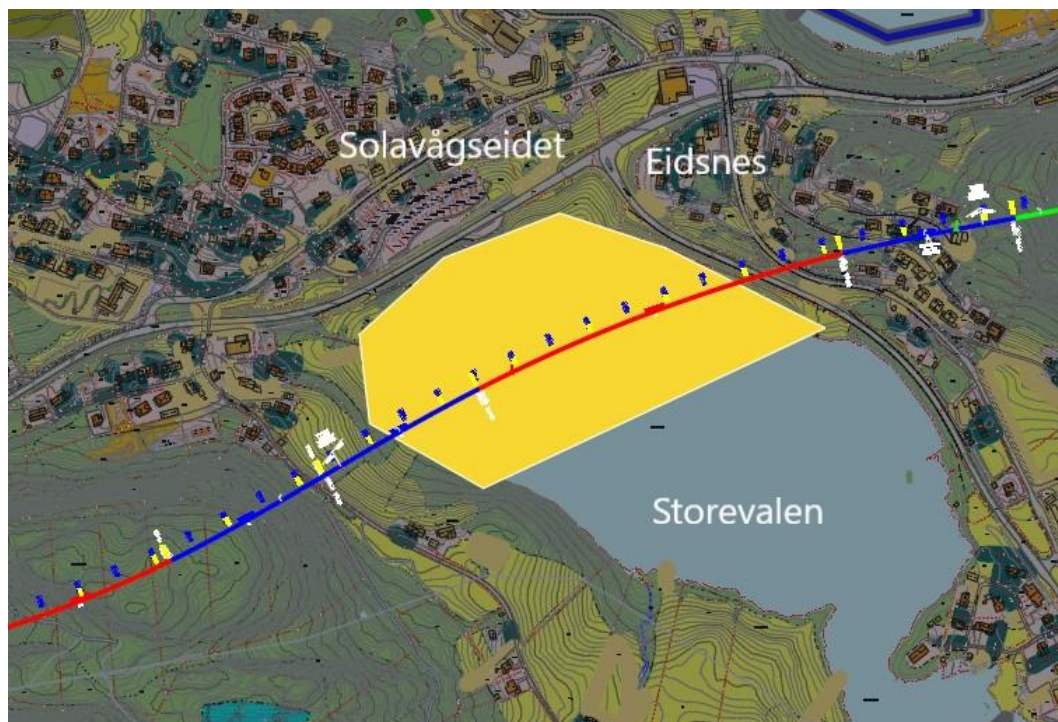
Figur 60. Illustrasjon av alternativ 2A.

Alternativ 2A er dimensjonert for 90 km/t, men kan justeres ned til 80 km/t. Strekingen starter på Vegsund og deler samme broløsning som Alternativ 0. Motorveiens totale strekning er på 5426 meter fordelt på to tunneler. Den første er på ca. 1100 meter og den andre er på ca. 1940 meter.

Det vil bli etablert ruterkruss på både Veibust og Mauseid. I dette forslaget har gruppen valgt å dreie veilinjens mot Solavågseidet tidligere enn i alternativ 1 (Figur 60). Dette gjør at man utnytter området sør for eksisterende E39 og kan ha vei i dagen noe lenger. Dette innebærer at de nærliggende industribyggene må løses ut for å ha nok plass til veien, samt krysset i området. Dette er illustrert i kapittel 5.6.

Det vil likevel bli bygget tunnel et stykke gjennom fjellet mellom Veibust og Solavågen nord for Leirvåg fjellet. Vi har også sett på hvor det er hensiktsmessig med et tunnelpåhugg. Ved at veien går med litt fall mot Solavågen, kan man utnytte et bergområde hvor tunnelen kan komme opp i dagen. På grunn av topografien og bebyggelsen i området er dette det antatt beste området for denne løsningen.

BACHELOROPPGAVE



Figur 61. Viser forslag til hvor fyllingen over Storevalen kan være. Utklipp fra AutoCAD.

Videre utarbeides en fylling over Storevalen og veien går deretter i tunnel mot Mauseid. Dette alternativet åpner opp for å videre utfylling av den indre delen på Storevalen. Området kan da brukes til næring og industri, vist i Figur 61.

Etter Storevalen vil veien gå videre i tunnel mot Mauseid sør for Furneset. Her etableres et toplanskryss, som i alternativ 1, og kobler opp lokaltrafikk fra Eikrem, Mauseid, Langevåg samt trafikk fra sambandet Hareid-Sulesund.

5.3.1 Vurdering

Alternativ 2A har en lengre veistrekning i dagen enn alternativ 1, men krever også stor plass for kryssløsningen på Veibust. Dette fører til at noe av industrien på Veibust må flyttes til det nyetablerte området på fyllingen ved Storevalen. På grunn av vei i dagen og tunnelportaler i begge ender av fyllingen, vil dette øke støynivået til bebyggelsen rundt Storevalen. Veien kommer også i konflikt med kulturminnesmerke ved Vegsundbrua og Veibust. Tabell 14 viser poengsummen for dette alternativet.

BACHELOROPPGAVE

1 - Støyproblematikk

Motorveien går i dagen over Storevalen med tunnel i hver retning, dette kan gi middels støy i området.

2 - Hvor mange eiendommer som må innløses

Det må løses inn 4 næringsbygg og 16 private eiendommer.

3 - Økonomi/kostnad

Byggekostnaden for motorveien er på 2 465 mill. kr.

4 - Kjøreopplevelse

Strekningen er fordelt på to tunneler og vei i dagen. Motorveien har mer vei i dagen enn alternativ 1.

5 - Kryssplassering

På Veibust må det løses inn 4 næringsbygg og 1 privat eiendom, og ved Mauseid 10 private eiendommer.

6 - Alternativer for lokalvei og tilknytning av dem

Motorveien går utenom E39 fra Veibust og Fv61 til Furneset. E39 mot Solavågen må gå over tunnelen, noe som fristiller det lokale veinettet i området.

Tabell 14. Matrise som viser hvilke poeng Alternativ 2A fikk. De ulike tallene fra 1-6 i rad 1 betyr: 1. Støyproblematikk 2. Eiendommer 3. Økonomi 4. Kjøreopplevelse 5. Kryssmuligheter 6. Lokalvei.

Traseforslag	1	2	3	4	5	6	Sum
Alternativ 2A	3	1	4	4	4	4	20

5.4 Alternativ 2B

Alternativ 2B er også beregnet for 80 km/t (Figur 62). Strekningens totale lengde er på 5527 meter, fordelt på to tunneler. Her vil broløsningen fra Vegsund til Veibust dele samme løsning som Alternativ 1, og toplanskrysset på Veibust vi ha samme plassering som Alternativ 2A. Tunnelløpene vil gå videre fra toplanskrysset, men vil dreies mot nordenden av Storevalen.

BACHELOROPPGAVE



Figur 62. Illustrasjon av alternativ 2B.

Gruppen ser for seg at tunneløpene bør gå med fall fra Veibust slik tunnelutslaget kan komme opp i dagen ved Storevalen, som i alternativ 2A.

Det opprettes også en fylling for veien som går over Storevalen hvor veilinjen går inn i to nye tunneløp. Veien går så videre mot Eikrem hvor det etableres et nytt toplanskryss av typen ruterkryss som kobler opp Veddetunnelen og lokaltrafikk fra Mauseidvåg. Gruppen har med dette alternativet vurdert mulighetene for å skape en løsning som har mer varierende kurvatur. Dette for å skape en bedre kjøreopplevelse som kan øke oppmerksomheten og sikkerheten i trafikken.

5.4.1 Vurdering

Denne løsningen har en dagsone mellom de to tunnelene, som kan medføre støy mellom tunnelåpningene i området rundt Storevalen. Det er ikke behov for å innløse eiendommer innenfor næringsvirksomhet, men det går med en del private eiendommer. Veien kommer også i konflikt med kulturminnesmerke ved Vegsundbrua og Veibust. Tabell 15 viser poengsummen for dette alternativet.

1 - Støyproblematikk

Motorveien går i dagen over Storevalen med tunnel i hver retning, dette kan gi middels støy i området.

BACHELOROPPGAVE

2 - Hvor mange eiendommer som må innløses

Det må løses inn 20 private eiendommer.

3 - Økonomi/kostnad

Byggekostnaden for motorveien er på 2 666 mill. kr.

4 - Kjøreopplevelse

Strekningen er fordelt på to tunneler og vei i dagen. Motorveien har mindre vei i dagen enn alternativ 2A.

5 - Kryssplassering

På Veibust må det løses inn 5 private eiendommer og 10 private eiendommer på Mauseid.

6 - Alternativer for lokalvei og tilknytning av dem

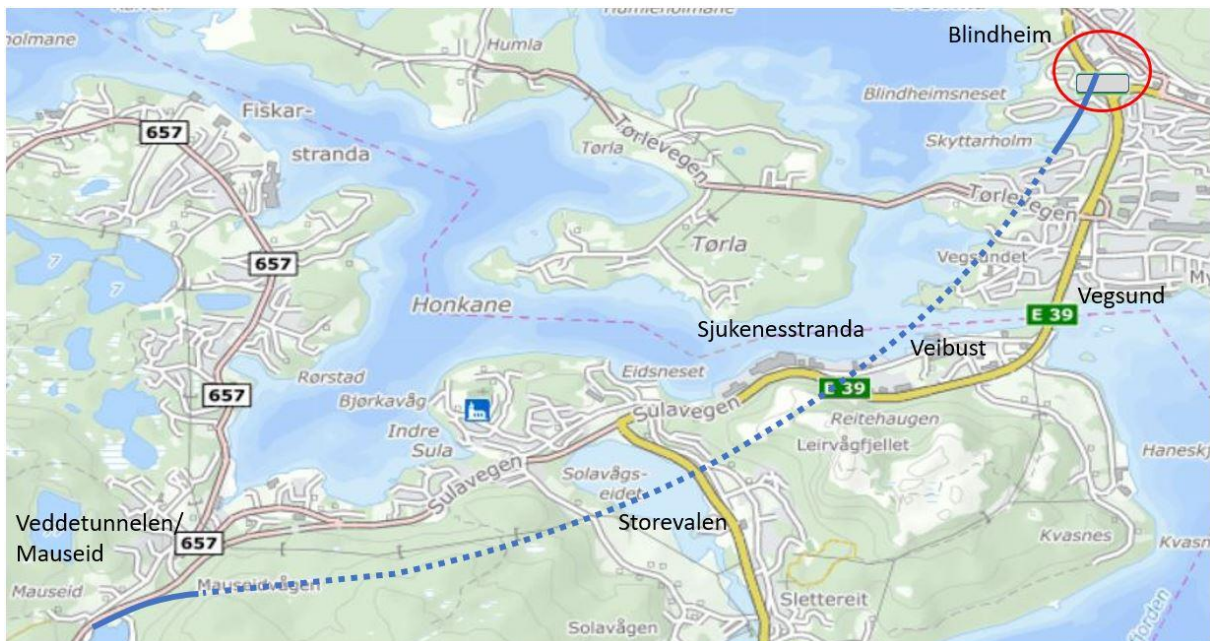
Motorveien går utenom E39 fra Veibust og Fv61 til Furneset. E39 mot Solavågen må gå over tunnelen, noe som fristiller det lokale veinettet i området.

Tabell 15. Matrise som viser hvilke poeng Alternativ 2B fikk. De ulike tallene fra 1-6 i rad 1 betyr: 1. Støyproblematikk 2. Eiendommer 3. Økonomi 4. Kjøreopplevelse 5. Kryssmuligheter 6. Lokalvei.

Traseforslag	1	2	3	4	5	6	Sum
Alternativ 2B	3	4	3	2	4	4	20

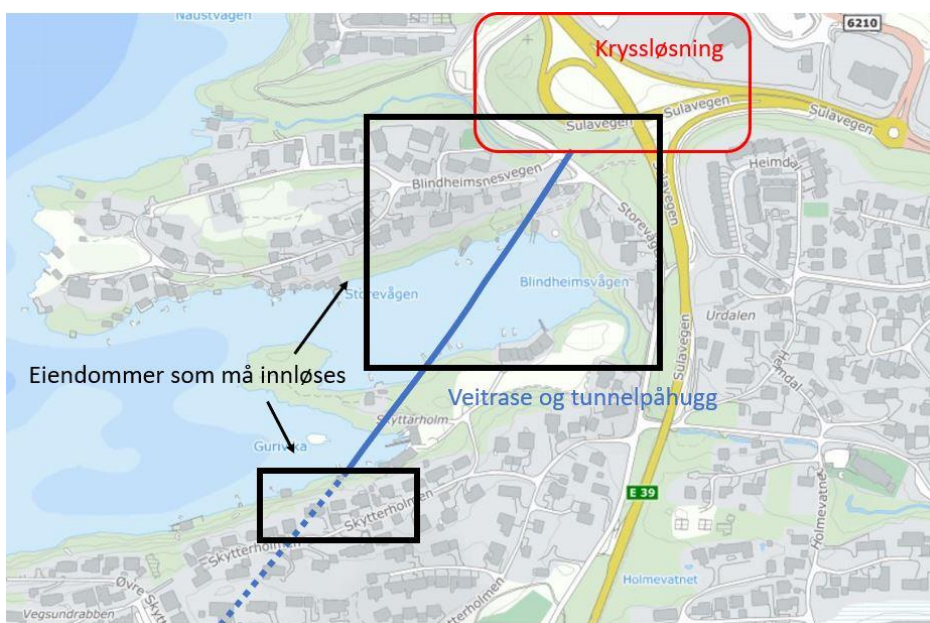
BACHELOROPPGAVE

5.5 Alternativ 3



Figur 63. Illustrasjon av alternativ 3.

Alternativ 3 er en undersjøisk tunnel på 5225 meter som strekker seg fra kryssløsningen ved Blindheim til Mauseid (Figur 63). Den totale strekningen er på 6426 meter. Tunnelen starter ved Skyttarholm og går under Vegsund, Sjukenesstranda og Storevalen. Strekningen fortsetter omtrent i lik linje som Alternativ 2A mot Mauseid og deler samme kryssløsning som de andre alternativene.



Figur 64. Oversiktsbilde på Blindheim som viser dagens kryssløsning og områder hvor eiendommer må innløses.

BACHELOROPPGAVE

5.5.1 Vurdering

Dette alternativet er utformet ganske generelt, da løsningen går utenfor det avgrensede prosjektområdet. Ved innløsning av eiendommer er dette begrenset til de firkantene markert svart (Figur 64). Kryssløsningen er også begrenset til at det ikke utarbeides en skisse.

Det må innhentes mer grunndata og geotekniske undersøkelser slik at alternativet tilfredsstiller nevnte krav i kapittel 3.1. Tabell 16 viser poengsummen for dette alternativet.

1 - Støyproblematikk

Da mesteparten av strekningen ligger i tunnel, er det lite støy knyttet til motorveien.

2 - Hvor mange eiendommer som må innløses

På grunn av kryssløsningen på Mauseid vil det måtte innløses 10 eiendommer. Det er anslått at 32 eiendommer må løses inn på Blindheim.

3 - Økonomi/kostnad

Byggekostnaden for motorveien er på 2 743 mill. kr.

4 - Kjøreopplevelse

Mesteparten av strekningen er i tunnel, dette kan gi en dårligere kjøreopplevelse enn vei i dagen.

5 - Kryssplassering

Alternativet deler samme kryssløsning på Eikrem som de andre alternativene.

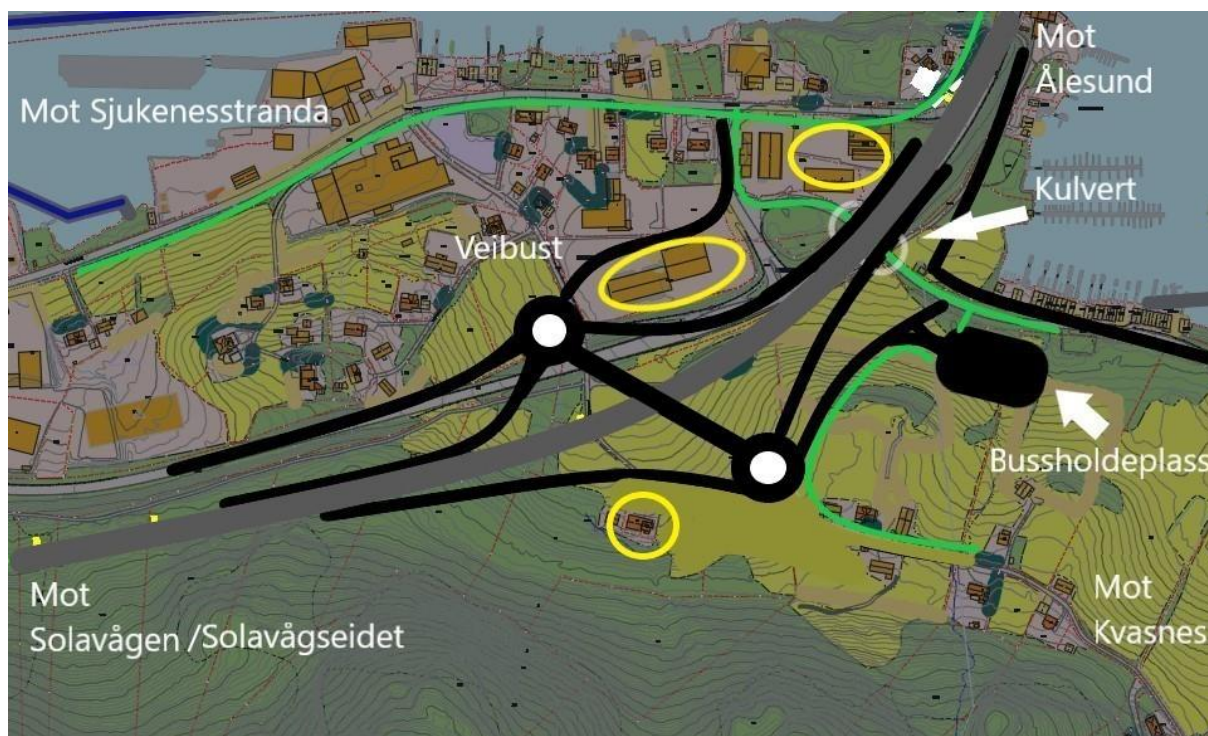
6 - Alternativer for lokalvei og tilknytning av dem

Det er gode tilknytninger for lokalvei og Veddetunnelen på Mauseid. I forhold til prosjektområdet ellers er tilknytningene dårlig.

Tabell 16. Matrise som viser hvilke poeng Alternativ 3 fikk. De ulike tallene fra 1-6 i rad 1 betyr: 1. Støyproblematikk 2. Eiendommer 3. Økonomi 4. Kjøreopplevelse 5. Kryssmuligheter 6. Lokalvei.

Traseforslag	1	2	3	4	5	6	Sum
Alternativ 3	5	3	2	1	4	3	16

5.6 Kryssløsninger



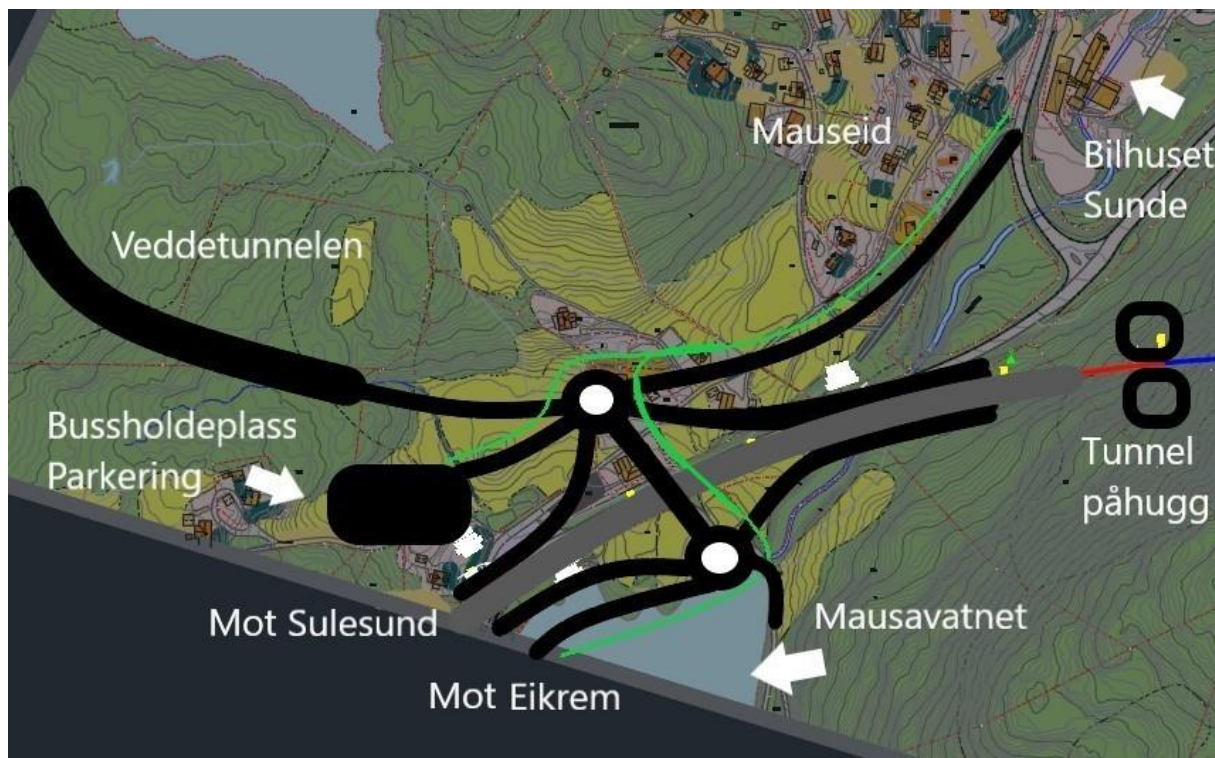
Figur 65. Illustrasjon av forslag til kryssløsning på Veibust.

Veibust

Her har vi valgt å ha fokus på en kryssløsning med vei i dagen (Figur 65). Ved å følge denne veilinjen har vi utviklet et ruterkryss med den kryssende sekundærveien over primærveien. Dette gjør at man kan anvende den eksisterende E39 som lokalvei mot Solavågseidet. Broen til sekundærveien vil bruke høyden fra Kvasneset med fall ned mot rundkjøringen på Veibust. Da primærveien ligger i nederste plan kan man ha kortere strekninger for akselerasjons- og retardasjonsfelt.

Det etableres også ny vei til industriområdet ved Veibust i samme rundkjøring. Rundkjøringen på andre siden av primærveien vil ha påkoblinger til Kvasneset der det etableres en bussholdeplass merket med hvit pil. Gang- og sykkelvei vil følge den nye Vegsundbrua der man enten kan fortsette mot Sjukenesstranda eller ta av mot Kvasneset gjennom en kulvert under motorveien. Det vil også bli etablert gang- og sykkelvei fra bussholdeplassen mot øvre del av Kvasneset. Grunnet plassmangel krever dette innløsning av industriområder og eiendom, markert med gule sirkler

Denne løsningen kreves at det løses ut industriområder og eiendom markert med gule sirkler.



Figur 66. Illustrasjon av forslag til kryssløsning ved Mauseid.

Mauseid

Mauseid blir et knutepunkt for Veddetunnelen (Figur 66), og Mauseid, en holdeplass for kollektivtransport, samt av- og påkjøring for E39. Vi har også valgt et ruterkryss for denne løsningen, da området har lite disponibel plass. Ved å legge sekundærveien over primærveien får vi utnyttet kortere akselerasjons- og retardasjonsfelt. Vi har tatt utgangspunkt i en fiktiv tunnelplassering for Veddetunnelen (kap. 2.5.4). I den nord liggende rundkjøringen kan man ta seg videre til enten til Langevåg, Mauseid, Eikrem, boliger ved Mausavatnet, parkeringsplassen eller videre på nye E39 retning Sulesund eller Ålesund. Gang- og sykkelvei er merket i grønt. Her kan man fra Mauseid ta seg videre til enten bussholdeplassen, som er merket med hvit pil, eller over broen mot Eikrem. Denne løsningen kreves at det fylles igjen et område av Mausavatnet.

BACHELOROPPGAVE

6 DRØFTING

I dette kapittelet presenteres de to løsningene vi har vurdert som mest gunstige i henhold til vurderingskriteriene. Tabell 17 viser en samlet oversikt over poengsummene til alternativene.

Tabell 17. Matrise som viser hvilke poeng de ulike traséforslagene får. De ulike tallene fra 1-6 i rad 1 betyr: 1. Støyproblematikk 2. Eiendommer 3. Økonomi 4. Kjøreopplevelse 5. Kryssmuligheter 6. Lokalvei.

Traséforslag	1	2	3	4	5	6	Sum
Alternativ 0	1	1	5	3	1	-	11
Alternativ 1	4	4	1	2	3	4	18
Alternativ 2A	3	1	4	4	4	4	20
Alternativ 2B	3	4	3	2	4	4	20
Alternativ 3	5	3	2	1	4	3	16

6.1 Alternativene

Basert på vurderingskriteriene har 2A og 2B lik poengsum. 2A har mer vei i dagen, etablering av industriområde samt mindre kurver i tunnelen under Leirvåg fjellet. Derfor blir 2A valgt fremfor 2B.

Alternativ 3 fikk 16 poeng, som gir en poengsum mindre enn 2A/2B. Løsningen baserer seg på en undersjøisk tunnel som strekker seg utenfor prosjektområdet. Dette gjør at den skiller seg fra de andre alternativene og gruppen har derfor valgt Alternativ 3 videre i drøftingen.

6.1.1 Støyproblematikk

Siden støy er en uønsket lyd, som kan forårsake helsemessige problem og unødvendig stress, er det viktig å ta hensyn til dette når man skal planlegge en ny vei. På en ny vei kan man blant

BACHELOROPPGAVE

annet planlegge å legge veien dypere i terrenget, bygge tunnel, miljølokk eller bruke naturlig skjerming i form av terreng.

Alternativ 2A kan gi mindre støy i området grunnet bedre tilkoblingsmuligheter og trafikkavvikling for den lokale trafikken. Samtidig har dette alternativet vei i dagen mellom tunnelportalene, noe som kan føre til økt støyforurensning ved Storevalen. Et tiltak kan være å ha et miljølokk mellom portalene, men dette kan igjen gå utover kjøreopplevelsen. En mulig løsning på dette kan være utformingen av industri på den nye fyllingen. Arkitekturen på bygningene og grøntområdet kan da fungere som støydemping mot Solavågseidet, og en mulig støyvoll som hindrer støy mot Solavågen.

Alternativ 3 med undersjøisk tunnel fra Mausavatnet til Blindheim vil være med på å redusere støy over et større areal enn bare prosjektområdet. Dette fordi det bidrar til redusert trafikk gjennom Vegsund. Tunnelåpningen kommer ut omtrent ved Skytterholmen og veien knytter seg opp til eksisterende kryss på Blindheim. I kombinasjon med økt ÅDT og hastighet (Tabell 10) kan dette medføre forverring av støy i området og utløse støydempende tiltak. Vi ser behov for enten en jordvoll eller støyskjerm som plasseres nær støykilden.

På begge alternativene kan man beholde eksisterende vei som en sekundærvei. I tillegg kan man redusere fartsgrensen på strekningen, som et tiltak for å forminske støyen. Dette kan gjøre primærveien mer attraktiv, samt imøtekomme miljødirektoratets miljømål (kap. 3.3.5). Støyproblematikken ved Mausavatnet anses som ubetydelig på begge alternativene, da dette allerede har en naturlig skjerming grunnet terrenget i området.

6.1.2 Eiendommer

Det er gjort et overordnet anslag over hvilke eiendommer som må innløses. Vi har i beregningen tatt med eiendommer som ligger i umiddelbar nærhet av veilinjen og sikkerhetssonen, samt tunnelåpninger, kryssløsninger eller støyutsatte områder.

For Alternativ 3 knyttes det større usikkerhet over omfanget av eiendommer som blir berørt (Figur 64). Kryssløsningen på Veibust i 2A vil medføre innløsning av industribygg. Området ved Storevalen tilrettelegges for innløst industri, samt fremtidig næringsvirksomhet, som samsvarer med kapittel 2.5.2.

BACHELOROPPGAVE

Ved å bruke tunnelmassene som fyllingsmateriale sparer vi transportkostnader og deponiområder. Derimot vil fyllingen over Storevalen gjøre inngrep i naturen. Omfanget av dette er avhengig av hvordan området blir utformet. I tillegg kan større industribygg ta utsikten for beboere i nærområdet, som kan føre til en påvirkning av verdien av boliger. På en annen side kan industrien skape arbeidsplasser (kap. 2.5.2) som igjen kan skape verdier for lokalsamfunnet.

6.1.3 Økonomi

Det er økonomisk usikkerhet knyttet til begge løsningene. Figur 46 viser at det kan være stor forskjell fra estimeringen av et prosjekt til slutføring. Et eksempel på prosjekter som gikk over det estimerte kostnadsoverslaget er Nordøyvegen (kap. 4.1.1). Denne mulighetsstudien tar ikke høyde for grunnundersøkelser. Dette kan medføre ekstra kostnader knyttet til valg og plassering av kryssområder og tunnelåpninger, spesielt på Blindheim ved Alternativ 3. Når det gjelder Alternativ 2A vet man ikke hvilke tiltak som må iverksettes i forbindelse med tunnelportalene og eventuelle fjellskjæringer. Spesielt gjelder dette ved krysningen over Storevalen, i boligområdene og ved en potensiell fjellskjæring på Veibust.

Alternativ 3 vil bruke tunnelmasser for å fylle igjen ved Skytterholmen. Når det gjelder de overfløydige massene antar man at de må kjøres bort. Dette kan medføre en merkostnad.

Kostnaden basert på et grovt estimat i studien viser at det ikke er store forskjeller på alternativene. Likevel tror gruppen at det er vesentlig dyrere å både bygge og drifte en undersjøisk tunnel, kontra en landbasert tunnel. Stigningene i en undersjøisk tunnel vil også kunne medføre mer forurensing.

Planprogrammet Ålesund kommune vedtok i 2018 omhandler utbedring av strekningen Vegsund-Brevika (Statens vegvesen, 2018A). Alternativ 3 vil spare kostnader knyttet til anlegg, trafikkavvikling/omkjøringsveier, og større utbedringer av strekningen fra Vegsundbrua til Blindheimskrysset.

Vi mener undersjøiske tunneler vil være mer egnet for strekninger over fjordkrysninger der tidsbesparelsene er større. Det stilles med dette spørsmål om den undersjøiske tunnelen vil være samfunnsøkonomisk ansvarlig å gjennomføre.

BACHELOROPPGAVE

6.1.4 Kjøreopplevelse

Estimert kjøretid for alternativene:

Den 6,4 kilometer lange strekningen i Alternativ 3, tar 4 minutter og 46 sekunder med en fart på 80 km/t. Alternativ 2A, som er 5,4 kilometer lang, vil med en fart på 80 km/t ta 4 minutter. Strekningsrapporten fra kapittel 3.4 viser at det ikke vil være noen reduksjon på den estimerte reisetiden på noen av alternativene.

Begge strekningene har stor andel tunnel, og som nevnt i kapittel 3.4 opplever 10-20 % av befolkningen ubehag ved tunnelkjøring. Dette kan man prøve å ta hensyn til med godt belyst tunneler og ledelys langs veiskulderen. 80-90 % har ikke ubehag ved kjøring i tunnel, som forteller oss at det er kvaliteten på sambandet er viktigere enn vei i dagen.

Alternativ 2A har en dagsone på 500 meter mellom tunnelene ved Storevalen noe som vil være med på å bryte opp følelsen av utmattelse ved tunnelkjøring. Samtidig vil dagsonen bidra til høyere ulykkesrisiko på grunn av flere tunnelportaler. Sambandet er ment som en gjennomfartsåre, dette medfører at tungtrafikk vil benytte seg av strekningen. Varmgang i bremses og motorhavari grunnet stigninger ved Alternativ 3 vil medføre økt risiko for branntilløp, som forklart i kapittel 3.4.

Stigningen i Alternativ 3 kan også skape utfordringer knyttet til en evakuering av barn, eldre og personer med nedsatt funksjonsevne. Om det skulle oppstå brann i en av tunnelene i Alternativ 2A vil dagsonen bidra til mer effektiv røykavvikling. Begge alternativene kan trafikkavvikles ved å ha trafikken i et av tunnellopene med nedsatt fartsgrense. Om det oppstår situasjoner i 2A som gjør at et av løpene stenges, kan trafikken likevel dirigeres i dagsonen ved Storevalen.

6.1.5 Kryssmuligheter

Alternativ 2A har gode kryssmuligheter på Eikrem og Veibust. Ved å redusere fartsgrensen i området, kan lengden på avkjøringsfeltene og rampene reduseres, og tilpasses området.

Alternativene deler samme kryssløsning ved Mausavatnet. Her er i tillegg til innløsning av eiendommer også regulert et fremtidig boligfelt (kap. 2.5.3). Gruppen anser krysset som mer samfunnsøkonomisk på bakgrunn av Hafast og Sula kommune, enn utbyggingen av boligfeltet.

BACHELOROPPGAVE

Kryssløsningen ved Veibust (Figur 65) i Alternativ 2A kobler opp lokaltrafikken fra Solavågseidet, Solavågen, Eidsnes og Veibust til den nye motorveien. I dette området er det kulturminnesmerke (kap. 2.5.3) som er fredet. Ved å koble seg på det eksisterende planskilte krysset på Blindheim vil Alternativ 3 spare kulturminnesmerkene og flytting av industriområde. Samtidig vil ikke dette alternativet gi samme tilbudet til lokaltrafikken.

Det stiller seg også usikkerhet når det gjelder plankrysset på Blindheim, med tanke på hvilken løsning som blir valgt fra Breivika (kap. 2.5.5). Om hovedløsningen fra Breivika til Blindheim blir realisert, vil tre tunneler møtes ved det planskilte krysset. Dette kan skape utfordringer både for utformingen og økonomi.

6.1.6 Lokalveier og tilknytninger

Alternativ 2A har gode muligheter for tilknytting av lokalveier i prosjektområdet, noe som gjør den ulykkesutsatte veistrekningen mindre belastet av trafikkmengde. Kryssløsningen på Veibust medfører flytting av industri og dermed etablering av nye tilkomster. Alternativ 3 har ingen utbedring av veinettet på Veibust. Vi mener at det vil være hensiktsmessig enten å sette ned fartsgrensen, eller en utbedring av krysset. Dersom man antar at 80 % av trafikken fra Hafast, Mauseid og Veddetunnelen skal til Blindheim eller videre, er dette en god løsning selv om den går utenfor prosjektområdet. Dette medfører at lokalveier i Sula kommune bevares, og trafikkmengden reduseres.

På en annen side er det usikkert hvor stor andel av trafikken som føres over på den nye traseen. Det er tenkelig at områdene Solavågseidet, Eidsnes og Solavågen vil bruke det gamle veinettet om de skal mot Breivika eller videre. Dessuten stilles det også spørsmål om hvordan innbyggerne i Sula vil gjøre det når de skal til områdene rundt Vegsund. Gruppen ser det som ugunstig å kjøre en omvei via Mauseid, undersjøisk tunnel til Blindheim, deretter tilbake til Vegsund området.

7 KONKLUSJON

Innledningsvis nevnte vi at Nasjonal Transportplan bekreftet et langsiktig mål for ferjefri E39. Den økende fremtidige ÅDT og trafikk fra Hafast, gjør at Statens vegvesen ser et behov for en mulighetsstudie for ny veitrasé i Sula kommune. Dagens veinett i prosjektområdet er tynget av flere uoversiktlige kryss.

Hovedformålet med oppgaven var å utrede to trafikk sikre og bærekraftige løsninger som har fokus på nullvisjon, god trafikkavvikling og støyproblematikk for nærliggende boliger. I denne mulighetsstudien har vi vurdert alternativer for strekningen Vegsund-Mausavatnet. Vi har også utviklet et alternativ som går utenfor det opprinnelige prosjektområdet. Rammebetingelsene fra oppdragsgiver Statens vegvesen ga oss muligheten til å tenke nyskapende.

Alternativ 2A er løsningen fra det opprinnelige prosjektområdet. Det gir god trafikkavvikling for Sula kommune, og den bygger videre på det utarbeidede planforslaget fra Breivika-Vegsund. Alternativ 3 er utarbeidet for å minimere støyproblematikken som avgis av en motorvei i boligområdene ved Eidsnes, men det er usikkert om dette alternativet er samfunnsøkonomisk forsvarlig. De tilhørende kryssløsningene til alternativene er utformet med tilknytningspunkter for å avlaste lokalveier.

Vi mener Alternativ 2A er mer samfunnsøkonomisk enn Alternativ 3, men det må gjøres en samfunnsøkonomisk analyse i videre arbeid. Sett under ett, konkluderer vi med at dette er to gode alternativer som er verdt å utrede videre.

Våre anbefalinger er å gjøre nærmere undersøkelser av:

- Grunnforholdene i de aktuelle traseene for å optimalisere tunnelplasseringene
- Miljøpåvirkning
- Støyanalyse
- Kostnadsestimering

8 ERFARINGER MED OPPGAVEN

Før vi startet med bacheloroppgaven satt vi opp en fremdriftsplan i forprosjektet. Da vi ikke kunne sitte med samarbeidspartner Asplan Viak fant vi fort ut det estimerte tidsaspektet til oppgavene var vanskelig å opprettholde.

Oppdragsgiver ga oss ikke andre rammebetingelser enn at oppgaven skal være utformet etter vegnormene. Dette gjorde at vi kunne tenke innovativt, og vi kom opp med et helt nytt forslag med en undersjøisk tunnel. Det er ikke gjort noen rapporter av området tidligere, noe som gjorde det utfordrende for oss i omfang, før vi satt våre endelige begrensninger.

Vi bestemte oss tidlig for å rullere på rollene i prosjektet, derav prosjektleder, sekretær og prosjektmedarbeider. Det ble bestemt at vi rullerte hver andre uke. Dette var en meget god erfaring for oss, der gruppen stilte forventninger til hver rolle.

Vi ønsket å visualisere en film av dette sambandet i 3D, men vi vurderte viktigheten med å optimalisere oppgaven foran det estetiske.

Vår erfaring med denne bacheloroppgaven er samfunnsnytt for et nasjonalt veiprojekt og hvor viktig en mulighetsstudie er før videre utredning. I tillegg har vi erfart prosjektledelse, innhenting av informasjon av prosjektområdet og vegnormer.

Gruppen har jobbet meget selvstendig gjennom rapporten og har tatt egne beslutninger med og uten veiledning.

9 REFERANSER

Direktoratet for kulturminneforvaltning, 2021A. *Kulturminnesøk.no*. [Internett]

Available at: <https://kulturminnesok.no/search?queryString=Veibust&size=20#hit1>

[Funnet 09 04 2021].

Direktoratet for kulturminneforvaltning, 2021B. *Kulturminnesøk.no*. [Internett]

Available at: <https://kulturminnesok.no/search?queryString=Eikrem%20&size=10>

[Funnet 13 04 2021].

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, 2016A. *dsb.no*. [Internett]

Available at:

https://www.dsb.no/globalassets/dokumenter/rapporter/p1611089_nrb_delrapport_aakneset.pdf

[Funnet 23 04 2021].

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, 2016B. *dsb.no*. [Internett]

Available at: <https://www.dsb.no/globalassets/dokumenter/veiledere-handboker-og-informasjonsmaterieell/veiledere/havnivastigning-og-stormflo.pdf>

[Funnet 23 04 2021].

Geonorge, 2017. *Geonorge.no*. [Internett]

Available at: <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/stoeykartlegging-veg-etter-t-1442/d6db9f39-9725-4630-909e-5e62f09a0766>

[Funnet 14 04 2021].

Lovdata, 2005. *Lovdata.no*. [Internett]

Available at: <https://lovdata.no/forskrift/2004-06-01-931>

[Funnet 14 04 2021].

Miljødirektoratet, 2018. *Miljødirektoratet.no*. [Internett]

Available at: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m128/m128.pdf>

[Funnet 15 04 21].

Miljødirektoratet, 2020. *Miljødirektoratet.no*. [Internett]

Available at: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/forurensning/stoy/stoy-fra-veitrafikk/>

[Funnet 14 04 2021].

BACHELOROPPGAVE

Miljødirektoratet, 2021. *Miljødirektoratet.no*. [Internett]

Available at: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/miljomal/forurensning/miljomal-4.5/>

[Funnet 14 04 2021].

Mørk, M. I., 2021, Kostnadsestimering. *Blackboard, IF300114 Ingeniørfaglig systemteknikk og systemutvikling*. [Internett]

Available at: ntnu.blackboard.com

[Funnet 12 05 2021].

NGU, 2021A. *geo.ngu.no*. [Internett]

Available at: geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/

[Funnet 12 04 2021].

NGU, 2021B. *geo.ngu.no*. [Internett]

Available at: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/

[Funnet 12 04 2021].

Nordplan, 2017. *innsyn.alesund.kommune.no*. [Internett]

Available at:

<http://innsyn.alesund.kommune.no/wfdocument.ashx?journalpostid=2017087502&dokid=1507304&versjon=1&variant=A&>

[Funnet 19 04 2021].

Rolstadås, Johansen, Olsson & Langlo, 2019. *Praktisk prosjektledelse*. 2 red. Trondheim: Fagbokforlaget.

Rovick, A., 2018. *tv2.no*. [Internett]

Available at: <https://www.tv2.no/a/10037879/>

[Funnet 12 05 2021].

Sintef, 2010. *sintef.no*. [Internett]

Available at: <https://www.sintef.no/siste-nytt/2010/tunnelangst-kan-reduseres/>

[Funnet 11 05 2021].

Statens vegvesen, 2008. *vegvesen.brage.unit.no*. [Internett]

Available at: <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmllui/bitstream/handle/11250/193866/TS%20rapport%202008->

BACHELOROPPGAVE

7.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[Funnet 12 05 2021].

Statens vegvesen, 2014. *vegvesen.no*. [Internett]

Available at:

https://www.vegvesen.no/_attachment/702696/binary/988435?fast_title=Fagrappport+geologi.pdf

[Funnet 15 04 2021].

Statens vegvesen, 2016. *vegvesen.maps.arcgis.com*. [Internett]

Available at:

<https://vegvesen.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=805f97e2d6694f45beca4b7a7c59acec>

[Funnet 15 03 2021].

Statens vegvesen, 2017. *vegvesen.no*. [Internett]

Available at: <https://www.vegvesen.no/vegprosjekter/ferjefriE39>

[Funnet 11 04 2021].

Statens vegvesen, 2018A. *vegvesen.no*. [Internett]

Available at: <https://www.vegvesen.no/Europaveg/e39vegsundbreivika>

[Funnet 11 04 2021].

Statens vegvesen, 2018B. *vegvesen.no*. [Internett]

Available at:

https://www.vegvesen.no/_attachment/2021759/binary/1263465?fast_title=Fastsatt+planprogram+for+kommunedelplan.pdf

[Funnet 14 05 2021].

Statens vegvesen, 2019A. *vegvesen.no*. [Internett]

Available at:

https://www.vegvesen.no/_attachment/2044352/binary/1348183?fast_title=Om+ferjefri+E39.pdf

[Funnet 14 4 2021].

Statens vegvesen, 2019B. *vegkart.atlas.vegvesen.no*. [Internett]

Available at:

BACHELOROPPGAVE

[https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/@52599,6951615,12/hva:~\(id~540\)\)](https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/@52599,6951615,12/hva:~(id~540)))

[Funnet 15 03 2021].

Statens vegvesen, 2021. *vegvesen.no*. [Internett]

Available at: <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/miljo+og+omgivelser/stoy>

[Funnet 16 04 21].

Sula kommune, 2011. *sula.kommune.no*. [Internett]

Available at: https://www.sula.kommune.no/f/p1/ib00f9bca-2f70-4fe3-928d-a0a307c27984/samfunnsdel2010_2020.pdf

[Funnet 08 04 2021].

Sula kommune, 2015. *sula.kommune.no*. [Internett]

Available at: <https://www.sula.kommune.no/f/p1/i805add09-3a3b-4c2e-8a18-69c4bceb709b/planomtale.pdf>

[Funnet 21 04 2021].

Sunnmørsposten, 2020. *smp.no*. [Internett]

Available at: <https://www.smp.no/tema/Veibustkrysset/>

[Funnet 09 04 2021].

Sweco AS, 2016. *vegvesen.no*. [Internett]

Available at:

https://www.vegvesen.no/_attachment/1623687/binary/1148118?fast_title=17722001-R01-A01-Rev1_E39-Stord-Os_Tunneler.pdf

[Funnet 15 04 2021].

TØI, 2012. *vegvesen.no*. [Internett]

Available at:

https://www.vegvesen.no/_attachment/507005/binary/819686?fast_title=Kartlegging+av+branner+i+tunneler.pdf

[Funnet 11 05 2021].

TØI, 2020. *toi.no*. [Internett]

Available at: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=54362>

[Funnet 22 04 2021].

BACHELOROPPGAVE

Vegdirektoratet, 2005. *vegvesen.no*. [Internett]

Available at:

https://www.vegvesen.no/_attachment/199640/binary/964008?fast_title=H%C3%A5ndbok+V135+Fasadeisolering+mot+st%C3%B8y+%2822+MB%29.pdf

[Funnet 21 04 17].

Vegdirektoratet, 2013. *vegvesen.no*. [Internett]

Available at: https://www.vegvesen.no/_attachment/529035/binary/851385

[Funnet 11 05 2021].

Vegdirektoratet, 2014A. *vegvesen.no*. [Internett]

Available at:

https://www.vegvesen.no/_attachment/69909/binary/1140041?fast_title=H%C3%A5ndbok+N101+Rekkverk+og+vegens+sideomr%C3%A5der.pdf

[Funnet 21 04 2021].

Vegdirektoratet, 2014B. *vegvesen.no*. [Internett]

Available at:

https://www.vegvesen.no/_attachment/61459/binary/964053?fast_title=H%C3%A5ndbok+V719+Vegoverbygg+%288+MB%29.pdf

[Funnet 17 04 21].

Vegdirektoratet, 2014C. *vegvesen.no*. [Internett]

Available at:

https://www.vegvesen.no/_attachment/75045/binary/1008055?fast_title=H%C3%A5ndbok+V121+Geometrisk+utforming+av+veg-+og+gatekryss.pdf

[Funnet 21 04 2021].

Vegdirektoratet, 2019A. *vegvesen.no*. [Internett]

Available at:

https://www.vegvesen.no/_attachment/61414/binary/1355470?fast_title=H%C3%A5ndbok+N100+Veg-+og+gateutforming+%286+MB%29.pdf

[Funnet 21 04 2021].

Vegdirektoratet, 2019B. *vegvesen.no*. [Internett]

Available at:

https://www.vegvesen.no/_attachment/61500/binary/1327507?fast_title=H%C3%A5ndbok+V

BACHELOROPPGAVE

[120+Premisser+for+geometrisk+utforming+av+veger.pdf](#)

[Funnet 21 04 2021].

Vegdirektoratet, 2020A. *vegvesen.no*. [Internett]

Available at:

https://www.vegvesen.no/_attachment/61913/binary/1359948?fast_title=H%C3%A5ndbok+N500+Vegtunneler.pdf

[Funnet 21 04 2021].

Vegdirektoratet, 2020B. *vegvesen.no*. [Internett]

Available at:

https://www.vegvesen.no/_attachment/1597247/binary/1361411?fast_title=H%C3%A5ndbok+V520+Tunnelveiledning.pdf

[Funnet 20 04 21].

9.1 Figurliste

Figur 1. E39 Kristiansand - Trondheim. Fjordkryssinger. Kilde: Statens vegvesen, ferjefri E39 utviklingsstrategi, side 15.....	16
Figur 2. Oversiktsbilde over Sula kommune midt i bildet. Kilde: Google Maps.	17
Figur 3. Oversiktsbilde av prosjektområdet. Kilde: Google Maps.....	20
Figur 4. Veibuskrysset på Vegsund. Kilde: Google Maps.....	21
Figur 5. Kryssområde på Eidsnes hvor FV61 og E39 møtes. Kilde: Google Maps.....	21
Figur 6. Oversikt over trafikkmengdene i prosjektområdet (Statens vegvesen, 2019B).	22
Figur 7. Utklipp av området som viser grunnforholdene (NGU, 2021A).....	23
Figur 8. Utklipp av området som viser løsmasseforholdene (NGU, 2021B).....	24
Figur 9. Tegnforklaring for Figur 8 (NGU, 2021B).....	24
Figur 10. Prognose for ÅDT i 2050 over fjordene. Kilde: TØI Ferjefri E39, side 33.	25
Figur 11. Vedlagt bilde fra e-post korrespondanse. Kilde: André Moltubakk.....	26

BACHELOROPPGAVE

Figur 12. Utklipp av kommuneplanens arealkart for området Veibust-Mausavatnet. Kilde: Sula kommune.....	28
Figur 13. Tegnforklaring for kommunalplan. Kilde: Sula kommune.	28
Figur 14. Utsnitt av Veibust fra arealplankart. Kilde: Sula kommune.....	29
Figur 15. Kulturminnesmerke Vegsundbrua. Kilde: Sula kommune.....	29
Figur 16. Kulturminnesmerke Veibust. Kilde: Sula kommune.....	30
Figur 17. Utsnitt av området Eidsnes. Kilde: Sula kommune.....	30
Figur 18. Høyre side av Storevalen (Google Maps).....	31
Figur 19. Venstre side av Storevalen (Google Maps).	31
Figur 20. Mauseid vist i arealplankartet. Kilde: Sula kommune.....	31
Figur 21. Gjeldene reguleringsplan for prosjektområdet Mauseid. Kilde: Sula kommune.	32
Figur 22. Utsnitt av området Mauseid fra planforslag Vedde-Måseide 2018. Kilde: Nordplans planomtale, side 13.....	32
Figur 23. Oversiktsbilde av Veddetunnelen og området Måseide. Kilde: Nordplans planomtale, side 22.....	33
Figur 24. Utsnitt fra Nordplan sitt planforslag for området Måseide. Kilde: Nordplans planomtale, side 25.....	33
Figur 25. Utsnitt av de to løsningene som foreslåes. Kilde: Statens vegvesen.	35
Figur 26. Tverrsnitt av en H3 nasjonal hovedvei (Vegdirektoratet, 2019A). Kilde: Håndbok N100, s. 39.	36
Figur 27. Dimensjonerende kjøremåte A. Kilde: Håndbok N100, s. 98.....	36
Figur 28. Illustrasjon av tverrsnittet på tunnellop, profil T10,5 Kilde: Håndbok N100, s. 113.	36
Figur 29. Prinsippskisse for hvordan en veilinje utformes. Kilde: Håndbok V120, s. 25.....	39
Figur 30. Standardutforming av et retardasjonsfelt. Kilde: Håndbok N100, side 61.....	46
Figur 31. Standardutforming av et akselerasjonsfelt. Kilde: Håndbok N100, side 62.....	46
Figur 32. Beregningsmodell for dimensjonert 90 km/t. Kilde: Håndbok N100, side 61.	47

BACHELOROPPGAVE

Figur 33. Beregningsmodell av retardasjonsfelt for 100 km/t. Kilde: Håndbok N100, side 61.	47
Figur 34. Beregningsmodell av akselerasjonsfelt, 90 km/t. Kilde: Håndbok N100, side 62. ...	47
Figur 35. Beregningsmodell av akselerasjonsfelt, 100 km/t. Kilde: Håndbok N100, side 62.	48
Figur 36. Beregningsmodell av retardasjonsfelt for 80 km/t. Kilde: Håndbok N100, side 61.	48
Figur 37. Beregningsmodell av akselerasjonsfelt, 80 km/t. Kilde: Håndbok N100, side 62. ...	48
Figur 38. Eksempel for ruterkryss med gang- og sykkelvei. Kilde: Håndbok V121, side 70..	49
Figur 39. Eksempel på halvt kløverbladkryss med gang- og sykkelvei. Kilde: Håndbok V121, side 71.	50
Figur 40. Illustrasjons av et trompetkryss. Kilde: Håndbok V121, side 72.	50
Figur 41. Støysone for riks og fylkesveier. (Statens vegvesen , 2016)	51
Figur 42. Ulykkesfrekvensen i toløps landtunneler. Sone 1 - siste 50 meter før tunnelportalen, sone 2 - første 50 i tunnel, sone 3 - neste 100 meter i tunnel, sone 4 - resten av tunnelen. Kilde: Statens vegvesen.	56
Figur 43. Involvering av ikke tungbiler og tungbiler involvert i brann. Kilde: TØI rapport. ...	56
Figur 44. Oversikt over priser gitt av oppdragsgiver. Tall gitt i per 1000 kr.	57
Figur 45. Eksempel på utregning.	57
Figur 46. Oversikt over estimater for prosjekter i Norge og hvor mye ekstra kostnaden ble (Mørk, 2021, Kostnadsestimering).....	58
Figur 47. Illustrasjon av Novapoint med innlagt kartdata over prosjektområdet.....	63
Figur 48. Illustrasjon av AutoCAD og tegning av veilinjer.	64
Figur 49. Eksempel på et arbeidsark i programmet Miro.	65
Figur 50. Illustrasjon av alternativ 0.	66
Figur 51. Utsnitt av Veibust fra AutoCAD.	67
Figur 52. 3D utsnitt av Veibust krysset (Google Maps).	67
Figur 53. Utsnitt av området rundt Sjukeneset fra AutoCAD.....	68

BACHELOROPPGAVE

Figur 54. Utsnitt av området fra Johan R. Sunde til Bjørkavågen fra AutoCAD.	68
Figur 55. Utsnitt av område Bjørkavågen og Solavågseidet fra AutoCAD.	69
Figur 56. Viser tettstedet Eikrem fra AutoCAD.	70
Figur 57. Illustrasjon av alternativ 1.	72
Figur 58. Utklipp av vertikalkurvaturen for alternativ 1, fra Veibust til Storevalen. Utklipp fra AutoCAD.	72
Figur 59. Utklipp av vertikalkurvaturen alternativ 1, fra etter Storevalen og til Eikrem. Utklipp fra AutoCAD.	73
Figur 60. Illustrasjon av alternativ 2A.	75
Figur 61. Viser forslag til hvor fyllingen over Storevalen kan være. Utklipp fra AutoCAD...	76
Figur 62. Illustrasjon av alternativ 2B.	78
Figur 63. Illustrasjon av alternativ 3.	80
Figur 64. Oversiktsbilde på Blindheim som viser dagens kryssplassering og områder hvor eiendommer må innløses.	80
Figur 65. Illustrasjon av forslag til kryssløsning på Veibust.	82
Figur 66. Illustrasjon av forslag til kryssløsning ved Mauseid.	83

9.2 Tabelliste

Tabell 1. Oversikt over avstander i sikkerhetssonen til veien. Kilde: Håndbok N101, side 24.	38
Tabell 2. Prosjekteringstabell for H3 nasjonal hovedvei. Kilde: Håndbok N100, s. 39.	39
Tabell 3. Oversikt over verdier gjeldende for H3 nasjonal hovedvei. Kilde: Håndbok V120, s. 86.	40
Tabell 4. Fartstillegg for ulike fartsgrenser. Kilde: Håndbok V120, s. 58.	40
Tabell 5. Sikkerhetsfaktor for ulike fartstillegg. Kilde: Håndbok V120, s. 58.	41
Tabell 6. Sidefriksjon, f_k , for ulike fartsgrenser. Kilde: Håndbok V120, s. 22.	41

BACHELOROPPGAVE

Tabell 7. Bremsfriksjon, fb, for ulike fartsgrenser. Kilde Håndbok V120, s. 22.	42
Tabell 8. Samlet oversikt over parameterverdier.	45
Tabell 9. Kriterier for soneinndeling. Kilde: Miljødirektoratet, M-128, s. 18.	51
Tabell 10. Endret hastighet. Kilde: Statens vegvesen.	52
Tabell 11. Utstrålt støy. Kilde: Miljødirektoratet, M-128, s. 112	53
Tabell 12. Matrise som viser hvilke poeng Alternativ 0 fikk. De ulike tallene fra 1-6 i rad 1betyr: 1. Støyproblematikk 2. Eiendommer 3. Økonomi 4. Kjøreopplevelse 5. Kryssmuligheter 6. Lokalvei.	71
Tabell 13. Matrise som viser hvilke poeng Alternativ 1 fikk. De ulike tallene fra 1-6 i rad 1betyr: 1. Støyproblematikk 2. Eiendommer 3. Økonomi 4. Kjøreopplevelse 5. Kryssmuligheter 6. Lokalvei.	74
Tabell 14. Matrise som viser hvilke poeng Alternativ 2A fikk. De ulike tallene fra 1-6 i rad 1betyr: 1. Støyproblematikk 2. Eiendommer 3. Økonomi 4. Kjøreopplevelse 5. Kryssmuligheter 6. Lokalvei.	77
Tabell 15. Matrise som viser hvilke poeng Alternativ 2B fikk. De ulike tallene fra 1-6 i rad 1betyr: 1. Støyproblematikk 2. Eiendommer 3. Økonomi 4. Kjøreopplevelse 5. Kryssmuligheter 6. Lokalvei.	79
Tabell 16. Matrise som viser hvilke poeng Alternativ 3 fikk. De ulike tallene fra 1-6 i rad 1betyr: 1. Støyproblematikk 2. Eiendommer 3. Økonomi 4. Kjøreopplevelse 5. Kryssmuligheter 6. Lokalvei.	81
Tabell 17. Matrise som viser hvilke poeng de ulike traséforslagene får. De ulike tallene fra 1-6 i rad 1betyr: 1. Støyproblematikk 2. Eiendommer 3. Økonomi 4. Kjøreopplevelse 5. Kryssmuligheter 6. Lokalvei.	84

BACHELOROPPGAVE

10 VEDLEGG

Vedlegg 1	Plan- og profiltegninger
Vedlegg 2	Oversikt over kostnadsestimering
Vedlegg 3	Oppskyllingshøyder
Vedlegg 4	200-års stormflo
Vedlegg 5	Møtereferater
Vedlegg 6	Log for hver 14. dag
Vedlegg 7	Framdriftsrapporter
Vedlegg 8	Forprosjektrapport

