



Høgskulen
på Vestlandet

BACHELOROPPGAVE

Bærekraftig utbedring av
Grimesvingene

Sustainable upgrade of Grimesvingene

Eivind Akerlie

Elias Baardsen Stafseth

Vegard Tveiterås Øvestad

BYG150 – Bacheloroppgave - Bygg

Fakultet for ingeniør- og naturvitenskap/ Institutt for byggfag

Fredrik Ingmar Boge

25.05.2020

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1.

I. Forord

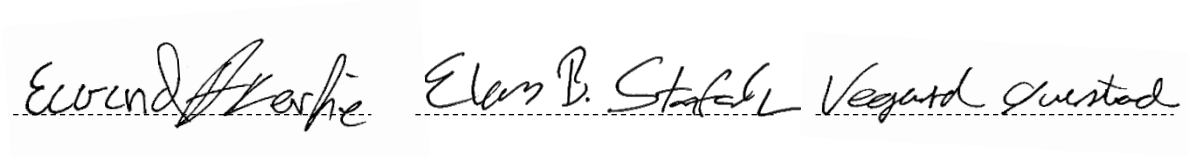
Dette er en avsluttende bacheloroppgave ved Høgskolen på Vestlandet, institutt for byggfag. Prosjektgruppen består av tre studenter innen studieretningene «Miljø, plan og infrastruktur» og «Prosjekt- og byggeledelse profil miljø, plan og infrastruktur».

Grupped medlemmene har gjennom utdannelsen fått en spesiell interesse for vegplanlegging.

I januar 2020 kontaktet vi Norconsult angående tema for bacheloroppgave. Gruppen har siden fått tilgang til kontorplass, maskinvare og informasjon relevant til oppgaven. Vi ønsker å rette en spesiell takk til våre eksterne veiledere Ingvild Hernes Lunde og Line Elvøy fra Norconsult for god veiledning med den faglige delen av oppgaven.

Vi vil også takke Fredrik Ingmar Boge, vår interne veileder ved HVL, for god veiledning med struktur og oppbygging av oppgaven.

Bergen, mai 2020



Eivind Akerlie

Elias Baardsen Stafseth

Vegard Tveiterås Øvestad

II. Sammendrag

Oppgaven omfatter å prosjektere og tilrettelegge for en bærekraftig oppgradering av delstrekningen Grimesvingene langs Fv. 587 i Bergen kommune. Vegstrekningens utbedringsbehov er knyttet til stor gjennomgangstrafikk, dårlig trafiksikkerhet og standard.

Da det ikke foreligger en reguleringsplan for planområdet, er veglinje valgt gjennom en forenklet konsekvensanalyse basert på Statens vegvesens håndbok V712. Fire veglinjer ble vurdert etter prissatte og ikke-prissatte konsekvenser. Veglinjen som er anbefalt er vurdert å gi størst nytteverdi for samfunnet.

Den anbefalte veglinjen er videre prosjektert med hensyn til kravene gitt i Statens vegvesens håndbøker. Veggen og dens sideområder er utformet slik at terrenget og eiendommer i minst mulig grad blir påvirket av tiltaket. Samtidig er det prioritert å erverve grunn for å anlegge et tilbud for myke trafikanter.

Dataverktøyene Novapoint og AutoCAD er brukt for å generere 3D-modell av terrenget og prosjektert veg. Dette er videre benyttet som grunnlag for å utarbeide tekniske tegninger og illustrasjoner.

Med bærekraftig utvikling på dagsorden er det utarbeidet et klimaregnskap for å anslå prosjektets samlede klimagassutslipp. Basert på dette er det foretatt valg og anbefalinger av klimavennlige materialer og anleggsmaskiner. Permanente og midlertidige løsninger er videre foreslått for å redusere støy og forurensning.

Resultatet viser at prosjektet vil oppnå redusert klimagassutslipp og påvirkning på miljø. En felles bransjestandard for anleggsbransjen og økonomiske intensiver vil være en forutsetning for at dette skal kunne gjennomføres i praksis.

III. Abstract

This bachelor's thesis outlines the development and facilitation of a sustainable upgrade on the road alignment encompassing Grimesvingene along Fv.587 in Bergen municipality. The need for remediation of the road alignment is related to high traffic volume, as well as poor traffic safety and standards.

As there is currently no regulation strategy for the planning area, the suggested road alignments are based on a simplified analysis of expected consequences, inspired by the Norwegian Public Roads Administration's Manual V712. Four road alignments are evaluated on cost and non-cost estimates, as well as expected consequences. The recommended road alignment is argued to be to most favourable in terms of societal benefits and functionality.

Moreover, the recommended road alignment is presented whilst considering the requirements in manuals by the Norwegian Public Roads Administration. The road and associated areas are designed to minimise impact on terrain and close-by property. In addition, area conservation is taken into account to reserve opportunities for pedestrians and cyclists.

The thesis have used data tools by Novapoint and AutoCAD to generate 3D modelling of the terrain and subsequent road planning. This is further used as a foundation to develop technical drawings and visualisations.

With the prominence and widely-discussed issue of sustainable development, this thesis has defined specific climate accounts, and thus manages to specify an aggregate calculation of greenhouse gas emissions resulting from suggested projects. In this context, it specifies choices and recommendations as to which climate friendly materials and construction machinery to utilize. Furthermore, both permanent and temporary solutions are presented to mitigate noise pollution and emission levels.

The result shows that the recommended project will reduce greenhouse gas emissions and environmental impacts. Yet, certain standards for construction industry and economic incentives will be decisive factors in determining the feasibility of this project.

Innhold

I. Forord	1
II. Sammendrag	2
III. Abstract.....	3
1 - Innledning	9
1.1 Bakgrunn for oppgaven.....	9
1.2 Innføring og avgrensning av planområdet	10
1.3 Føringer gitt i Nasjonal transportplan	11
1.4 Problemstilling.....	12
1.4.1 Definisjon av bærekraft	12
1.4.2 Prosjektets målsetninger	13
1.4.3 Avgrensning	13
2 - Planområdet	14
2.1 Dagens situasjon.....	14
2.2 Kommunale planer	16
2.3 Grunnforhold	17
2.3.1 Berggrunn	17
2.3.2 Løsmasser	18
3 - Metode	19
3.1 Datainnsamling.....	20
3.1.1 Litteratur- og dokumentstudier	20
3.1.2 Statens Vegvesens vegkart	20
3.1.3 Datagrunnlag for prosjektering.....	20
3.2 Håndbøker	21
3.2.1 Normaler og retningslinjer.....	21

3.2.2	Veiledere	21
3.3	Befaring	22
3.4	Dataverktøy	22
3.4.1	Novapoint 21.05 og AutoCAD 2018	22
3.4.2	VegLCA v4.06.....	22
3.5	Konsekvensanalyse	23
3.5.1	Ikke-prissatte konsekvenser	23
3.5.2	Prissatte konsekvenser	24
3.6	Metode for å implementere bærekraft	24
3.6.1	Valg av materialer i overbygning	24
3.6.2	Forenklet klimaregnskap	25
4	- Konsekvensanalyse	27
4.1	Traséalternativer	27
4.1.1	Referansealternativet.....	27
4.1.2	Konsept 1 (K1)	28
4.1.3	Konsept 2 (K2)	29
4.1.4	Konsept 3 (K3)	29
4.1.5	Konsept 4 (K4)	30
4.2	Ikke-prissatte konsekvenser.....	31
4.2.1	Landskapsbilde.....	31
4.2.2	Friluftsliv	32
4.2.3	Naturmangfold.....	33
4.2.4	Kulturarv	34
4.2.5	Naturressurser	35
4.2.6	Trafikkulykker.....	36

4.2.7 Støy.....	37
4.3 Prissatte konsekvenser	38
4.3.1 Investeringskostnader	38
4.4 Sammenstilling av samfunnsøkonomisk analyse	40
4.5 Valg av trasé	41
5 - Detaljprosjektering.....	42
5.1 Fravik.....	42
5.2 Dimensjonering	42
5.2.1 Trafikkbelastning og trafikkgruppe	43
5.3 Tverrprofil.....	44
5.3.1 Tverrfall og overhøyde	44
5.3.2 Resulterende fall	45
5.4 Breddeutvidelse.....	45
5.5 Parsellinndeling av grunnforhold	46
5.6 Overbygning	46
5.6.1 Vegdekke	47
5.6.2 Bærelag.....	48
5.6.3 Forsterkningslag.....	48
5.6.4 Frostsikringslag.....	48
5.7 Linjeføring.....	49
5.7.1 Minste horisontalkurveradius.....	49
5.7.2 Horisontal linjeføring.....	50
5.7.3 Vertikal linjeføring.....	51
5.8 Gang- og sykkelveg	52
5.8.1 Dimensjonering og geometrikrav.....	52

5.8.2 Siktkrav for gang – og sykkelveg	53
5.8.3 Overbygning gang og sykkelveg	54
5.9 Avkjørsler.....	55
5.9.1 Siktkrav for avkjørsler	56
5.9.2 Avkjørsel 7.....	56
5.9.3 Avkjørsel 8.....	57
5.9.4 Avkjørsel 10.....	58
5.9.5 Avkjørsel 12.....	59
5.10 Kryss	59
5.10.1 Siktkrav for T-kryss	60
5.10.2 Kryss - Erdalsvegen.....	61
5.10.3 Kryss - Brattlandsvegen	62
5.11 Rekkverk	62
5.11.1 Spesielle hensyn til estetikk, miljø og sikkerhet	63
5.11.2 Rekkverk langs høyre kjørebane	64
5.11.3 Rekkverk mellom kjørebane og gang- og sykkelveg	64
5.11.4 Rekkverk mellom gang- og sykkelvegen og sideterreng	65
5.11.5 Rekkverksender	65
5.12 Kollektivanlegg.....	65
5.13 Grøfter og dreneringstype	67
5.14 Spesielle konstruksjoner	67
5.14.1 Bro	68
5.14.2 Støttemur.....	68
5.14.3 Tunnel	69
5.14.4 Cellespunt	69

5.15 Berørte eiendommer	71
5.16 Fravik i byggeplan	71
5.17 Resultat av detaljprosjektering	73
6 - Tilrettelegging av bærekraftig prosjektering	73
6.1 Forenklet klimaregnskap	74
6.1.1 Klimagassutslipp tilknyttet anleggsmaskiner og utbygging	74
6.1.2 Klimagassutslipp under materialproduksjon og transport	76
6.2 Vegtrafikkstøy	77
6.2.1 Midlertidige støyreducerende tiltak under utbygging	78
6.2.2 Permanente støyreducerende tiltak	78
6.3 Forurensing	79
6.3.1 Lokal luftkvalitet	80
6.4 Drøfting av bærekraftige virkemidler	81
7 - Konklusjon	83
8 - Kilder	85
9 - Vedlegg	93
10 - Figurligste	94
11 - Tabelliste	97

1 - Innledning

1.1 Bakgrunn for oppgaven

I det innledende arbeidet med oppgaven ble det undersøkt strekninger i Bergensområdet med behov for en betydelig oppgradering. Etter nærmere undersøkelser ble det besluttet at Grimesvingene var en interessant og utfordrende delstrekning vi ønsket å basere oppgaven vår på. Det foreligger ingen planer for oppgradering av strekningen, men den omtales imidlertid i Statens vegvesens utredning av E39-delen av Ringveg øst¹. Et av konseptene som drøftes krever som et minimum en oppgradering Fylkesveg 587 forbi Grimesvingene [1, p. 20]. I konseptet som anbefales legges ringvegen imidlertid i tunnel mellom Arna – Fjøsanger/Sjølinje [1, p. 63]. Uavhengig av etablering av Ringveg øst, krever Grimesvingene en utbedring. Gruppen anser det derfor som nødvendig å se videre på mulighetene for en oppgradering av strekningen i henhold til dagens standard.

Med bærekraft på dagsorden er det aktuelt å se nærmere på en utbedring i tråd med regjeringens klima- og miljømål fra NTP [2, p. 10]. Gruppen ønsker derfor å undersøke mulighetene for å tilrettelegge for en bærekraftig utbedring av strekningen.

I «Regional transportplan Hordaland 2018-2029» er Fv. 587 vurdert som et viktig bindeledd mellom sentrumsstrukturer, en viktig omkjøringsveg og av stor betydning for næringslivet [3, p. 40]. Dette underbygger viktighetene av å løse utfordringen langs Grimesvingene.

¹ Ringveg øst er et vegprosjekt i Vestland fylkeskommune [2, p. 169]. Vegen består av en E39-del og en E16-del, hvor det foreløpig bare er satt av penger til E16 mellom Arna-Vågsbotn. Nasjonal transportplan 2022-2033 tar sikte på videre prioritering av E39-delen [2, p. 288].

1.2 Innføring og avgrensning av planområdet



Figur 1 Oversiktsbilde av planområdet (Utklipp fra Norges kart) [69]

Planområdet (figur1) ligger i Fana bydel i Bergen Kommune, rundt tre kilometer øst for Midtun. Fylkesveg 587 strekker seg fra Nesttun i sør til Indre Arna i nord. På Nesttun kobler vegen seg på E39, mens den i Indre Arna kobler seg på E16

Vegstrekningen (figur 2) som vurderes i oppgaven er avgrenset 150m vest for Jernbaneovergangen og rundt 500m øst for Brattland Camping. Delstrekningen langs Fylkesveg 587 omtales videre som Grimesvingene.



Figur 2 Oversikt over avgrensning for veglinje med stedsnavn (Skjermdump AutoCAD)

1.3 Føringer gitt i Nasjonal transportplan

I arbeidet med oppgaven er det valgt å fokusere på de tre hovedmålene i Nasjonal transportplan 2018-2029 (NTP). Denne viser regjeringens strategi for utvikling av det samlede system for vei-, jernbane-, luft- og sjøtransport [4]. Transportsystemets funksjon og prioriteringer for å dra utviklingen i riktig retning er beskrevet gjennom tre hovedmål i NTP 2018-2029:

- «Bedre framkommelighet for personer og gods i hele landet» [2, p. 10]
- «Redusere transportulykkene i tråd med nullvisjonen» [2, p. 10]
- «Redusere klimagassutslippene i tråd med en omstilling mot et lavutslippssamfunn og redusere andre negative miljøkonsekvenser» [2, p. 10]

I forbindelse med klima- og miljømålet har transportetatene blant annet foreslått at utslipp fra bygging av infrastruktur skal reduseres med 40 % innen 2030. Dette ved å i størst mulig grad ta i bruk nullutslippsteknologi, alternative drivstoff og gjøre bevisste valg av materialer og materialmengder. For å imøtekomme kravene presiserer NTP at ny teknologi skal kunne redusere utslippene fra blant annet vegtrafikk, motorredskaper og anleggsmaskiner [2, p. 79]. Teknologien må gjøres lettere tilgjengelig for næringslivet og forbrukere gjennom krav og økonomiske incentiver [2, p. 218].

1.4 Problemstilling

I denne oppgaven skal gruppen prosjektere Grimesvingene med hensyn på krav gitt i Statens vegvesens håndbøker. Veglinjen velges gjennom en forenklet konsekvensanalyse da det ikke foreligger en reguleringsplan for området. Det ønskes gjennomgående i oppgaven å vurdere hvilke konsekvenser prosjektering og utbygging har for klima og miljø. På bakgrunn av dette ønsker vi å finne svar på:

- Hvordan prosjektere og tilrettelegge for en bærekraftig utbedring av Fv. 587 langs Grimesvingene?

I oppgaven er det undersøkt metoder for å gjøre vegprosjektet mer bærekraftig. Å prosjektere en bærekraftig utbedring av delstrekningen omfatter å ta hensyn til prissatte og ikke-prissatte konsekvenser ved valg av veglinje, samt foreta valg av materialer som er klima og miljøvennlig. Valgene alene vil ikke gjøre at prosjektet i sin helhet kan anses som bærekraftig. Å tilrettelegge for en bærekraftig utbedring omfatter derfor å anbefale løsninger som kan reduserer prosjektets klimagassutslipp og miljøpåvirkning under utbygging.

1.4.1 Definisjon av bærekraft

Begrepet «Bærekraft» er definert som:

«Utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov» [5].

Bærekraftig utvikling er et vidt begrep sammensatt av de tre faktorene: klima og miljø, økonomi, og sosiale forhold [5]. I denne oppgaven ser vi nærmere på de klima- og miljømessige aspektene ved bærekraft.

1.4.2 Prosjektets målsetninger

For å i best mulig grad kunne besvare problemstillingen har gruppen satt noen målsetninger for prosjektet. Disse tar utgangspunkt i Nasjonal transportplan og behov vi ser i området:

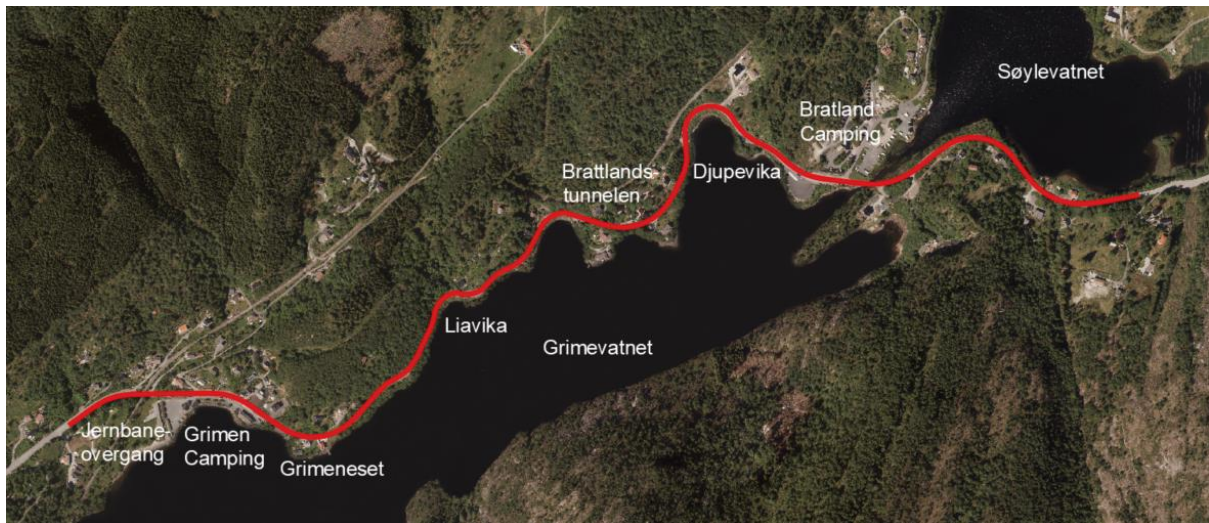
- Tilrettelegge sikkert transporttilbud for alle brukere
- Reduksjon av klima- og miljøpåvirkninger
- Forhindre etablering av ny hovedtrafikkåre mot Bergen Sentrum

1.4.3 Avgrensning

For å begrense oppgavens omfang omfatter prosjekteringsarbeidet kun etablering av veg med tilhørende gang- og sykkelveg. Andre fagområder utelukkes.

2 - Planområdet

2.1 Dagens situasjon



Figur 3: Oversiktsbilde over vegstrekning (skjermdump fra AutoCAD)

Å ferdes langs Grimesvingene er vanskelig for alle trafikkgrupper. Strekningen er i stor grad preget av tungtrafikk og gjennomgangstrafikk fra E16 og Bergen sør. Til tross for dette er tilbudet for myke trafikanter fraværende. Vegens fartsgrense er 50 km/t gjennom planområdet, ÅDT 9 700 og andel tunge kjøretøy 13% [6].

Vegens kurvatur følger hovedsakelig Grimevatnet og Søylevatnet gjennom spredt randbebyggelse. I områdene tilknyttet Grimen Camping, Brattlandstunellen og Brattland Camping finnes en mer konsentrert bebyggelse. Fra Grimeneset og frem til Brattland Camping er vegen hovedsakelig omgitt av skråninger mot Grimevatnet i sør og fjellskjæringer av varierende størrelse mot nord. Øst for Brattland Camping grenser vegen til Søylevatnet i nord og skråninger i sør.

Vegbredden på eksisterende veg er gjennomgående smal og ble på det minste målt til 5,5 meter i AutoCAD. Flere av svingene er krappe og til dels uoversiktlig. Kombinert med den smale vegbanen skaper dette tidvis stopp i trafikkflyten ved møtende trafikk. Avkjørslene langs strekket fungerer i hovedsak som adkomst til bolig. Et gjennomgående problem er at avkjørslene er mange, bratte og siktforholdene dårlig. Utbedringsbehovet er derfor sterkt knyttet til vegens siktforhold, bredde, og kurvatur.



Figur 5 Svingete kurvatur og dårlige siktforhold i kurver (Foto: Privat)



Figur 4: Dårlige siktforhold rundt Grimeneset (Foto: Privat)

Deler av vegstrekningen er bygget på støttemur i området rundt Grimen Camping og Grimeneset. Øst for jernbaneovergangen ved Grimen Camping er det innfestet en brokonstruksjon i støttemuren. På befaring ble det observert sprekkdannelser og utraste steinblokker i denne.



Figur 6: Sprekkdannelse og utrasing av støttemur ved Grimen Camping (Foto: Privat)



Figur 7: Søylene Sundsbrua (Foto: Privat)



Figur 8: Brattlandstunellen (Foto: Privat)

Øst for Brattland Camping krysser vegen Søylene Sundsbrua hvor Søylevatnet renner ut i Grimevatnet. I Statens Vegvesens utredning «Forfall fylkesvegbru i Hordaland» fra 2016 defineres Søylene Sundsbrua som et kritisk skadd broobjekt grunnet «Skade/mangel som truar bereevna» [7, p. 7]. Dersom nevnte konstruksjoner skal inngå i ny vegstrekning kreves det en geoteknisk vurdering av bæreevnen.

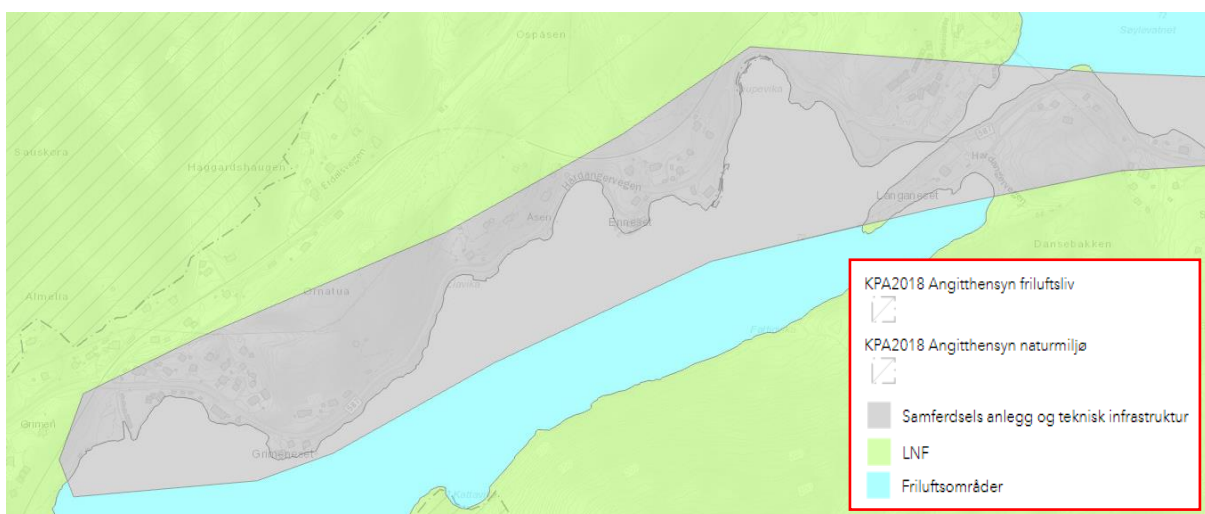
Et gjennomgående problem i planområdet er at det i liten grad er tilrettelagt for myke trafikanter. Å ferdes til fots eller på sykkel langs vegstrekningen oppleves ikke som trygt da en må ferdes på det samme arealet som biltrafikken. Vegbanen er allerede smal og siktforholdene dårlig.

Det er tre bussholdeplasser i hver retning på strekningen; ved Grimen, Brattlandstunnelen og Brattland [8]. Holdeplassene vest for Brattlandstunnelen er utformet som kantstopp. For tilknytning til boligene i øst benyttes en adkomstveg rundt tunnelen. Dette krever at man krysser fylkesvegen uten å benytte gangfelt. Resterende holdeplasser er utformet som busslommer.

2.2 Kommunale planer

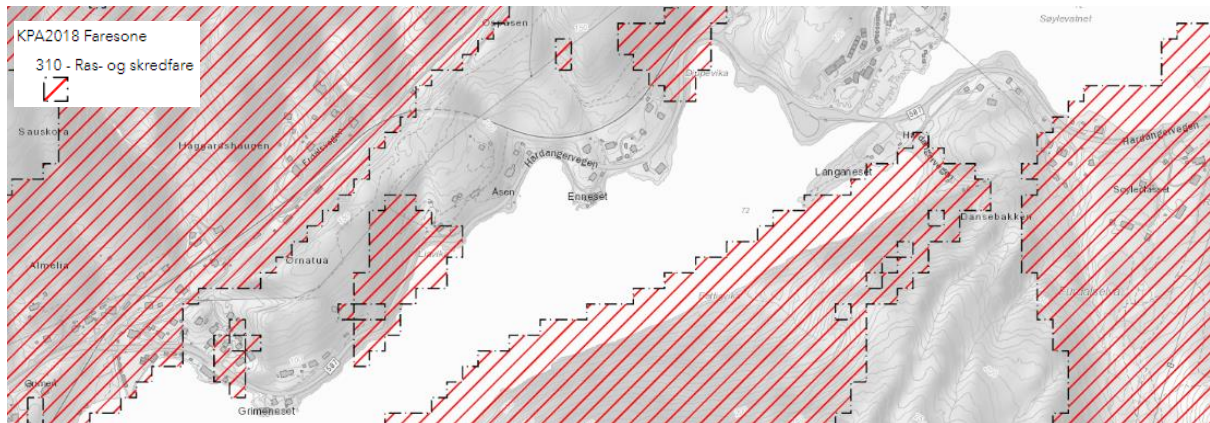
Det finnes ingen reguleringsplaner for delstrekningen. Overordnet plan som gir rammer og føringer i oppgaven vil derfor være Kommuneplanens arealdel 2018 (KPA).

I Bergen kommunes KPA2018 er delstrekningen og store deler av nordlig side av Grimevatnet regulert som samferdselsanlegg og teknisk infrastruktur [9]. Formålet «Samferdselsanlegg» er ifølge bestemmelsene i KPA2018 benyttet for å tilrettelegge for trafiksikring av fylkesveger og parkmessig opparbeiding av strandsone [10, p. 25]. Dette medfører at utbedringen ikke vil føre til endring av arealbruk for området. Samtidig inngår hele planområdet som en del av et større landbruk, natur- og friluftsområde [9].



Figur 9: Utklipp av bestemte hensynsoner og arealbruk fra KPA 2018 [68].

Planområdet omfatter også hensynssone for ras- og skredfare, støy, og bevaring av kulturmiljø [9]. Det er spesielt fem områder på strekket som klassifiseres som faresone for ras- og skredfare (se figur 10). En forutsetning for utbedring av Grimesvingene er at geolog vurderer risikoen for utrasing i disse områdene. Støysone og bevaring av kulturmiljø omtales nærmere i kapittel 4.2.4 Kulturarv og 4.2.7 Støy.



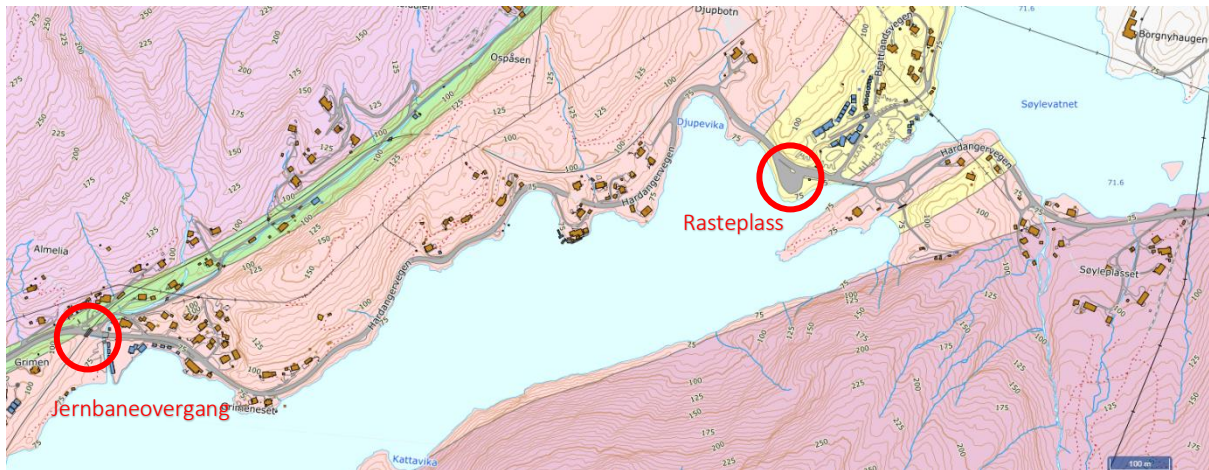
Figur 10: Hensynssone for Ras- og skredfare [68]

2.3 Grunnforhold

Det er ikke foretatt grunnundersøkelser av planområdet. For å kartlegge grunnforhold er det derfor tatt utgangspunkt i løsmasse- og berggrunnkartene til Norges Geologiske Undersøkelse (NGU). Bergartene og løsmassene som videre presenteres illustrerer hvilke materialer det forventes å finne mest av innenfor hver avgrensning i kartene. Det er derfor risiko for noe stedvis variasjon i grunnforholdene.

2.3.1 Berggrunn

Vest for jernbaneovergangen ved Grimen Camping fremkommer det at eksisterende veg ligger på amfibol-granatglimmerskifer. Videre øst for jernbaneovergangen og fram mot rasteplassen består berggrunnen hovedsakelig av granittisk gneis [11]. I partiet rundt rasteplassen og videre mot øst finner en noe variasjon av kvartsittiske bergarter og granittisk gneis. På det siste rettstrekket langs Søylevatnet forventes det forekomst av anortositt [11].

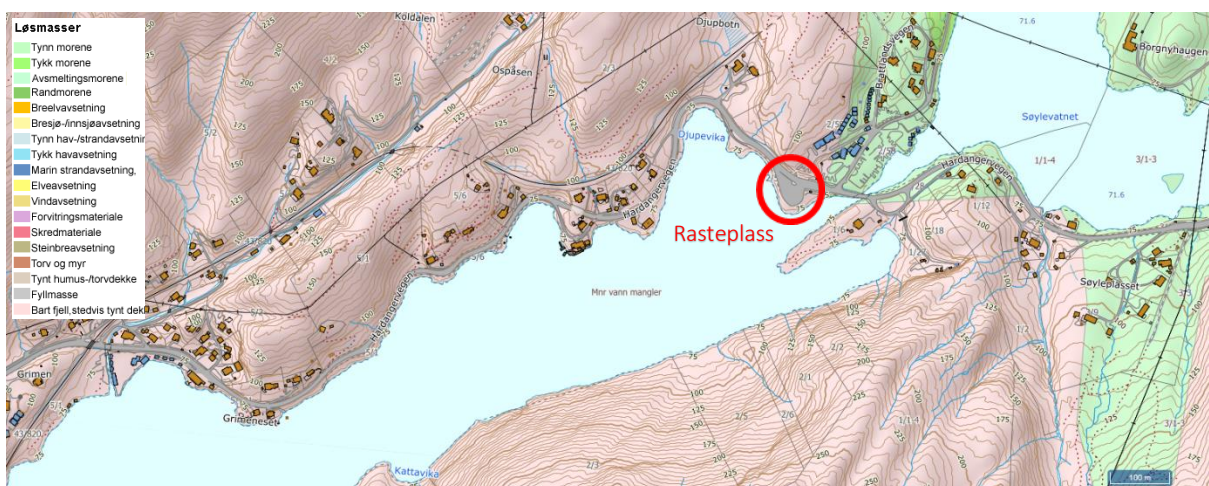


Figur 11: Berggrunnskart [11]

2.3.2 Løsmasser

Planområdet er i hovedsak dominert av undergrunnen bestående av bart fjell [12]. I følge N200 sannsynliggjør dette telefarlighetsklasse T1-T2 [13, p. 141].

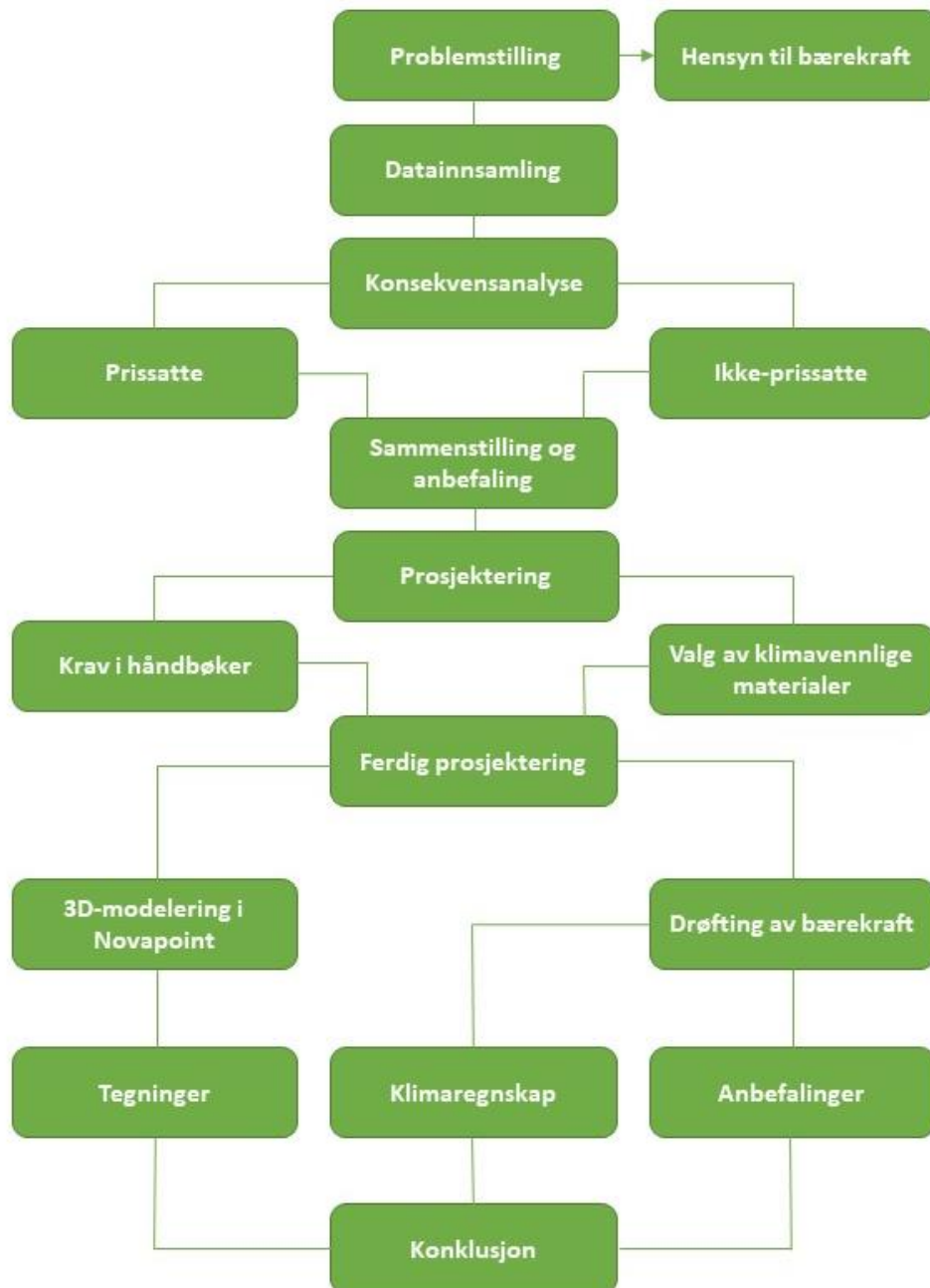
Øst for rasteplassen og hvor strekningen fortsetter i retning Arna forventes grunnforholdene å bestå av bart berg og tynn morene [12]. Morenematerialet kan inneholde alt fra leir til stein og blokk [12]. I følge N200 vil morenematerialet sannsynliggjøre telefarlighetsklasse T2-T4. Hvilke telefarlighetsklasse en befinner seg i er avhengig av materialegenskaper og massenes finstoffinnhold [13, p. 141].



Figur 12: Løsmassekart [12]

3 - Metode

I dette kapitlet presenteres de viktigste verktøyene og metodene som er benyttet under arbeidet med oppgaven. Arbeidsprosessen og oppbyggingen av oppgaven er illustrert i figur 13.



Figur 13: Illustrasjon av arbeidsprosessen og oppbyggingen

3.1 Datainnsamling

Arbeidet med oppgaven ble påbegynt i januar 2020. Det har siden blitt gjennomført en rekke litteratursøk for å undersøke og innhente relevant informasjon til oppgaven.

3.1.1 Litteratur- og dokumentstudier

Litteratur er benyttet for å underbygge valgene som tas under prosjektering og anbefalingene som gis for å oppnå et mer bærekraftig vegprosjekt.

Utredninger og rapporter som er benyttet i oppgaven er hovedsakelig kilder tilknyttet Statens Vegvesen, Samferdselsdepartementet, Vestland Fylkeskommune, Hordaland Fylkeskommune, Bergen Kommune og ulike konsulent- og entreprenørbedrifter.

Alle kilder med unntak av rapportene «Grimevatn og Søylevatn - naturmangfold, vassmiljø og hydrologi» [14] og «Grimevatnet, Overordnede geotekniske vurderinger av utfylling» [15] er hentet fra internett. Disse ble oversendt fra Statens vegvesen.

3.1.2 Statens Vegvesens vegkart

Statens Vegvesens «Vegkart» er en karttjeneste som framstiller talldata fra Nasjonal vegdatabank [16]. Tjenesten er benyttet til kvantitativ datainnsamling og har i oppgaven vært benyttet som grunnlag for uttalelser om ulykkesstatistikk og trafikkmengde i området.

3.1.3 Datagrunnlag for prosjektering

Datagrunnlaget for prosjektering ble tildelt av Norconsult og var tidligere benyttet i et forprosjekt for aktuelt område. For å generere en terrengmodell i Novapoint ble det benyttet SOSI-filer. Datamengden var av stort omfang og måtte nedskaleres for å effektivisere prosjekteringsarbeidet.

3.2 Håndbøker

Vegdirektoratet har utarbeidet en rekke håndbøker som i hovedsak omhandler krav og anbefalinger til utforming av norske veger. Håndbøkene er styrende for de prosjekterte løsningene og har derfor vært av stor betydning under arbeidet med oppgaven.

Håndbøkene er inndelt i to nivåer:

- Normaler og retningslinjer – «er kravdokumenter og de viktigste håndbøkene i Statens vegvesens håndbokhierarki» [17].
- Veiledninger – «er hjelpedokumenter som understøtter normalene og retningslinjene» [17].

3.2.1 Normaler og retningslinjer

Håndbok N100 – Veg- og gateutforming [18]

Håndbok N101 – Rekkverk og vegens sideområder [19]

Håndbok N200 – Vegbygging [13]

Håndbok N400 – Bruprosjektering [20]

Håndbok N500 – Vegtunneler [21]

Håndbok R700 – Tegningsgrunnlag [22]

3.2.2 Veiledere

Håndbok V120 – Premisser for geometrisk utforming av veger [23]

Håndbok V121 – Geometrisk utforming av veg- og gatekryss [24]

Håndbok V220 – Geoteknikk i vegbygging [25]

Håndbok V712 – Konsekvensanalyser [26]

3.3 Befaring

Det er gjennomført flere befaringer av planområdet for å kartlegge utfordringer som er vanskelig å vurdere gjennom tradisjonell kartdata. Dette gjelder spesielt avkjørsler, bro og tunnel. Observasjoner fra befaring er senere benyttet for å gi en mer helhetlig beskrivelse av dagens situasjon.

3.4 Dataverktøy

3.4.1 Novapoint 21.05 og AutoCAD 2018

Novapoint er et dataverktøy for prosjektering og visualisering av samferdsel og infrastruktur. For å kunne prosjektere vegstrekningen med tilhørende løsninger ved hjelp av fagmodulene i Novapoint, er man avhengig av å benytte AutoCAD som er et 2-dimensjoalt konstruksjonsverktøy. Novapoint og AutoCAD har vært pensum i tidligere fag ved HVL. Gruppen har hatt grunnleggende ferdigheter i programmene og dette har vært til god hjelp under prosjekteringen og tegningsutarbeidelse.

3.4.2 VegLCA v4.06.

VegLCA er et regneark utviklet av Asplan Viak for å gjøre livsløpsvurderinger av vegprosjekter. Verktøyet beregner klimagassutslipp under materialproduksjon, i byggefasen og i drift- og vedlikeholdsfasen av broer, tunneler og veg i dagen [27, p. 4]. Verktøyet gir brukere mulighet å gjennomføre beregninger i et mellomfaseverktøy eller et senfaseverktøy. Senfaseverktøyet er tilpasset bruk i detaljplanlegging, utarbeidelse av tilbud og for beregning av miljøregnskap i etterkant av et anleggsarbeid. Mellomfaseverktøyet er mindre komplekst og tilpasset bruk i mellomfase av planprosessen [27, p. 4].

3.5 Konsekvensanalyse

I kapittel 4 - Konsekvensanalyse gjennomføres det en forenklet konsekvensanalyse med utgangspunkt i Statens vegvesens håndbok V712. En konsekvensanalyse redegjør for konsekvenser ulike tiltak har for vegnettet og andre samfunnsmessige forhold [28, p. 39]. Metoden kan benyttes i all type planlegging og er vanligvis mer omfattende enn plan- og bygningslovens krav til konsekvensutredninger [26, p. 7].

Innledningsvis i konsekvensanalysen presenteres referansealternativet og fire skisserte konsepter som har til hensikt å skape minst mulig konflikt med bebyggelse langs Grimesvingene. Trasseløsningene analyseres for prissatte- og ikke-prissatte konsekvenser. Deretter skal konsekvensene sammenstilles for å vurderes hvilket konsept som er mest samfunnsøkonomisk. Anbefalt trasé prosjekteres i kapittel 5 - Detaljprosjektering.

3.5.1 Ikke-prissatte konsekvenser

Ikke-prissatte konsekvenser vurderes etter verdien eventuelle tiltak har for omgivelsene innenfor fagtemaene; landskapsbilde, friluftsliv, naturmangfold, kulturarv og naturressurser [26, p. 111]. De ikke-prissatte konsekvensene vurderes etter en skala avhengig av konseptenes påvirkningsgrad som vist i tabell 1.

Kategoriene støy og ulykker vurderes også under ikke-prissatte konsekvenser. Dette til tross for at ulykker og støy utredes som prissatte konsekvenser etter Håndbok V712 [26, p. 143]. I utgangspunktet vurderes støy etter

konseptenes kostnader ved støyplager eller for avbøtende tiltak [26, pp. 92-93]. Ulykker vurderes i utgangspunktet ved å multiplisere skadetilfeller med tilhørende ulykkeskostnad. Deretter beregnes differansen mellom ulykkeskostnad for nytt konsept og referansealternativ [26, p. 88]. Å bruke ressurser på å simulere støynivå, støytiltak og ulykkesrisiko er ikke prioritert ettersom det kun skal utarbeides en forenklet konsekvensanalyse. Ulykker og støy vurderes derfor etter tabell 1.

Skala	Konsekvens
-4	Svært stor forverring
-3	Stor forverring
-2	Betydelig forverring
-1	Mindre forverring
0	Ingen
1	Mindre forbedring
2	Betydelig forbedring
3	Stor forbedring
4	Svært stor forbedring

Tabell 1: Rangering av ikke-prissatte konsekvenser

3.5.2 Prissatte konsekvenser

De prissatte konsekvensene av et tiltak er de konsekvensene som kan måles i kroner og øre. I den forenklete konsekvensanalysen er det kun valgt å vurdere konseptenes investeringskostnad. Til dette benyttes hovedsakelig erfaringstall fra Statens vegvesen.

De ulike konseptene fokuserer utelukkende på veglinjen og inkluderer ikke anlegg for myke trafikanter. De relative kostnadene knyttet til etablering av anlegg for gang og sykkel forventes å ligge på et tilnærmet likt kostnadsnivå ved alle konsepter. Å ikke inkludere disse vil gi et uriktig kostnadsoverslag, men vurderes å ikke ha betydning ved sammenligning av konseptene. Tilbudet for myke trafikanter fastsettes derfor i kapittel 5 - Detaljprosjektering,, etter traseen er valgt.

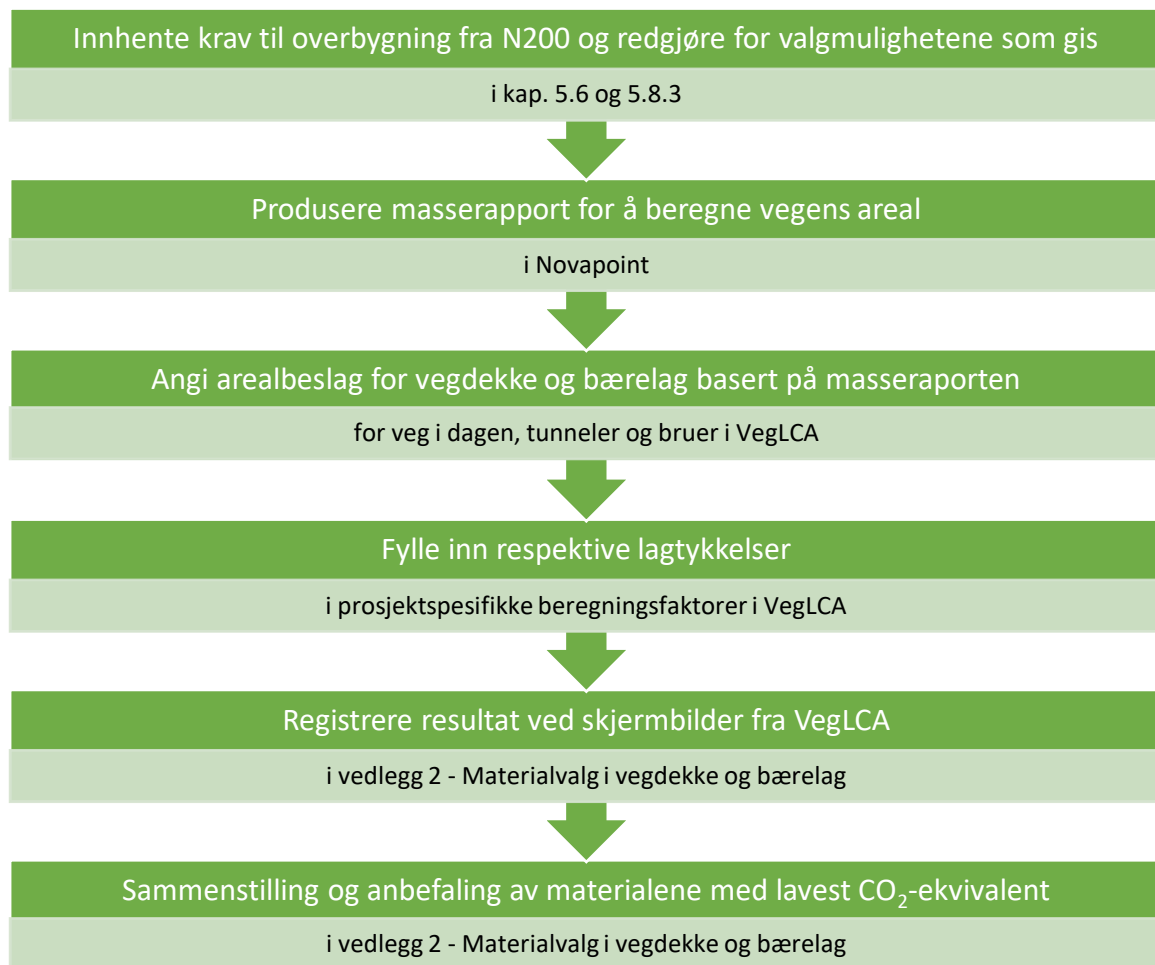
3.6 Metode for å implementere bærekraft

Bærekraft er gjennomgående i oppgaven tolket opp mot regjeringens mål og føringer i gjeldende NTP. Å ivareta bærekraft under prosjektering handler i stor grad om å minimere miljøpåkjenninger og inngrep i terrenget, samt å benytte miljøvennlige materialer i vegkonstruksjonen. Det er benyttet litteraturstudier for å drøfte hvordan man kan redusere utslipp og miljøpåvirkning under utbygging.

3.6.1 Valg av materialer i overbygning

Som et bærekraftig element i prosjektering er det valgt materialer og tykkelser i overbygning som samlet gir lavest CO₂-utslipp. Utslippsdata er beregnet ved hjelp av senfaseverktøyet i VegLCA og sammenstilling er vist i «vedlegg 2 – Materialvalg i vegdekke og bærelag».

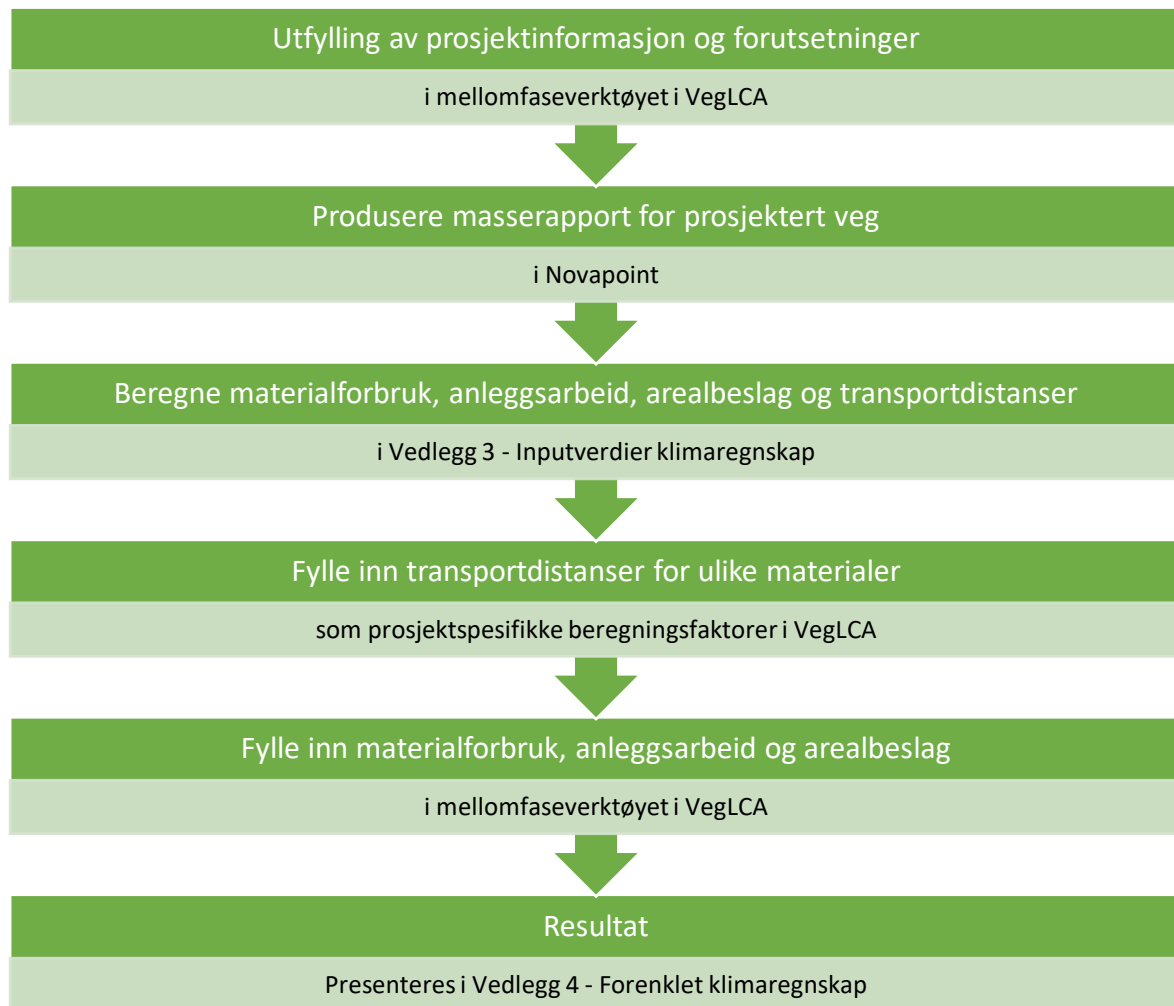
Senfaseverktøyet er benyttet fordi verktøyet omfatter et bredere utvalg av materialer som er nødvendig for å skille alternativene fra hverandre. Senfaseverktøyet er ikke utfylt i sin helhet da hensikten utelukkende er å sammenligne materialenes CO₂-utslipp. Prosessen er beskrevet i figur 14:



Figur 14: Illustrasjon av fremgangsmåte ved valg av materiale i vegdekke og bærelag..

3.6.2 Forenklet klimaregnskap

Det er utarbeidet et forenklet klimaregnskap ved hjelp av VegLCA for å illustrere prosjektets hovedmengder og påvirkning på klima og miljø. Mellomfaseverktøyet benyttes da senfaseverktøyet krever en bredere kunnskap om anleggstekniske forhold enn hva gruppen besitter. Prosessen er beskrevet i figur 15:



Figur 15 Illustrasjon av fremgangsmåten knyttet til utarbeidelse av klimaregnskap.

4 - Konsekvensanalyse

4.1 Traséalternativer

Det er utarbeidet fire forslag til traséalternativer for fylkesvegen i AutoCAD. Konseptene går gjennom områder med ulik grad av sårbarhet og påvirkning på samfunn og miljø. De ulike traséene har som hensikt å løse utfordringer i Grimesvingene innenfor planområdet i figur 16:



Figur 16: Traséalternativer (Skjermdump AutoCAD)

4.1.1 Referansealternativet

Referansealternativet tar utgangspunkt i dagens situasjon. Vegens kurvatur følger hovedsakelig vikene og nesene langs Grimevatnet, men er tidvis adskilt med klynger av trær og bebyggelse. Dette medfører at svingene er mange og krappe.

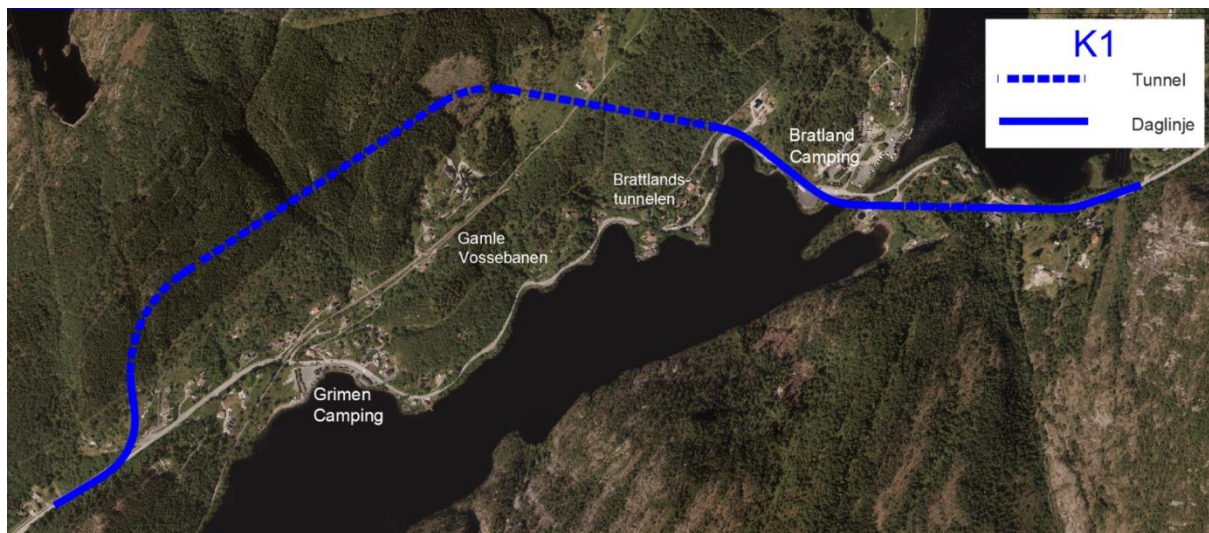


Figur 17: Referansealternativet (Skjermdump AutoCAD)

Størst konsentrasjon av bebyggelse finner en i områdene ved Grimen Camping, Brattlandstunnelen og Brattland Camping. I Djupevika kommer vegen tett på en høy tørrmur tilknyttet «Gamle Vossabanen» (se kap.4.2.4 Kulturarv [29]). Videre øst for Brattland Camping krysser vegen Søylen Sundsbrua før vegen strekker seg videre langs sørsiden av Søylevatnet.

4.1.2 Konsept 1 (K1)

K1 omfatter en tunnelløsning med to tunnelparseller for å lede trafikken bort fra Grimesvingene. Å etablere en ny veg i tunnel gir lengre rettstrekninger og mindre svinger for gjennomgangstrafikken. For å lede gjennomgangstrafikken inn i tunnel og samtidig opprettholde adkomst til boliger via lokalt vegnett, kreves det en kryssløsning 400 meter vest for Grimen Camping. Fra tunnelportalen i vest strekker vegen seg 1650 meter i tunnel før den kommer ut i Djupevika under «Gamle Vossabanen». Vegen fortsetter østover i daglinje over Søylen Sundsbrua. Deretter går vegen 150 meter i tunnel gjennom en kolle øst for Brattland Camping før den kobler seg på det lokale vegnettet igjen.



Figur 18: Veglinje for K1 (Skjermdump AutoCAD)

4.1.3 Konsept 2 (K2)

I K2 er veglinjen samsvarende med referansealternativet, men vegbredde og overbygning utvides for å tilfredsstille dagens krav. Siden det bare kreves noen mindre inngrep på eiendommer langs strekningen, vil dette konseptet i liten grad påvirke landskapet.



Figur 19: Veglinje for K2 (Skjermdump AutoCAD)

4.1.4 Konsept 3 (K3)

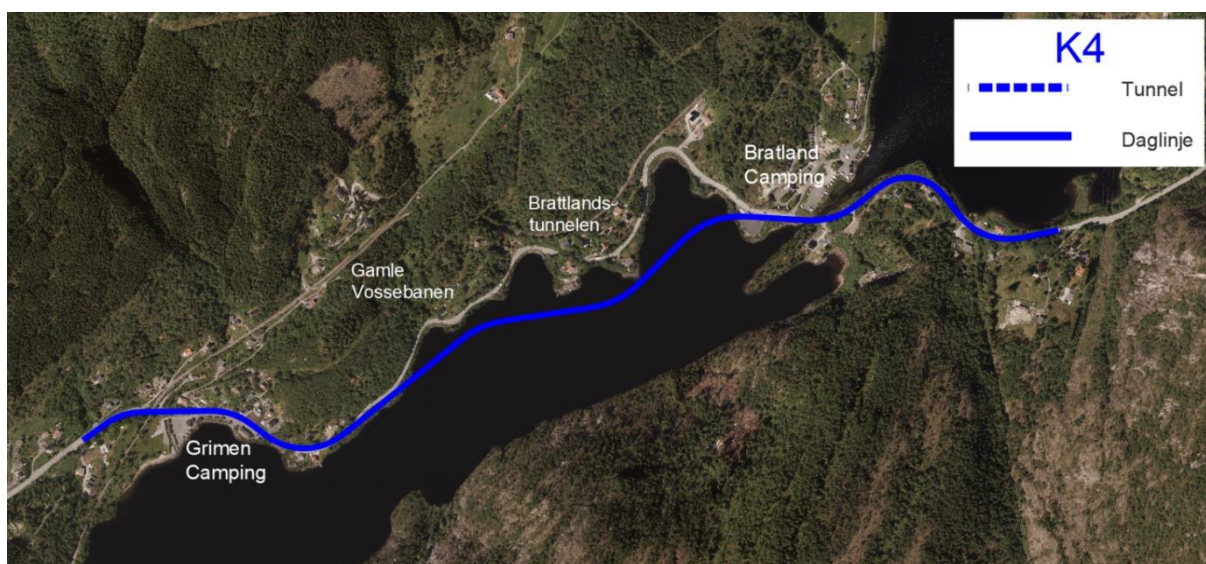
K3 tar utgangspunkt i referanseveglinjen, men det er gjort tilpasninger for å tilfredsstille minimumsparameterne, som bedrer kjørekomfort og trafiksikkerhet. Det benyttes minimumsparametere for å unngå store skjæringer i områder hvor det allerede er trangt om plassen. Dette vil medføre at vegen går lenger inn i fjellet rundt Grimeneset og legges noe ut i vikene langs Grimevatnet. Over vikene vest for Brattlandstunellen legges vegen over bro og cellespunter. I Djupevika legges vegen på cellespunter som vil medføre en masseutfylling av viken.



Figur 20: Veglinje for K3 (Skjermdump AutoCAD)

4.1.5 Konsept 4 (K4)

K4 omfatter å legge vegen på fyllmasser ut i Grimevatnet fra Grimeneset til Brattland Camping. Da Grimevatnet er en relativt dyp innsjø kreves det store mengder fyllmasser for å stabilisere undergrunnen av vegbanen. Den resterende delen av vegstrekningen følger hovedsakelig referansealternativet.



Figur 21: Veglinje for K4 (Skjermdump AutoCAD)

4.2 Ikke-prissatte konsekvenser

De ikke-prissatte konsekvensene som vurderes i dette kapitlet er; landskapsbilde, friluftsliv, naturmangfold, kulturarv, naturressurser, støy og ulykker.

4.2.1 Landskapsbilde

Planområdet inngår i et større LNRF-område tilknyttet byfjellene. Samtidig er store deler av området regulert som samferdselsanlegg og teknisk infrastruktur [9]. Planområdet ligger i en relativt åpen innlandsdal preget av åskammer av varierende størrelse. Området befinner seg under skoggrensen og er dominert av skogkledde skråninger hvor det ikke er bebyggelse. I dalbunnen utgjør Grimevatnet og Søylevatnet komponenter som former topografien i området. Langs strandlinjen på sørsiden av Grimevatnet brytes landskapet av høye og ubrutte fjellrygger. Dette står i kontrast til fjellsidene på nordsiden av vannet som er slakere og blir brutt av fylkesvegen i dalbunnen.

Infrastruktur tilknyttet fylkesvegen, adkomstveger og Vossabanen setter tydelige visuelle preg på landskapsbildet. Jernbanelinjen kommer tett på fylkesvegen over en bro ved Grimen Camping og på en tørrmur i Djupevika (se kapittel 4.2.4 Kulturarv). Området kjennetegnes også av spredt randbebyggelse med tettbebyggelse rundt Grimen Camping. Videre finner en noe mindre konsentrert bebyggelse rundt Brattlandstunnelen og ved Brattland Camping. Ved Grimen Camping i vest og i området rundt Brattland Camping er landskapet forholdsvis mer åpent og flatt enn ellers i planområdet.

Alternativ	Konsekvens	Kommentar
K1	-2	Tunnelåpninger og kryss vil sette stort visuelt preg på de topografiske hovedformene, vegetasjonen og for støttemuren i Djupevika. En tunnel vil imidlertid kreve mindre erverv av eiendommer enn K2 og K3.
K2	-1	Arealbruk og vegetasjon blir påvirket dersom vegen utvides og krever inngrep på eiendommer. De nye skjæringene som etableres vurderes derimot å ha liten konsekvens for landskapsbildet.
K3	-2	Topografi og vegetasjon blir spesielt påvirket av skjæringer øst for Grimeneset og ved støttekonstruksjoner og utfylling i Grimevatnet. Videre vil bebyggelse og arealbruk påvirkes negativt der hvor det kreves inngrep på eiendommer.
K4	-3	Utfyllingen i Grimevatnet medfører store konsekvenser for topografi og de naturskapte nøkkelementene.

Tabell 2: Vurdering av landskapsbilde

4.2.2 Friluftsliv

Det er omfattende å gjøre en verdivurdering av friluftsliv da dette gjerne baserer seg på brukerfrekvens som er vanskelig å kartlegge uten videre undersøkelser. Til tross for dette vurderes friluftsliv som viktig for lokalmiljøet.

Gående og syklende må hovedsakelig benytte seg av kjørebanelang langs Grimesvingene for å ferdes mellom øst og vest. Å ferdes med båt i Grimevatnet og Søylevatnet anses som en lokal verdi for beboere og næringsvirksomhet. Dette ettersom det er private brygger tilknyttet flere av eiendommene og campingene i begge ender av Grimevatnet tilbyr båtutleie.

Planområdet har en rekke fjell i umiddelbar nærhet. I nord er området spesielt tilknyttet de sentrale byfjellene. Turveger og stier mot byfjellene åpner for gode turmuligheter og anses å ha viktig lokal verdi for beboerne. Det er også sannsynlig at skogområdene benyttes til lek og rekreasjon siden lekeklassene i området er tilhørende Brattland- og Grimen Camping.

Eiendommene og veglinjens plassering tett på Grimevatnet, setter noen begrensninger for bade- og fiskemuligheter i strandsonen. Langs Erdalsvegen renner det en elv med utløp like ved stranden ved Grimen Camping. Denne vurderes som en kvalitet for nærmiljøet.

Nesttunvassdraget har stor betydning i planområdet. Elvesystemet kommer fra Ulriken og renner via Søylevatnet, Grimevatnet, og Nesttun sentrum ut i Nordåsvannet.

Alternativ	Konsekvens	Kommentar
K1	2	Tunnelløsning har positiv virkning for ferdselsmulighetene i området. Hovedvekten av trafikken vil føres utenfor bebygde områder og inngrep i strandsonen og turterreng begrenset
K2	0	Ubetydelig
K3	-1	Strandsonen blir påvirket fra Grimeneset til Djupevika. Dersom strandsonen formes på nytt, vil dette derimot ha liten konsekvens for friluftaktiviteter ved Grimevatnet.
K4	-2	Alternativet setter begrensninger på aktivitet og opphold langs nordlig side av Grimevatnet.

Tabell 3: Vurdering av friluftsliv

4.2.3 Naturmangfold

For vurdering av naturmangfold er analyseresultater fra Swecos rapport «Grimevatn og Søylevatn - naturmangfold, vassmiljø og hydrologi» lagt til grunn [14]. Ifølge erfaringer fra lokalkjente og prøvefiske kommer det fram at abbor har tatt over vannet siden den ble tilført på 1990-tallet. Bestanden er i dag tett og dominert av liten fisk [14, p. 17].

I Djupevika, og på et lite nes 100 meter vest for viken, er det registrert en mudderbank av lokal viktig verdi. Lokaliteten er artsfattig, og det er knyttet usikkerhet til om den kan kvalifiseres som en viktig naturtype [30].

Et vesentlig hensyn i planområdet er den kjemiske tilstanden i Grimevatnet og Søylevatnet. Sedimentene i vannene er forurenset av bly, sink og PAH [14, p. 33]. Vannprøvene er derimot vurdert å ha god kjemisk tilstand [14, p. 34].

Alternativ	Konsekvens	Kommentar
K1	0	Tunnelåpninger kan påvirke artene som lever i området, men konsekvensen vurderes som svært liten.
K2	0	Ubetydelig endring
K3	-1	Terrenginngrep og utfylling kan ha negativ påvirkning på dyremangfold og miljøtilstanden i Grimevatnet.
K4	-3	Stor risiko for at utfyllingens størrelse vil føre til oppvirvling av sedimenter som inneholder miljøgifter og akutt forurensning i Grimevatnet og Søylevatnet.

Tabell 4: Vurdering av naturmangfold

4.2.4 Kulturarv

Kulturminnet av størst betydning i området er den «Gamle Vossebanen». Jernbanelinjen strekker seg gjennom typisk vestnorsk fjordlandskap og var tidligere en del av Bergensbanen [29]. Den gamle jernbanelinjen med tilhørende infrastruktur inngår i et kulturhistorisk landskap av nasjonal interesse og ble i 2016 fredet av Riksantikvaren [31]. I Forskrift om fredning av Gamle Vossebanen §3 nr. 1 fremkommer det at: «Det er ikke tillatt å fjerne eller skade jernbanestrekningen, byggverkene, anleggene eller deler av dem» [31]. Dette medfører restriksjoner for arbeid i umiddelbar nærhet av jernbanelinjen.



Figur 22: Oversiktsbilde av kulturarv. Vossabanen markert i rødt og Erdalsvegen i blått. SEFRAC-bygninger er markert som trekanter i henhold til miljødirektoratet [32] (Utklipp AutoCAD)

I nordgående retning kommer Vossebanen i skjæring langs Grimevatnet før den krysser Fv. 587 over en jernbanebro like ved Grimen Camping (se figur 22). Deretter fortsetter

jernbanelinjen bak Ørnatua, før den kommer tettere på eksisterende veg ved Brattlandstunnelen og i Djupvika.

Erdalsvegen, store deler av Fv. 587 og en sti 500 meter vest for Grimen Camping er registrert som historiske veifar med hensynssone i KPA [9].

Veifarene vurderes å ha betydelig lavere verdi for kulturarven enn Vossabanen. Det er videre fem SEFRAK-registrerte bygninger i planområdet. [32]. Ingen av disse vil berøres av alternativene.



Figur 23: Jernbanebro ved Grimen Camping (Foto: Privat)

Alternativ	Konsekvens	Kommentar
K1	-4	Risiko for å skade støttemur tilknyttet Vossebanen ved tunnelportal i Djupevika, samt påvirke veifar vest for Grimen Camping
K2	0	Ubetydelig
K3	0	Ubetydelig
K4	0	Ubetydelig

Tabell 5: Vurdering av kulturarv

4.2.5 Naturressurser

De foreslåtte konseptene vil medføre arealbruksendringer for skog, ferskvann og bebyggelse, men vil ikke komme i konflikt med jordbruksareal. Det er registrert innmarksbeite, fylldyrket jord og overflatedyrket jord innenfor planområdet [33]. Disse



Figur 24: Arealtyper i planområdet [33].

vrurdes ikke som en viktig ressurs for verken beite, jakt eller fiske i næringsammenheng. Fiskeforekomst i Grimevatnet og Søylevatnet betraktes derimot som en viktig lokal ressurs.

Det foreligger ikke en offentlig vannforsyning i området. Dette gjør at en ikke kan utelukke at Grimevatnet og Søylevatnet benyttes som lokal drikkevannskilde [14].

Alternativ	Konsekvens	Kommentar
K1	0	Ubetydelig
K2	0	Ubetydelig
K3	-1	Tiltak kan være skadelig for vannkilde og fiske
K4	-3	Tiltaket kan være svært skadelig for vannkilde og fiske

Tabell 6: Vurdering av naturressurser

4.2.6 Trafikkulykker

Konsekvensene av trafikkulykker vurderes etter hvordan konseptene vil endre dagens ulykkesbilde. Siden 01.01.2010 har det vært 15 ulykker på delstrekningen (se figur 25).



Figur 25 Ulykkesstatistikk for referansealternativ siste 10-år [34].

De mest ulykkes-utsatte partiene er rundt Grimeset og i Liavika. Kurvaturen er her svingete og siktforholdene dårlig. Utfallet av trafikkulykkene de siste 10 årene har i hovedsak vært lettere skader med ett unntak [34]. Denne ulykken skjedde i Djupevika og medførte at en MC-fører ble alvorlig skadd. Årsaken til ulykken var utforkjøring på høyre side av vegen i vestgående retning [35]. Hovedårsakene til de resterende ulykker på strekket er påkjørsel bakfra, møteulykker i kurve og kjøretøy utenfor vegbanen [34].

Gjennom de fire ulike alternativene vil vegstandarden på det lokale veinettet forbedres.

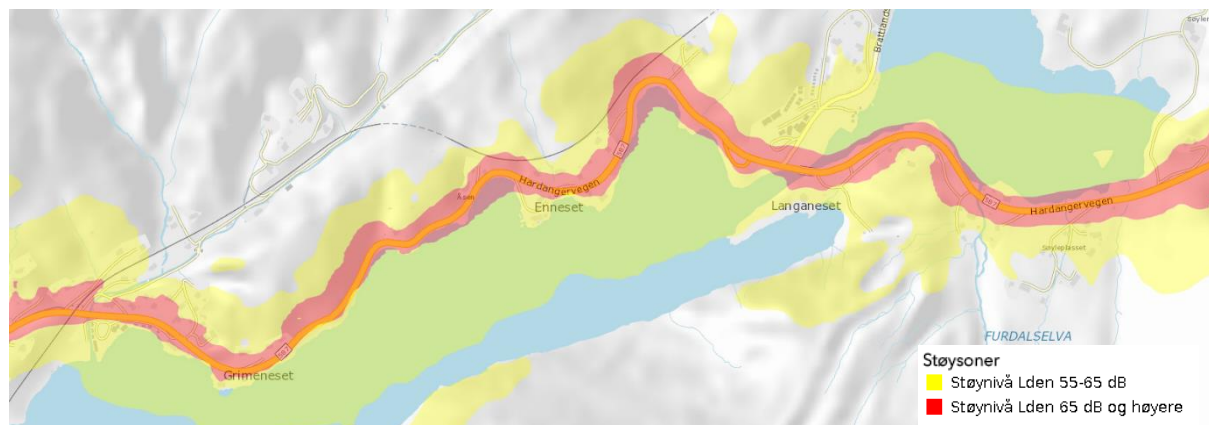
Dette vil høyst sannsynlig redusere ulykkesomfanget.

Alternativ	Konsekvens	Kommentar
K1	3	Forventes stor nedgang i ulykker ettersom standard heves og gjennomgangstrafikken ledes bort fra Grimesvingene og inn i tunnel
K2	1	Forventes en liten nedgang i antall ulykker som følge av at vegen utvides.
K3	2	Forventes nedgang i antall ulykker grunnet forbedret vegstandard og avrettinger i horisontalkurvatur.
K4	2	Forventes nedgang i antall ulykker da gjennomgangstrafikk ledes bort fra Grimesvingene. K1 vurderes bedre da K4 fortsatt går forbi avkjørsler ved Grimen.

Tabell 7: Vurdering av trafikkulykker

4.2.7 Støy

Støy fra vegtrafikk vurderes som et lokalt miljøproblem og kan oppleves som en plage for beboerne i området. I V712 kommer det fram at anbefalt grenseverdien for støybelastning på uteoppholdsareal ikke bør overstige 55 db [26, p. 91]. En optelling i Statens vegvesens støysonekart viser at omkring 50 boliger er utsatt for støynivå høyere enn dette [36].



Figur 26: Støykart for referansealternativ. Hentet fra Statens vegvesen [36].

Da hensikten med konsekvensanalysen er begrenset til valg av veglinje er det ikke fastsatt støyreducerende tiltak for noen av konseptene. Siden andelen støyutsatte boliger anses relativt stor, vurderes det likevel som nødvendig å redegjøre for hvilke påvirkning de ulike konseptene har for støynivået i området.

Alternativ	Konsekvens	Kommentar
K1	1	Støynivået mellom Djupevika og Grimen Camping vil redusere betraktelig. Samtidig vil det innenfor en radius på 100 meter rundt tunnelportalene oppstå en økning i støynivået. Totalt sett vurderes endringene å ha positiv effekt for området.
K2	0	Ingen endring
K3	0	For boliger i områdene hvor vegbanen legges ut i Grimevatnet forventes støynivået å bli redusert, mens det for andre boliger forventes en liten økning. Totalt sett vil konseptet ikke medføre betydelige endringer i støyforhold.
K4	1	Hvis vegbanen mellom Grimeneset og Djupevika trekkes ut i Grimevatnet vil spesielt boliger på nordsiden av referanseveglinjen oppleve en reduksjon av støy. Rundt Grimeneset og tettbebyggelsen ved Grimen Camping forventes tiltaket å gi en minimal økning i støy.

Tabell 8: Vurdering av trafikkstøy

4.3 Prissatte konsekvenser

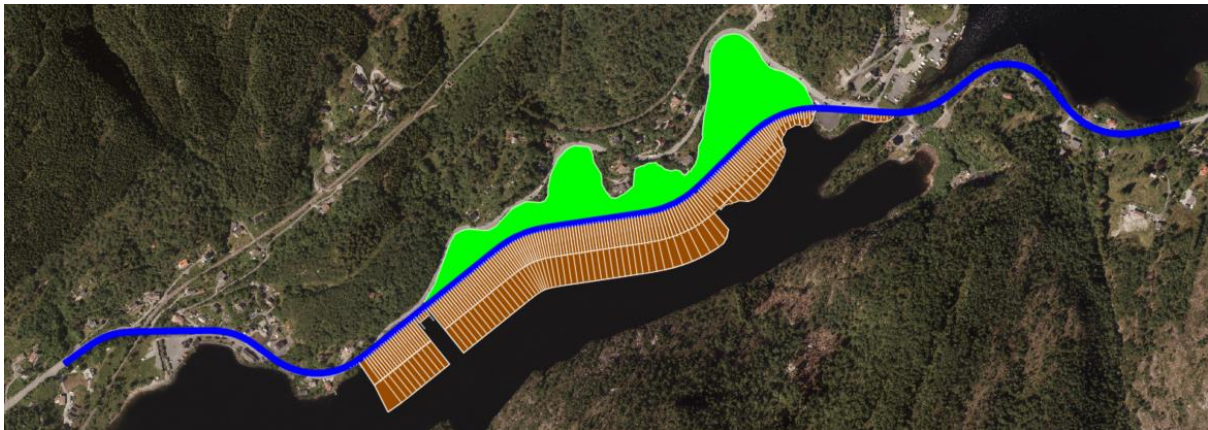
Investeringskostnader er den eneste prissatte konsekvensen som vurderes i konsekvensanalysen.

4.3.1 Investeringskostnader

For å gjøre et anslag på konseptenes investeringskostnader er det hovedsakelig benyttet løpemeterpriser hentet fra Statens vegvesens rapport «Samledokumentasjon for utbyggingsprosjekter avsluttet i 2018» [37]. Løpemeterprisene baserer seg på et begrenset antall prosjekter med forskjellig omfang og kostnadsramme. Da kostnadsrammen for ulike vegprosjekter vil variere avhengig av kompleksitet, størrelse og i hvilken grad eksisterende vegnett tas i bruk, vil løpemeterprisene kun gi en pekepinn på kostnadsnivået som kan forventes.

Veglinjens lengde i dagen, på bro og i tunnel er målt i AutoCAD. I beregningene er det benyttet en medianverdi på 220 000 kr/m for tunell [37, pp. 21,]. For utbedring av veg i daglinje er det benyttet en gjennomsnittlig løpemeterspris på 28 000 kr/m [37, p. 10], mens det for bro er benyttet 522 000 kr/m [37, p. 22]. For cellespunt er det ikke funnet noen løpemeterpris. På bakgrunn av dette er det besluttet å regne cellespunt som bro.

Siden K4 legger seg ut i Grimevatnet vil det kreve en betydelig større andel fyllmasser enn hva som vanligvis kreves på en alminnelig veg. Fyllmassenes volum er beregnet til 3 000 000 m² ved overslag i Novapoint. For å illustrere merkostnaden knyttet til dette er det opprettet en egen post for fylling i tabell 9. Siden prisen på sprengstein vil variere avhengig av leverandør, har gruppen antatt en gjennomsnittspris på 150 kr/m³ for steinmassene.



Figur 27: Masseutfylling for K4. Grøfteskråning vist i brunt, fylling og nytt landområde i grønt, og veglinjen i blått (Skjermdump AutoCAD)

Kostnader knyttet til fylling i Grimevatnet kan reduseres betraktelig dersom det benyttes overskuddsmasser fra andre pågående prosjekter i nærområdet. Dette har imidlertid ikke blitt lagt inn som et premiss i gruppens kostnadsoverslag.

Kostnadsoverslaget er illustrert i tabell 9:

		K1	K2	K3	K4
Tunell	Lengde	1 800 m			
	Pris [mill. kr]	- 396			
Daglinje	Lengde	1 000 m	2 300 m	2 170 m	2 090 m
	Pris [mill. kr]	- 28	- 64	- 60	- 58
Bro	Lengde			175 m	
	Pris [mill. kr]			- 91,35	
Fylling	Volum				3 000 000 m ³
	Pris [mill. kr]				- 450
Totalt	Pris [mill. kr]	- 424	- 64	- 151,35	- 508

Tabell 9: Investeringskostnaer (Pris i millioner NOK.) Lengdedata baserer seg på målinger i AutoCAD.

4.4 Sammenstilling av samfunnsøkonomisk analyse

I tabell 10 er konsekvensene av de ulike konseptene sammenstilt, sammenlignet og vurdert. Ikke-prissatte konsekvenser er rangert etter den samlede poengsummen som er tildelt for hvert fagtema. For prissatte konsekvenser vil konseptet som er vurderer å ha lavest investeringskostnad i bli rangert best, mens konseptet med høyest kostnader rangeres dårligst.

	K1	K2	K3	K4
Ikke-prissatte konsekvenser				
Landskapsbildet	-2	-1	-2	-3
Friluftsliv	2	0	-1	-2
Naturmangfold	0	0	-1	-3
Kulturarv	-4	0	0	0
Naturresurser	0	0	-1	-3
Støyvurdering	1	0	0	1
Trafikkulykker	3	1	2	2
Samlet vurdering	Liten (-)	Ingen	Liten (-)	Stor (-)
Rangering	2.	1.	3.	4.
Prissatte konsekvenser				
Kostnadsoverslag [kr]	- 424 000 000	- 64 000 000	- 151 350 000	- 508 000 000
Samlet vurdering	Stor (-)	Liten (-)	Betydelig (-)	Stor (-)
Rangering	3.	1.	2.	4.
Samfunnsøkonomisk virkning				
Samlet rangering	3.	1.	2.	4.

Tabell 10: Samlet konsekvensvurdering av prissatte og ikke-prissatte konsekvenser

Alle alternativer vil bedre trafiksikkerhet og fremkommelighet i tråd med prosjektets målsettinger. Ved sammenstillingen av de ikke-prissatte konsekvensene er det K2 som kommer best ut. Sammenlignet med de andre alternativene er ikke konseptet spesielt omfattende og krever kun et begrenset inngrep i landskapet.

K1 går i tunnel langs store deler av strekningen uten å påvirke de ikke-prissatte fagtemaene. Imidlertid er risikoen for å påvirke Gamle Vossebanen og kulturarven vektet tyngre enn de andre fagtemaene. Konseptet er derfor vurdert å gi en liten negativ konsekvens i forhold til referansealternativet.

K3 er også vurdert å ha en liten negativ virkning på de ikke-prissatte fagtemaene. Dette skyldes i stor grad skjæringen ved Grimeneset og at veglinjen legges på konstruksjoner i Grimevatnet.

K4 omfatter en stor utfylling i Grimevatnet. Konsekvensene av dette gjør at alternativet kommer dårligst ut ved rangering av de ikke-prissatte konsekvensene.

For de prissatte konsekvensene er det et stort spenn i kostnadene. K2 er vurdert å være det rimeligste alternativet, mens K4 det dyreste. Grunnet kompleksitet og omfang av tunnel og utfylling vil K1 og K4 være betydelig dyrere enn resterende konsepter.

Konseptenes påvirkning på de prissatte og ikke-prissatte fagtemaene rangeres fra best til dårligst i rekkefølgen K2, K3, K1, K4. Rangeringen er ikke alene avgjørende for en anbefaling da konseptene også må vurderes opp mot samfunnsnyttene og de prosjektutløsende behovene som ble fastslått i kap. 1.4.2 Prosjektets målsetninger innledningsvis i oppgaven.

4.5 Valg av trasé

K2 er rangert best i den samlede rangeringen i tabell 10. Til tross for dette vurderes ikke konseptet å ha en svært samfunnsnyttig kostnad da den eneste forskjellen fra referansealternativet er at overbygningen og vegbredden utvides. Det nest beste alternativet, K3, vurderes å ha en liten negativ effekt på de prissatte og ikke-prissatte fagtemaene. Konsekvensene vil likevel ikke være store sammenlignet med nytteverdien som tiltaket vil gi for trafiksikkerhet og fremkommelighet i området. På bakgrunn av dette anbefales det å gå videre med K3.

K3 har betydelig lavere investeringskostnader enn K1 og K4. Konseptets horisontalkurvatur passerer i større grad gjennom bebyggelse og gir ikke en like attraktiv kjøreopplevelse som K1 og K4. På bakgrunn av dette forventes den framtidige trafikkmengden for K3 å være lavere enn for K1 og K4. Dette sammenfaller med prosjekts mål om å ikke etablere en ny hovedtrafikkåre inn mot Bergen sentrum.

5 - Detaljprosjektering

I dette kapitlet er den anbefalte traseløsningen prosjektert etter gjeldende standardkrav i håndbøkene til Statens vegvesen. Kravene beskrives gjennomgående i korte trekk for å underbygge prosjekteringsvalgene. Den prosjekterte løsninger er illustrert med skjermdumper fra Novapoint og AutoCAD. Som et resultat av detaljprosjekteringen er det utarbeidet et tegningsgrunnlag. Høyre og venstre kjørefelt er i dette kapitlet definert etter vegens profilretning mot øst.

5.1 Fravik

I Statens vegvesens håndbøker skiller det mellom skal-, bør- og kan-krav. Ordlydene skal og bør er grunnleggende prosjekteringskrav som krever godkjenning ved eventuelle fravik, mens kan-krav er anbefalinger som kan fravikes uten godkjenning [18, p. 8].

Dersom prosjektering av Grimesvingene fraviker fra håndbøkene N100, N101, N200, N400, N401, N500 og N601 skal det sendes søknad til Vestland fylkeskommune [38].

5.2 Dimensjonering

Dimensjonering av Gimesvingene baserer seg i stor grad på N100 Veg- og gateutforming. I håndboken deles vegstrekninger inn i dimensjoneringsklasser med ulike krav til geometrisk utforming og linjeføring. Valg av dimensjoneringsklasse avhenger av ÅDT, fartsgrense og en samlet vurdering av vegnettet parsellen inngår i [18, p. 31].

Fv. 587 har i dag en ÅDT på 9 700 og skal dimensjoneres for en 20 årsperiode [34]. Det er valgt å beholde dagens fartsgrense på 50 km/t da en fartsøkning gjør strekningen mer innbydende for gjennomgangstrafikk og vil kunne øke risikoen for trafikkulykker i boligområdene rundt Grimevatnet. Ettersom vegstrekningen forventes å bli avlastet av ringveg øst i fremtiden, har gruppen antatt en konservativ årlig trafikkvekst på 1 %. Dette gir en framtidig $\text{ÅDT}_{20 \text{ år}}$ på 11 836 og en vil kunne plassere vegen i dimensjoneringsklasse Hø2 [18, p. 31]. Hø2 kategoriseres som en øvrig hovedveg med hensikt å tilknytte det lokale vegnettet med byer, bydeler og distrikter [18, p. 29]. Dersom trafikkvekst antas høyere enn

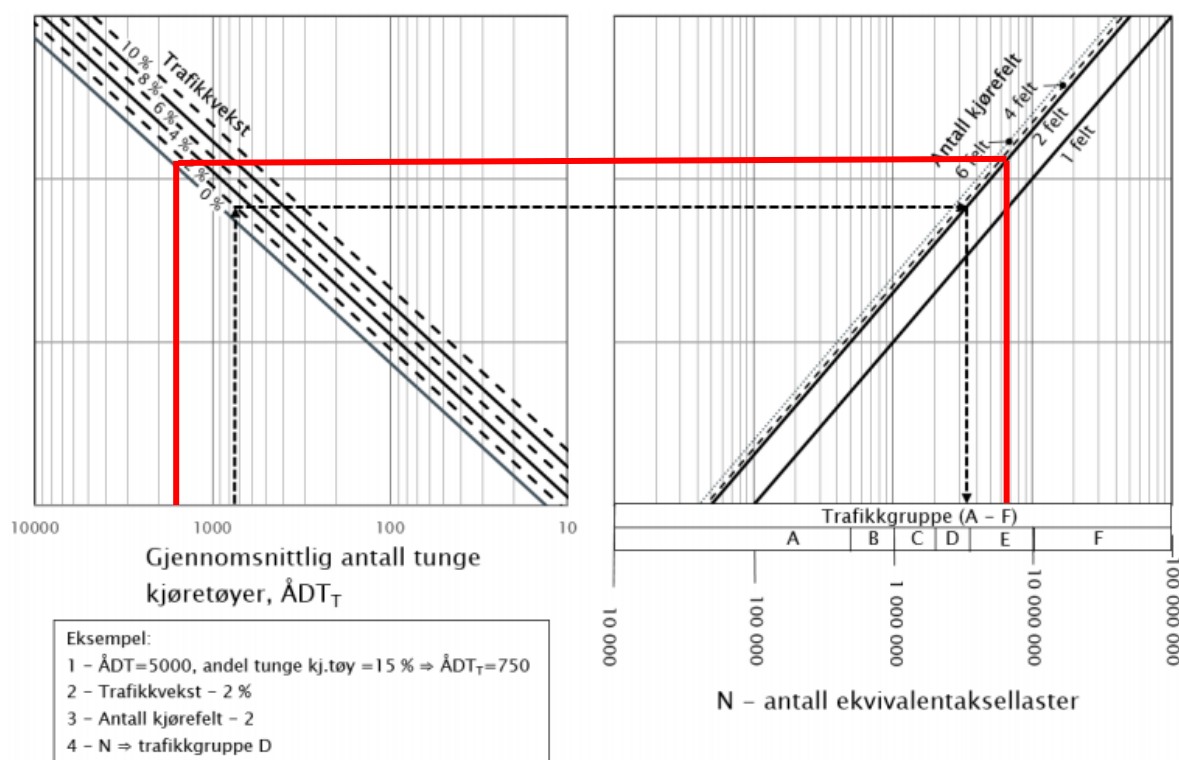
1% vil vegen bli kategorisert som en nasjonal hovedveg av typen H3 [18, p. 31]. Dette ville gjort vegen betydelig mer arealkrevende og kunne åpnet for en enda større økning i ÅDT.

Da traséløsningen benytter over 50 % av eksisterende vegareal og strekker seg lenger enn 2 kilometer, er det valgt å dimensjonere vegen etter utbedringsstandard for Hø2 [18, p. 29].

Dette er overensstemmende med RTP 2018 for Hordaland fylkeskommune hvor det fremkommer at utbedring skal prioriteres fremfor å bygge nytt da en utbedringsstandard ofte er kostnadsbesparende og sikrer effektiv ressursbruk [3, p. 42].

5.2.1 Trafikkbelastning og trafikkgruppe

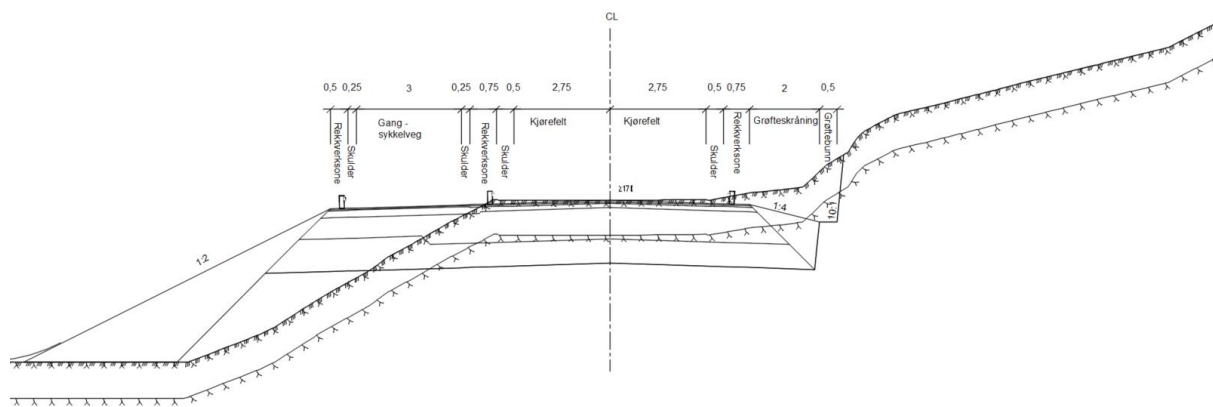
Vegens trafikkgruppe bestemmes ut fra dimensjonerende trafikkbelastning (N) og beregnes som vist i figur 28 [13, p. 140].



Figur 28: Beregning av trafikkbelastning(N) og trafikkgruppe [13, p. 140].

Grimesvingene er en 2-feltsveg med $\text{ÅDT}_T = 1\,261$ [6]. Med forbehold om en trafikkvekst på 1 % plasseres vegen i trafikkgruppe E. Dette vil være dimensjonerende for vegens overbygning [13, p. 140].

5.3 Tverrprofil



Figur 29 Tverrprofil av parsell øst (skjermdup AutoCAD)

Vegstrekningen er prosjektert med et tverrprofil som ivaretar kravet til minimum 6,5 meter vegbredde. Dette inkluderer to kjørefelt på 2,75 meter og to skuldre på 0,5 meter [18, p. 47]. I tillegg kommer nødvendig breddeutvidelse (se kap. 5.4 Breddeutvidelse) og en rekkverkssone på 0,75 meter for å skjerme trafikkerende mot faremomenter langs vegens sideområder. Gang- og sykkelveg (se kap. 5.8 Gang- og sykkelveg) etableres med 3 meters bredde og to skuldre på 0,25 meter [18, p. 65].

5.3.1 Tverrfall og overhøyde

Tverrfall er definert som kjørebanelens helling på tvers av vegens lengdeakse. Dette benyttes gjennomgående på prosjektert veg for å sikre god kjørekraft, motvirke krefter i kurver (overhøyde) og sikre vannavrenning [23, p. 41]

På rettstrekninger anlegges vegen med takfall på 3% [23, p. 30]. I klotoidene bygges overgangen mellom takfall og ensidig tverrfall (overhøyde). Prosjekteringstabellen for Hø2 tar utgangspunkt i en fartsgrense på 60 km/t og stiller krav til 8 % overhøyde i de krappeste kurvene [23, p. 45]. Da fartsgrensen for prosjektert veg er satt til 50 km/t er det valgt å redusere overhøyden til 6 %. Dette vil redusere nødvendig klotoidelengde, men forventes ikke å påvirke kjørekraften.

5.3.2 Resulterende fall

Resulterende fall er definert som resultatet av vegstrekningens tverfall og horisontalfall.

Formålet med resulterende fall er å sikre god vannavrenning. Det er satt et minimumskrav på 2% for å ivareta dette [23, p. 45].

5.4 Breddeutvidelse

Et kjøretøys overheng og sporingsbredde vil være større i kurver enn langs rettlinjet veg. For å sikre et større manøvreringsareal i kurver utvides kjørebanelen med en breddeutvidelse.

Hvor stor denne utvidelsen skal være avgjøres av vegens horisontalkurvatur og dimensjonerende kjøretøy [23, p. 45]. Statens vegvesen har ikke definert Fv. 587 som bruksklasse for modulvogntog [39]. Vegen dimensjoneres derfor for vogntog (VT) i henhold til N100. Prosjektert breddeutvidelse er vist i tabell 11:

Horisontalkurveradius	Breddeutvidelse (per felt)	Metode for beregning
80	0,815	Interpolering
85	0,775	Interpolering
95	0,700	Interpolering
100	0,650	I henhold til tabell E.2 i N100
102	0,640	Interpolering
103	0,640	Interpolering
105	0,630	Interpolering
106	0,625	Interpolering
125	0,555	I henhold til tabell E.2 i N100

Tabell 11: Breddeutvidelse per kjørefelt. Hvor prosjektert horisontalkurveradius ikke samsvarer med tabell E.2 i N100 [18, p. 100], interpoleres det mellom kjente radiusverdier

5.5 Parsellinndeling av grunnforhold

Grunnet variasjonen i grunnforholdene er det ved dimensjonering av overbygning valgt å dele strekningen inn i to parseller adskilt i profil 1530 ved rasteplassen nordøst for Grimevatnet. Parsellinndelingen baserer seg på konservative vurderinger av grunnforholdene og bidrar til at forsterkningslag og frostsikring ikke overdimensjoneres langs hele vegstrekningen.



Figur 30: Parsellinndeling av grunnforhold (Skjermdump AutoCAD)

- Parsell Vest består utelukkende av undergrunnen av bart fjell. Bæreevnessige dimensjonering legges til grunn da undergrunn antas å være litt telefarlig – T2 [13, p. 141].
- Parsell Øst har forekomster av bart berg og morene. Da det er knyttet risiko for telehiv som følge av morenematerialet, antas undergrunn å være meget telefarlig – T4 [13, p. 141]. Ettersom undergrunnen er klassifisert over telefarlighetsklasse T2 utløses krav til frostsikringslag [13, p. 147].

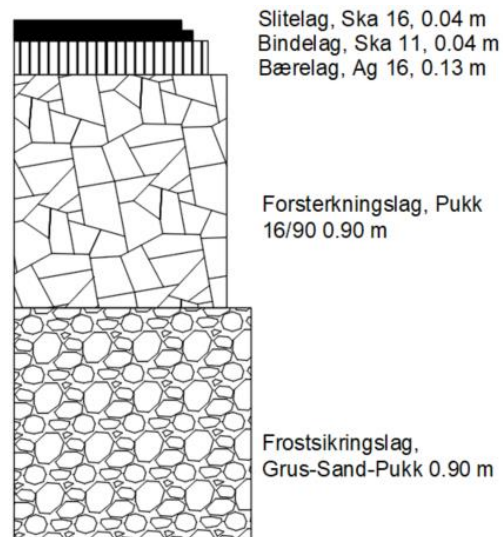
5.6 Overbygning

Dimensjonering av overbygning tar utgangspunkt i de lokale grunnforholdene og gjøres i henhold til N200. Overbygningen har som hensikt å fordele trafikklaster til undergrunnen slik det ikke oppstår deformasjoner. Oppbygningen av overbygning omfatter vegdekke, bærelag, forsterkningslag og frostsikringslag [13].

Som et bærekraftig tiltak i dimensjonering av overbygning er det valgt materialer som teoretisk gir lavest CO₂-utslipp ved produksjon. Dette er nærmere beskrevet i «vedlegg 2 – Materialvalg vegdekke og bærelag». Utslipp fra transport av materialene inngår ikke i vurderingen. Det er derfor en forutsetning at det benyttes lokale materialprodusenter.



Figur 31: Overbygning parsell vest
(Skjermdump Autocad)



Figur 32: Overbygning parsell øst
(Skjermdump Autocad).

5.6.1 Vegdekke

Ettersom ÅDT > 5000 skal vegdekke anlegges av stivedekketypene med minimum lagtykkelse 4 cm for slitelag og 4 cm for bindelag [13, p. 154]. Hvilke asfalttyper som bør benyttes avhenger av vegens dominerende påkjenninger.

Vegstrekningen har stor gjennomgangstrafikk mellom E16 og E39 og en tungtrafikkandel på 13 % [6]. Slitelaget antas derfor å bli mest påvirket av piggdekkslitasje og statiske lastpåkjenninger. For disse påkjenningene anbefales asfaltbetong (Ab) eller skjelettasfalt (Ska) i fraksjon 11 eller 16 [13, p. 143]. I henhold til «vedlegg 2 – Materialvalg i vegdekke og bærelag» vil Ska gi det lavest CO₂-utslippet. På bakgrunn av dette velges det 4 cm Ska 16 i slitelaget, og 4 cm Ska 11 i bindelaget.

5.6.2 Bærelag

For trafikkgruppe E anbefales det å benytte 13 cm asfaltert grus (Ag) eller en kombinasjon av 7 cm asfaltert grus (Ag) over 9 cm asfaltert puk (Ap) i bærelaget [13, p. 156]. Ifølge «vedlegg 2 – Materialvalg i vegdekke og bærelag» vil kombinasjonen av Ap og Ag gi et større CO₂-avtrykk enn å utelukkende benytte Ag. Bærelaget anlegges derfor med 13 cm Ag 16. Dette gir også en slankere konstruksjon som vil redusere miljøbelastningen knyttet til transportering av masser.

Summen av indeksverdiene til dekke og bærelag skal minst være 62 for å oppnå kravet til bærelagsindeks [13, p. 156]. Dimensjonert overbygning gir 63, og kravet er innfridd med liten margin. Lagtykkelsene reduseres ikke ytterligere da det kan forventes at utførelse ikke gjøres med millimeters nøyaktighet.

5.6.3 Forsterkningslag

Forsterkningslagets tykkelse avhenger av vegens trafikkgruppe og grunnens bæreevne. Grunnet variasjon i grunnforholdene vil tykkelsen på forsterkningslaget i parsell øst og vest variere. I parsell vest kreves det en tykkelse på 50 cm, mens det i parsell øst kreves en tykkelse på 90 cm [13, p. 156]. N200 anbefaler å benytte puk, kult og samfanget knust berg for trafikkgruppe E [13, p. 143]. CO₂-utslippet for de ulike steinmaterialene antas å være relativt likt. Det velges derfor å benytte puk i fraksjon 16/90 i begge parseller.

5.6.4 Frostsikringslag

I overgangen mellom parsell vest og øst bør det utkiles for å unngå ujevne telehiv ved overgangen fra ikke-telefarlig til telefarlig materiale [13, p. 147]. Til frostsikring av parsell øst ønskes det å gjenbruke overskuddsmasser av sand, grus og knust berg fra bergskjæringer og utvidelsen av Brattlandstunnelen. På denne måten vil en reduseres miljøbelastninger knyttet til transportering og deponering av løsmasser. Det ønskes også å benytte fragmenter fra eksisterende veg såfremt prøvetakning viser at massene er av god nok kvalitet. Dersom dette ikke er tilfelle, må det suppleres med masser fra lokalt knuseverk.

Frostsikringslagets tykkelse er lik differansen mellom nødvendig frostdybde og summen av tykkelsen på dekke, bærelag og forsterkningslag [13, p. 148]. Ettersom ÅDT > 8000 vil den dimensjonerende frostmengden avhenge av F_{10} [13, p. 147]. I Bergen kommune er F_{10} satt til 2 000 timegrader [13, p. 291]. Ved frostsikring med bruk av sand, grus og knust berg gir dette en frostdybde på 2 meter ved en årsmiddeltemperatur på 4 °C [13, p. 148]. Da årsmiddeltemperaturen i Bergen er 7,6 °C [13, p. 291] korrigeres frostdybden til 1,8 meter [13, p. 149]. For å oppnå en total tykkelse på overbygningen på 180 cm må frostsikringslaget utgjøre 69 cm.

5.7 Linjeføring

Valgt veglinje tar utgangspunkt i de geometriske kravene som fremgår av prosjekteringstabell for Hø2 i N100 og er i stor grad prosjektert med hensyn til landskapets naturlige mønster [18, p. 45].

5.7.1 Minste horisontalkurveradius

Prosjekteringstabell for Hø2 stiller krav til den geometriske utformingen av vegen med forbehold om en fartsgrense på 60 km/t [18, p. 45]. Ettersom det prosjekteres for fartsgrense (v) 50 km/t og maksimal overhøyde (e_{maks}) er nedjustert til 6%, er det beregnet hva som er minste horisontalkurveradius etter formel hentet fra V120 [23, p. 26]:

$$R_{h,min} = \frac{v^2}{127*(e_{maks}+f_k)} = \frac{50^2}{127*(0,06+0,224)} \approx 69,3 \text{ m}$$

(Sidefriksjonskoeffisienten (f_k) er satt til 0,224 [23, p. 21])

Minste horisontalkurveradius er rundet opp til 70 m og benyttes som et minstekrav. Det er likevel tilstrebet å prosjektere etter gjeldende krav i dimensjoneringsklassen for å unngå krappe kurver. Alle horisontalkurver i intervallet $70 \leq \text{radius} < 125$ vil avvike fra prosjekteringstabell for Hø2 [18, p. 45], men tilfredsstillte krav til minste horisontalkurveradius. Kontroll av tilhørende klotoidelengder er beregnet i «vedlegg 6 – Kontroll av klotoidelengder».

5.7.2 Horisontal linjeføring

En utbedring etter dimensjoneringsklasse HØ2 medføre at horisontalkurveradius langs Grimesvingene vil øke. Dette vil forbedre trafiksikkerheten og kjøreopplevelsen for trafikantene. Vegens horisontalkurvatur følger hovedsakelig eksisterende vegtrasé slik at inngrep på landskapet og kostnader holdes til et minimum. Strekningen mellom Grimeneset og Djupevika avviker fra eksisterende veglinje for å tilfredsstillere minimumskrav til radius, klotoider og sikt.

Fra Grimeneset er prosjektert veg lagt i en tydelig skjæring før den fortsetter over en brokonstruksjon i Liavika. Videre fram mot Brattlandstunnelen er vegen fundamentert på cellespunter i Grimevatnet. Årsaken til at veglinjen er flyttet ut i Grimevatnet er todelt. Partiet er vurdert som en flaskehals for trafikken da eksisterende veg har svært krapp kurvatur. Samtidig vil det gå på bekostning av bebyggelse dersom veglinjen anlegges i bergskjæring med større avstand til Grimevatnet.



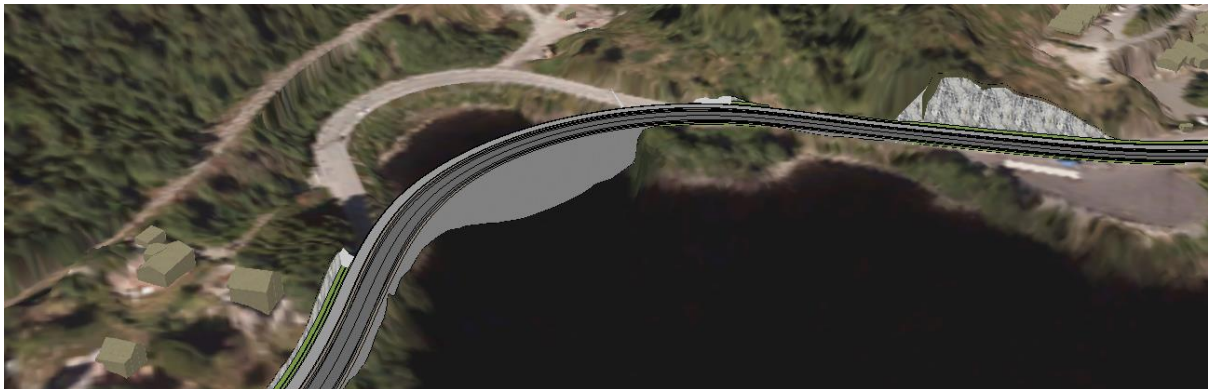
Figur 33: Illustrasjon av veglinje mellom Grimeneset og Brattlandstunnelen (Skjermdump Novapoint)

Det forsøkt å følge eksisterende linje gjennom Brattlandstunnelen og i boligområdet øst for tunnelen slik en reduserer store terrenginngrep og arealbeslag. Videre øst i Djupevika avviker den nye veglinjen betydelig fra eksisterende vegtrasé. Dette er fordi prosjektert veg fundamenteres på cellespunter 60 meter ut i Grimevatnet siden eksisterende veg ikke tilfredsstillere krav til horisontalkurvatur.

5.7.3 Vertikal linjeføring

Vertikallinjeføringen er tilpasset eksisterende terrenget så godt det lar seg gjøre for å redusere skjæringer og fyllinger. Det er likevel nødvendig med enkelte justeringer i linjeføringen for å imøtekomme krav til høybrekk og lavbrekk i N100 [18, pp. 45-46].

Utfordringene er størst i starten av vegstrekningen ved Grimen Camping. Eksisterende veg har her et fall på 10% og tilfredsstillende ikke dimensjoneringsklassens krav til maksimal stigning/fall på 6 % [18, p. 45]. Det ble forsøkt å løfte og forlenge veglinjen for å redusere det totale fallet. Dette førte imidlertid til at en ikke traff eksisterende avkjørsler og kom også i konflikt med frihøyden under jernbanebroen tilknyttet Vossabanen. Å opprettholde dagens fall på 10 % fremstår derfor som den beste løsningen.



Figur 34: Veglinje over Djupevika (Skjermdump Novapoint)

Øst for Grimeneset og fram mot Liavika er vegen løftet over eksisterende terreng for å redusere skjæringer og bedre treffe en ny anlagt avkjørsel 10. Videre der veglinjen er trukket ut i Grimevatnet vest for Brattlandstunnelen og i Djupevika, kreves det store mengder utfyllingsmasser. Det er gjennomgående forsøkt å prosjektere en bærekraftig veglinje slik en oppnår massebalanse. Imidlertid vil utfyllingene i Grimevatnet kreve mer masser enn hva en får ut av skjæringene. Dette medfører et behov for transport av steinmaterialer inn på anlegg.

5.8 Gang- og sykkelveg

N100 stiller krav til å tilrettelegge for sikkerhet og fremkommelighet for gang- og sykkeltrafikken [18, p. 65]. Da det er i planleggingsfasen man har påvirkningskraft til å styrke bruk av sykkel, gange og kollektivtransport fremfor bilbruk, blir det prosjektert en trygg og sammenhengende traseløsning for gående og syklende. Dette vil forbedre trafikksikkerheten langs Grimesvingene betraktelig da tilbudet for myke trafikanter i dag er fraværende.



Figur 35: Illustrasjon av gang- og sykkelveg. Brun flate er dimensjonerende rekkverkssone (Skjermdump Novapoint).

5.8.1 Dimensjonering og geometrikrav

Valg av løsning for myke trafikanter baserer seg på antall gående og syklende i maksimaltiden [18, p. 65]. Det antas at vegstrekningen i større grad benyttes av syklister enn av gående da det ikke foreligger et langsgående tilbud for myke trafikanter. Det forventes at syklister bruker strekningen for å ferdes til og fra arbeid mellom Arna og Nesttun og til trening da strekningen inngår i sykkelrittet «Bergen-Voss» [40]. På bakgrunn av dette er det rimelig å anta at det er over 15 syklende pr time.

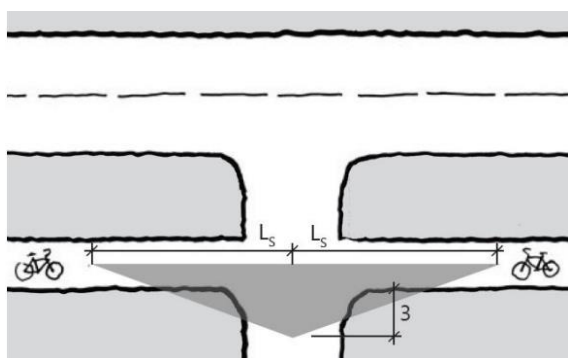
Myke trafikanter som ferdes til fots antas hovedsakelig å være dominert av lokalbefolkningen i nabolaget på vei til kollektivtransport og daglige gjøremål. Da planområdet har spredt bebyggelse uten særlig næringsvirksomhet forventes det at en stor

andel av beboerne benytter bil fremfor å ferdes til fots. På bakgrunn av dette antas det at gående pr time vil være under 15.

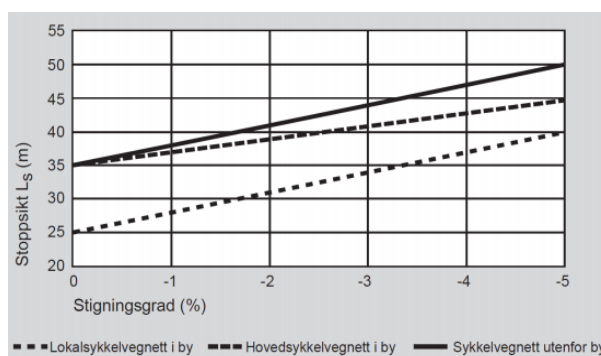
Ut fra disse antagelsene er det valgt å anlegge gang- og sykkelveg nord for hovedvegen i henhold til krav i N100. Tverrprofilen gir en bredde på 3 meter med en skulder på 0,25 meter på hver side [18, p. 65].

For stigningslengde < 35 m bør ikke maksimal stigning overskride 8%, for stigningslengde 35-100 m bør ikke maksimal stigning overskride 7%, og for stigningslengde > 100 m bør ikke maksimal stigning overstige 5%. Videre bør gang- og sykkelvegen ha et resulterende fall på minimum 2% [18, p. 66]. Da gang- og sykkelvegen anlegges parallelt med hovedveg og ikke har like strenge krav som dimensjoneringsklasse Hø2, vil kravene som regel tilfredsstilles.

5.8.2 Siktkrav for gang – og sykkelveg



Figur 36: Siktretkant mellom gang- og sykkelveg og avkjørsel (mål i m) [18, p. 68].



Figur 37: Stoppsikt for syklende [18, p. 67].

Siktretkanter mellom gang- og sykkelveg og avkjørsler utformes som vist i figur 36. Stoppsikt (L_s) beregnes ved hjelp av figur 37. Ved fall brattere enn 5% skal stoppsikt for -5% benyttes. I stigning benyttes stoppsikt for 0% [18, p. 67]. Beregning av stoppsikt er vist i vedlegg 5 – Stoppsikt»

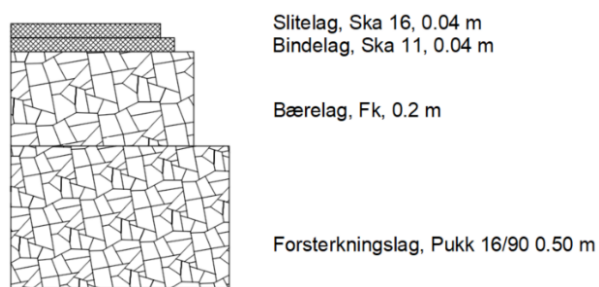
5.8.3 Overbygning gang og sykkelveg

Dimensjonering av overbygning for gang- og sykkelveg gjøres i henhold til N200 [13, p. 164]. Det forventes at gående, syklende, vedlikeholdskjøretøy og personbiler krysser og ferdes på gang- og sykkelvegen. Dette gir en normal trafikkbelastning og utløser krav til 3 cm Agb11 i slitelag og 3 cm Agb11 i bindelag [13, p. 164].

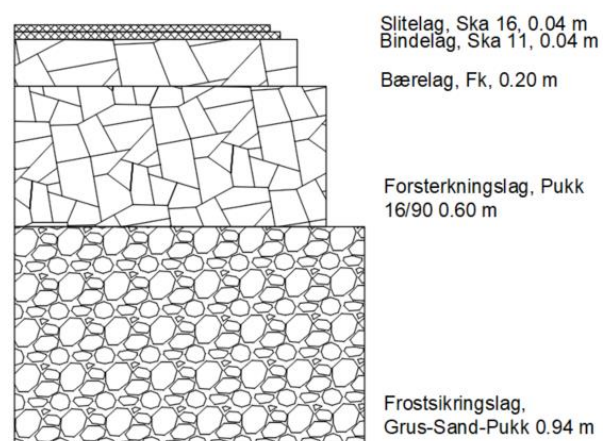
I bærelaget kan man velge mellom 20 cm knust berg (Fk) eller en kombinasjon av 4 cm asfaltert grus (Ag) over 10 cm Fk [13, p. 164]. Det velges å anlegge bærelag av 20 cm Fk i henhold til «vedlegg 2 – Materialvalg i vegdekke og bærelag» da dette gir lavest CO₂-utslipp.

I parsell vest stilles det krav til et forsterkningslaget på 30 cm puk. I parsell øst er undergrunnen mer telefarlig og vil kreve en tykkelse på 60 cm puk [13, p. 164]. I begge parseller benyttes fraksjon 16/90.

For parsell øst vil det også være krav til frostsikring etter samme prinsipp som for hovedvegen. For at total tykkelse på overbygningen skal utgjøre 180 cm (korrigert frostdybde i henhold til kap. 5.6.4 Frostsikringslag) må frostsikringslaget være 94 cm. Til dette benyttes samme materiale som i overbygningen for hovedvegen; sand, grus og knust berg.



Figur 38: Overbygning parsell vest (skjermdump AutoCAD).



Figur 39: Overbygning parsell øst (AutoCAD)

5.9 Avkjørsler

Det er totalt 23 avkjørsler tilknyttet planområdet. I utgangspunktet bør Grimesvingene være avkjørselsfri da trafikkmengden overskrider 8000 [18, p. 46]. Som følge av eksisterende randbebyggelse og varierende topografi er ikke dette realistisk å oppnå. Likevel er antall avkjørsler redusere til 18 ved å flytte og slå sammen enkelte av dem.



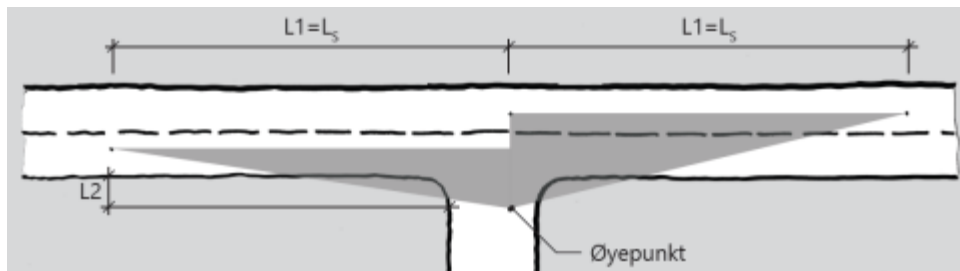
Figur 40: Nummerering av avkjørsler tilknyttet prosjektert veg (Skjermdump AutoCAD)

Dette kapitlet tar for seg krav til avkjørsler og utdyper hvilke avkjørsler som er flyttet som følge av utbedringen og får ny kobling til fylkesvegen. Avkjørslene som opprettholder eksisterende kobling blir ikke nærmere beskrevet, men illustreres i C-tegninger i «vedlegg 1 – Tegningsgrunnlag».

Samtlige avkjørsler skal prosjektert etter krav i N100. Dette forutsetter at de to første meterne bør ha et jevnt fall på 2,5 % og at overgangskurveradius bør være 40 i lavbrekk og 60 i høybrekk. Den maksimale stigningen de første 50 meterne bør ikke overstiger 12,5 % og avkjørslene bør utformes med hjørneavrunding som en sirkel med radius på minimum 4 meter [18, pp. 63-64].

5.9.1 Siktkrav for avkjørsler

Nødvendig sikt mellom primærvegen og avkjørsler fremstilles med sikttrekanter fri for sikhindringer 0,5 meter over primærvegen [18, p. 64]. Prinsippet er vist i figur 41:



Figur 41: Siktkrav i avkjørsler [18, p. 64].

Ettersom ÅDT er under 50 for samtlige avkjørsler skal L2 utgjøre 4 meter [18, p. 64].

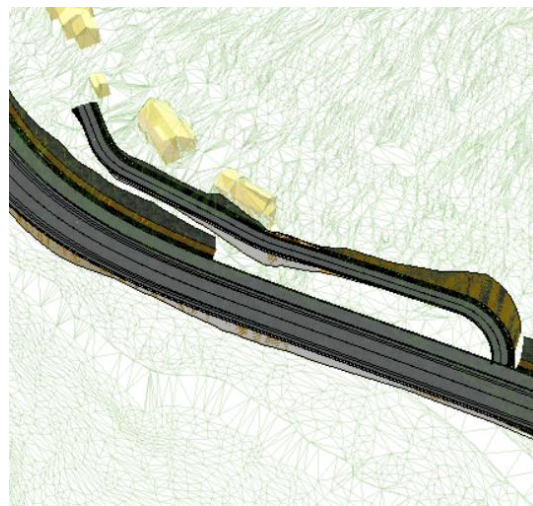
Beregning av stoppsikt er vist i «vedlegg 5 – Stoppsikt», mens sikttrekanter er vist i C-tegninger i «vedlegg 1 – Tegningsgrunnlag».

5.9.2 Avkjørsel 7

Eksisterende avkjørsel nord for Grimeneset fører til tre eiendommer. Avkjørselen fremstår i dag som svært bratt og tilfredsstillende ikke dagens krav til sikt og geometrisk utforming, noe som kan resultere i trafikkfarlige situasjoner.



Figur 43: Dagens avkjørsel (utklipp fra google maps) [70]



Figur 42: Avkjørsel 7 (Skjermdump Novapoint)

Ettersom den nye gang- og sykkelvegen legges i fjellskjæring til venstre i figur 43, er det utfordrende å opprettholde dagens løsning uten å overskride kravet om 12,5 % stigning. Det

er derfor valgt å flytte avkjørselen 150 meter øst. Dette krever beslag av et mindre skogområde, men gjør adkomsten til eiendommene mer trafikksikker. Løsningen gjør at avkjørselen knytter seg til fylkesvegen på en rettstrekning og ikke i kurve slik som i dag.

5.9.3 Avkjørsel 8

Fylkesvegen er fundamentert på cellespunter i viken vest for Brattlandstunellen. For å opprettholde tilknytting til boligene i figur 44 er det nødvendig å etablere en ny avkjørsel. Denne vil til dels anlegges på overskuddsmasser og over eksisterende vegareal.



Figur 44: Avkjørsel 8 (Skjermdump Novapoint)

5.9.4 Avkjørsel 10

Eksisterende avkjørsel nordøst for Brattlandstunellen fører til 4 boliger. Avkjørselen har svært dårlige siktforhold da den kobler seg på fylkesvegen like etter tunnelen og tilfredsstillende ikke standardkravene i N100.



Figur 45 Dagens avkjørsel (Privat: foto)



Figur 46 Avkjørsel 10 (Skjermdum AutoCAD)

Eksisterende avkjørsel kommer som følge av utbedringen i konflikt med gang- og sykkelvegen. Primærvegens veglinje ble forsøkt flyttet nærmere Grimevatnet, men dette førte til konflikt med støttemur og bebyggelsen på motsatt side av vegen. Som et resultat av dette er avkjørsel 10 flyttet lenger vekk fra tunnelåpningen. For å utforme avkjørselen etter krav til sikt og geometri kreves det et mindre inngrep på en eiendom. Garasjen markert med rødt i figur 46 må flyttes 5 meter nordvest. Dette vurderes nødvendig av trafiksikkerhetshensyn.

5.9.5 Avkjørsel 12

Vegen er fundamentert på cellespunter over Djupevika. Dette har medfører at to boliger nord og to boliger vest for Djupevika ikke lenger er koblet til Grimesvingene. Avkjørsel 12 sørger for at tilkomsten til disse boligene blir oppretthold. Den nye avkjørsel er utformet vinkelrett på primærvegen slik en oppnår god sikt og enklere kan ferdes i begge fartsretninger ut fra avkjørselen. På de første meterne er avkjørselen prosjektert på løsmasser til venstre fra cellespuntene før den fortsetter langs eksisterende vegtrasé. Her kobles den på de eksisterende avkjørslene tilhørende boligene.



Figur 47: Avkjørsel 12 (Skjermdump Novapoint)

5.10 Kryss

Det er to avkjørslers langs vegstrekningen som utformes som kryss: tilkoblingen til Erdalsvegen og tilkoblingen til Brattlandsvegen. Årsaken til dette er at begge sekundærvegene er tilknyttet flere enn 10 boliger og forventes å ha en ÅDT under 100 [18, p. 63]. Det er valgt å utforme begge kryssene som forkjørsregulerte ukanaliserte T-Kryss [18, p. 46]. Dette da trafikkmengden langs hovedvegen er betydelig større enn langs sekundærvegene, kryssløsningen gir få konflikter og er lite arealkrevende.

For T-kryss stilles det noe strenge krav til den geometriske utformingen av primærvegen i kryssområdet [18, p. 46]. Primærvegens stigning skal være $\leq 5\%$ og overhøyde $\leq 6\%$.

Horisontalkurveradius skal være ≥ 200 m og vertikalradius i høybrekk ≥ 2200 m [18, p. 46].

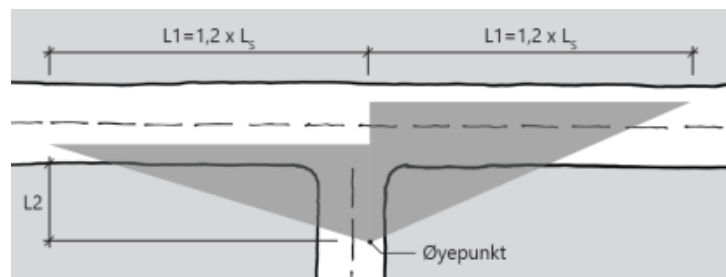
For å hindre vannavrenning fra sekundærvegen til primærvegen er begge kryssene utformet med et fall på 2 % de første 2 meterne. Det må kontrolleres at forskjellen mellom sekundærvegens lengdefall og primærvegens tverrfall ikke overstiger 5% [18, p. 51].

En mulig ulykkessituasjon i kryssene er kollisjon mellom trafikkerende på gang- og sykkelvegen og kjøretøy på sekundærvegen. Risikoen for dette kan reduseres med en stram utforming av kryssene slik kjøretøy vil holde en lavere fart [24, p. 45]. Samtidig er det nødvendig å utforme kryssene med en tilpasset hjørneavrunding som gir fremkommelighet for dimensjonerende kjøretøy og kjøremåte [24, p. 45].

5.10.1 Sikt krav for T-kryss

Nødvendig sikt mellom kryss og primærvegen fremstilles med sikttrekanter som vist i figur 48.

Ettersom ÅDT på sekundærvegene forventes å være < 100 vil L_2 utgjøre 6 meter [18, p. 54].



Figur 48: Stoppsikt i forkjørregulert kryss [18, p. 54]

Beregning av stoppsikt er vist i «vedlegg 5 – Stoppsikt», mens sikttrekanter er vist i C-tegninger i «vedlegg 1 – Tegningsgrunnlag».

5.10.2 Kryss - Erdalsvegen

I dag er Erdalsvegen tilknyttet Grimesvingene via to avkjørsler like ved Grimen Camping (Av1 og Av2). For å redusere antall avkjørsler på strekningen er det av hensyn til trafiksikkerhet besluttet å ikke opprettholde Av1. Dette da Av2 har betydelig bedre siktforhold enn Av1 hvor jernbanebroen utgjør en



Figur 49. Oversiktsbilde av Erdalsvegen og eksisterende avkjørsler (Skjermdump Autocad)

sikthindring. Av2 utformes derfor som kryss med en hjørneavrunding som tilfredsstillt kravet til radius på 9 m [18, p. 63]. Krysset er prosjektert med en vinkel på 86 grader for å oppnå en tilnærmet rettvinklet tilkobling til hovedvegen. Hjørneavrundingen holdes til minimumskravet da det ikke ønskes å innby til stor fart gjennom boligområdet.

Sekundærvegen treffer primærvegen i lavbrekk på en rettstrekning hvor stigningen er 0.79% og tverrfallet 3% (se C-tegning i «vedlegg 1 – Tegningsgrunnlag»). Samtlige krav til primærvegen er derfor opprettholdt i krysområdet. Da sekundærvegen er prosjektert med helning -2 % og tilstøtende kjørebane har helning på -3% vil man også være innenfor kravet til maks 5% forskjell mellom hovedvegens tverrfall og sekundærvegens stigning [18, p. 51].

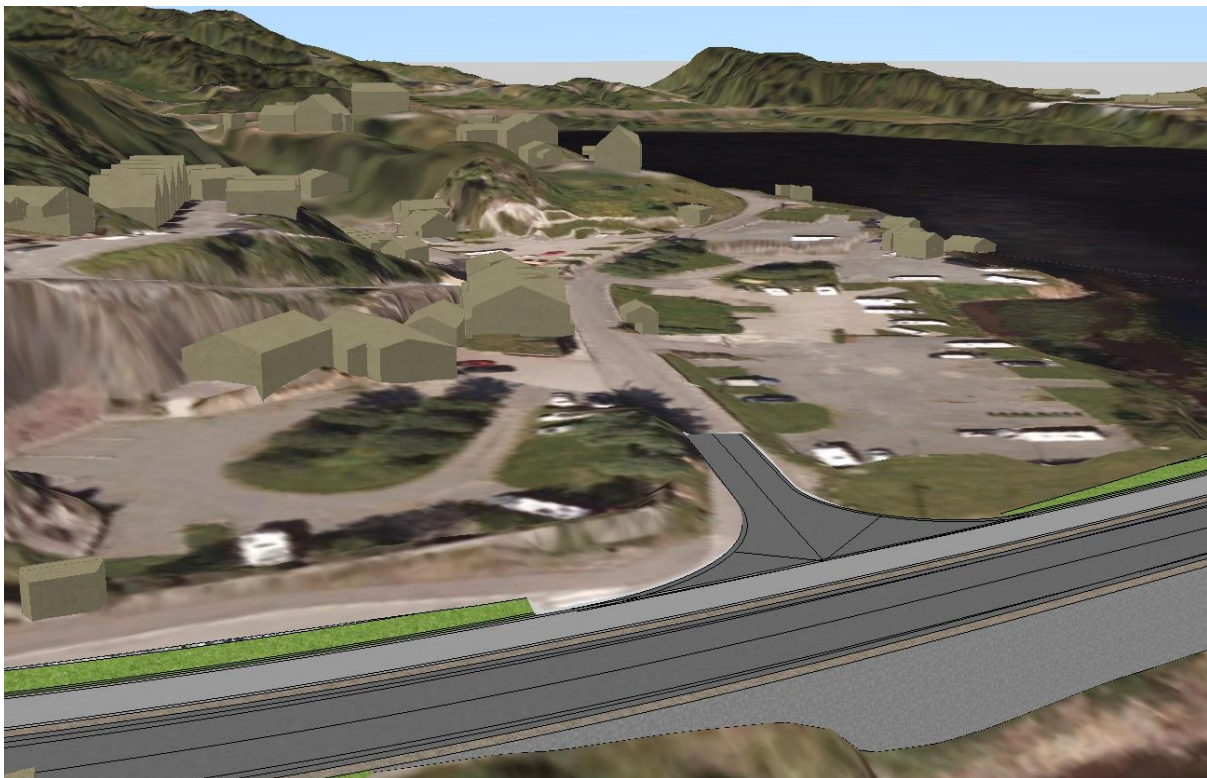


Figur 50: Skisse av ny avkjørsel 10 (Skjermdump Novapoint)

5.10.3 Kryss - Brattlandsvegen

Krysset til Brattlandsvegen følger i stor grad eksisterende løsning. Som følge av etableringen av gang- og sykkelveg og for å opprettholde krav til hjørneavrunding på minst 9 m, prosjekteres den på nytt som vist i figur 51.

Primærvegens krav til stigning og overhøyde er tilfredsstillt da stigning er -2.53 % og overhøyden er mellom 0-3% (se C-tegning i «vedlegg 1 – Tegningsgrunnlag»). Det er imidlertid vanskelig å definere om man er innenfor kravet til horisontalkurveradius da Brattlandsvegen treffer primærvegen i en klotoide mellom en rettstrekning og en horisontalkurve med radius 125 m. Det legges derfor inn avvik for horisontalkurveradiusen.



Figur 51: Illustrasjon av kryss 2 (Skjermdump Novapoint).

5.11 Rekkverk

Rekkverk dimensjoneres ut fra N101 med formål å beskytte trafikanter mot faremoment, påkjørsel og utforkjøring. Da rekkverk kan være et faremoment i seg selv er det i utgangspunktet ønskelig å benytte minst mulig rekkverk langs en trasé [19, p. 9]. Det vil

likevel være nødvendig å etablere rekkverk på store deler av delstrekningen da vegen ligger tett på Grimevatnet, Søylevatnet og tilhørende gang- og sykkelveg.

Behov for rekkverk avgjøres av vegens sikkerhetssone. Som hovedregel skal det settes opp rekkverk dersom det befinner seg et faremoment innenfor sikkerhetssonen [19, p. 21]. De mest aktuelle faremomentene langs vegstrekningen er øvrige trafikanter som ferdes på gang- og sykkelvegen og faste sidehindre i form av bebyggelse, bergskjæringer, Grimevatnet og Søylevatnet. Da vegens ÅDT er mellom 4000-12000 og fartsgrensen er 50 km/t kreves det en sikkerhetsavstand på 4 m. Da det ikke kreves restriktive tillegg vil sikkerhetssonens bredde tilsvare sikkerhetsavstanden [19, p. 24].

5.11.1 Spesielle hensyn til estetikk, miljø og sikkerhet

Ved valg av rekkverk stiller N101 krav til estetikk, miljø og sikkerhet. Dette er faktorer av betydning for bærekraftig prosjektering.

Rekkverkets estetikk vil påvirke omgivelsene rundt oss. Det forutsettes derfor at rekkverk utformes og tilpasses lokale omgivelser med god arkitektonisk utforming [19, p. 41]. For å hindre at rekkverkene blir dominerende i omgivelsene kan det anlegges transparente rekkverk. Dette vil også bedre siktforholdene [19, p. 41].

Rekkverk benyttes hvor det ikke er mulighet å anlegge grøfter for å beskytte trafikanter mot utforkjøring og påkjørsel. Det er ønskelig å redusere skadeomfanget hos fører og passasjer ved påkjørsel av rekkverk. Dette kan gjøres ved å velge rekkverk i skadeklasse A hvor det er knyttet mindre risiko til personskade ved sammenstøt enn for skadeklasse B og C [19, p. 41].

Det bør foreligge en miljø- og livsløsvurdering for material i rekkverkene. I vurderingen bør det undersøke hvor miljøskadelig materialene er under produksjon, i bruk eller destruering [19, p. 41].

5.11.2 Rekkverk langs høyre kjørebane

På høyre side av veg kommer Grimevatnet innenfor vegens sikkerhetssone hvor vanndybden er dypere enn 0,5 m og terrengets skråningshelning er brattere enn 1:1,5. Videre går vegen til dels på støttemurer høyere enn 4 m og over bro. Felles for vegens sideområder i disse partiene er at det kreves rekkverk i styrkeklasse H2 [19, pp. 34, 38]. H2-rekkverk anlegges derfor langs store deler av strekningen. Unntaksvis gjelder rekkverk mot bergskjæring langs Søylevatnet. Dette anlegges i styrkeklasse N2 og utformes tilsvarende som rekkverk mellom kjørebane og gang- og sykkelveg [19, p. 38].

For å unngå utforkjøring ønskes det at rekkverk deformeres så lite som mulig ved påkjørsel. Deformasjonsbredden for broer, støttemurer og stup tillates derfor ikke å gå mer enn 20 cm utenfor kanten på konstruksjonene [19, p. 40]. Langs prosjektert veg er det lagt inn et rekkverksrom på 0,75 meter utenfor vegskulder. Rekkverket plasseres slik at rekkverkets forkant vil flukte med vegskulderens ytterkant. Dette gir en total deformasjonsbredde på 0,95 m. Eksempelvis kan utførende entreprenør velge et skinnprofil av typen «CESVV2» med deformasjonsbredde 0,4. Rekkverkets bredde på 0,37 m + deformasjonsbredde på 0,4 kan anlegges uten å overstige kravet til maks deformasjon utenfor kant av støttemur, bro eller stup [41].

5.11.3 Rekkverk mellom kjørebane og gang- og sykkelveg

I N101 stilles det krav til trafikkskille på minimum 1,5 meter mellom bilveg og gang- og sykkelveg. Da dette er svært arealkrevende er det imidlertid besluttet å benytte rekkverk som trafikkskille [19, p. 52]. Rekkverket skal anlegges i styrkeklasse N2 da fartsgrensen på primærvegen er under 60 km/t og ÅDT er mindre enn 12000 [19, p. 38]. Innerrekkverk over brokonstruksjonene skal imidlertid utformes som H2 [19, p. 45].

Ved fartsgrensen ≤ 80 km/t tillates rekkverkets arbeidsbredde å dekke inntil en tredjedel av gang- og sykkelvegens bredde [19, p. 53]. Rekkverket kan derfor deformeres i rekkverksrommet på 0,75 m, over en grusskulder på 0,25 m og 1 m inn på gang- og sykkelvegen. Utførende entreprenør kan eksempelvis velge et skinnprofilrekkverk av typen

«Vik-P CC4M» med arbeidsbredde 1,3 [42]. Rekkverkstypen vil ha god nok plass til deformasjon og arbeidsbredden vurderes tilstrekkelig.

5.11.4 Rekkverk mellom gang- og sykkelvegen og sideterreng

Det er behov for rekkverk på venstre side av gang- og sykkelvegen langs støttemuren ved Grimen Camping. Dette da støttemuren er brattere enn 1:1,5 og høyere enn 1 m [19, p. 51]. Videre kreves det ytterrekkverk langs gang- og sykkelvegen over brokonstruksjonene [19, p. 45]. Av sikkerhetshensyn er det også prosjektert rekkverk hvor gang og sykkelvegen går langs Søylevatnet for å redusere faren for å falle/sykle av gang og sykkelvegen. Rekkverk mellom gang- og sykkelveg og sideterreng utformes som gangvegerekker.

5.11.5 Rekkverksender

Langs høyre kjørebane forsøkes det å forankre rekkverket i sideterreng. For betongrekkverk bør rekkverksendene svinges ut med en sideforskyvning på 1:10, mens det for resterende rekkverkstyper er tilstrekkelig med en sideforskyvning på 1:5 [19, p. 57]. Mellom kjørebane og gang- og sykkelveg forankres rekkverksendene med støtputer i sikkerhetsklasse 50 og utbøyingssklasse D1 [19, pp. 66-67]. Dette gjøres også enkelte plasser langs høyre kjørebane hvor det ikke er mulig å forankre rekkverksendene i sideterreng. For mer detaljert beskrivelse, se C-tegningene i «vedlegg 1 – Tegningsgrunnlag».

5.12 Kollektivanlegg

Det er i dag tre bussholdeplasser innenfor planområdet. Som følge av utbedringen er bussholdeplassen ved Brattlandstunellen fjernet av hensyn til arealknapphet, mens resterende holdeplasser er opprettholdt med noe forbedret plassering og utforming. Eksisterende holdeplasser ved Brattlandstunellen er plassert i en krapp kurve. Dette skaper problematiske siktforhold og potensielt farlige situasjoner ved forbikjøring. Eksisterende løsning er ikke universelt utformet siden av- og påstigning skjer i veikanten. For tilkomst til flere av boligene er man også avhengig av å krysse vegen. Til tross for at holdeplassen

fjernes, vurderes det at den nyetablerte gang- og sykkelvegen bedrer trafikksikkerhet og samtidig gjøre resterende holdeplasser lettere tilgjengelig.

I henhold til dimensjonsklasse HØ2 i N100 bør kollektivanlegg utformes som kantstopp eller busslomme uten trafikkdeler [18, p. 46]. Holdeplassene «Grimen» og «Brattland» er utformet med 3 meter brede busslommer etter utbedringsstandard. Dette innebærer inn- og utkjøringslengde på 17 m, oppstillingsplass på 20 m og hjørneavrunding med $R = 20$ m [18, p. 74].

Alle busslommene er etablert med avvisende kantstein. De første 8 meterne på plattformene er opphøyd med 12 cm, mens oppstillingsplassen er opphøyd med 16 cm [18, p. 76]. Plattformene på høyre side av vegstrekningen er 2,7 m bred og i henhold til minstekrav i N100 [18, p. 72]. På venstre side av veg foregår av- og påstigning langs gang- og sykkelvegen, noe som kan skape konflikt mellom passasjerer og syklende. Dette vurderes som den beste løsningen da det ikke er plass til å lede gang- og sykkeltrafikken bak en plattform.



Figur 52: Illustrasjon av busslomme ved Brattland Camping (Skjermdump Novapoint).

5.13 Grøfter og dreneringstype

Grøfter og drenering anlegges for å filtrere bort overvann og sikre vegens sideområder. Utformingen av grøftene langs delstrekningen er i stor grad avhengig av drensløsningen som velges. For valg av drens-system benyttes N200. Ved $\text{ÅDT} \geq 5000$ og fartsgrense ≤ 80 km/t anbefales lukket drenering med grunn sidegrøft [13, p. 98]. Dette vil være mindre arealkrevende enn en åpen løsning og anlegges langs begge sider av vegstrekningen. Drensledningen skal legges til frostfridybde (h_{10}) og ha en dybde på minimum 0,35 m under forsterkningslaget [13, p. 100].

I utgangspunktet skal grøfter utformes som fanggrøfter for å sikre trafikantene mot nedfall av stein og is [13, p. 38]. Flere av bergskjæringene på strekningen tilnærmet vertikal og opp mot 15 meter. Dette vil kreve fanggrøfter på minimum 3,8 meter [13, p. 39]. Langs Grimesvingene vil dette være svært arealkrevende og gå på bekostning av eiendommene som ligger nærmest vegen. For å redusere arealbeslag og terrenginngrep er grøftene utformet etter minimumskravene som stilles til lukket drenering. Grøfteskråningen utformes med helning 1:4 og grøftebunn tilsvarende minimumsbredde på 0,5 m [13, p. 100]. For å tilfredsstille krav om grøftedybde på 0,5 meter må grøfteskråningens bredde utgjøre 2 meter [13, p. 101]. Grøftebunn avsluttes mot bergskjæring med helning 10:1. For å sikre trafikanter mot nedfall av stein og is anbefales det å benytte bolter og steinsprangnett ved bergskjæringer høyere enn 3 meter.

5.14 Spesielle konstruksjoner

I dette underkapittelet presenteres konstruksjoner som foreslås å inngå i prosjektert løsning. For å benytte eksisterende elementer kreves det geotekniske- og konstruksjonsfaglige vurderinger. Dimensjonering av konstruksjonene inngår ikke i kapittelet da dette er utenfor oppgavens avgrensning. I C-tegninger i «vedlegg 1 – Tegningsgrunnlag» er konstruksjonene nummerert som vist i tabell 12:

1	2	3	4	5	6	7
Bro ved Grimen	Bro ved Liavika	Cellespant øst for Liavika	Cellespant vest for Brattlands-tunnelen	Brattlands tunnelen	Cellespant i Djupevika	Søylen Sundsbrua

Tabell 12: Nummerering av konstruksjoner i C-tegning

5.14.1 Bro

Det er totalt tre brokonstruksjoner langs prosjektert veg. I henhold til N100 skal vegens minimumskrav til horisontalradius økes med 50 % over disse [18, p. 93].

Det er planlagt en ny bro over Liavika slik en unngår å trekke veglinjen i bergskjæring på bekostning av bebyggelse. Samtidig anses det gjennomførbart å forankre konstruksjonen på begge sider av viken.

Såframt det lar seg gjøre ønskes det å benytte eksisterende brokonstruksjoner ved Grimen Camping og ved Søylen Sundsbrua. Sistnevnte krever uavhengig av utbedringen en oppgradering ettersom broen er kategorisert som et kritisk skadet broobjekt [7, p. 7]. Eksisterende broer kan beholdes med uendret bredde ved utbedringsstandard [18, p. 47]. Broene er derimot for smal til å inkludere en ny gang- og sykkelveg. Det vurderes derfor hensiktsmessig å prosjektere bærende tilleggskonstruksjoner for gang- og sykkeltrafikken framfor å etablere nye brokonstruksjoner.

Det er en forutsetning at prosjekterende for konstruksjonsfag velger brotype og materiale som ivaretar det bærekraftige aspektet ved utbedringen.

5.14.2 Støttemur

Støttemurer på strekningen skal bygges som tørrmurer av naturstein. Dette vil ha liten visuell virkning på landskapsbildet da det allerede eksisterer natursteinsmurer på strekningen. Samtidig vurderes det å være mer miljøvennlig enn å benytte betong [43]. Vegen er prosjektert på støttemur fra jernbanebroen og fram til innkjørselen til Grimen

Camping. Videre er det korte støttemurer like vest og øst for Grimeneset. For mer detaljert beskrivelse, se C-tegning i «vedlegg 1 – Tegningshefte».

5.14.3 Tunnel

Brattlandstunnelen er 26 meter lang og den eneste tunnelen på vegstrekningen. Ved utbedringsstandard i henhold til N100 fremgår det at tunneler kan beholdes med uendret bredde [18, p. 47]. Ettersom vegen anlegges med tilhørende gang- og sykkelveg skal imidlertid tunnelen utformes med tunnelprofil T11,5GS [18, p. 47]. Dette forutsetter en totalbredde på 11,5 meter og en frihøyde på 4,6 meter [18, p. 116]. Teoretisk sprengmasse som kreves for å utvide tunnelen er beregnet til 514 m³ i «vedlegg 3 – Inputverdier klimaregnskap». I følge N500 skal tunnel bygges med stigning lavere enn 5% [21, p. 16]. Brattlandstunnelen har stigningen på 3.52 % og kravet er tilfredsstillt.

5.14.4 Cellespunt

Det foreslås å fundamentere vegen på cellespunter vest for Brattlandstunnelen og over Djupevika. En cellespunt er en forstøtningskonstruksjon med dobbeltsidig spuntvegg. Metoden er lite utbredt i vegbygging og blir vanligvis benyttet i brokonstruksjoner, kaianlegg og fangdammer mot vanntrykk [25, p. 311]. Løsningen er inspirert av «Riksveg 13 ved Granvinsvatnet» hvor det ble brukt cellespunftfundament i vegbygging. I Granvinsvatnet ble vegen fundamentert på 7 cellespunter med diameter 19,1 meter [44].



Figur 53: Djupevika (Foto: Privat)

Ved utbygging blir hver cellespunt langsomt fylt med stein for å oppnå stabilitet [45, p. 10]. Det er en forutsetning at spuntkonstruksjonen prosjekteres med «uendelig materialstyrke» som motstår vanntrykk og fordeler lastene fra vegtrafikk til undergrunn. På denne måten unngår en risiko for at spenninger fører til brudd eller deformasjon [25, p. 311].



Figur 54. Skissert løsning med cellespunter markert i turkis og nytt landområde i grønt (Skjermdump Autocad).

Vegstrekningen over Djupevika er 106 meter og foreslås fundamentert på 3 celler med diameter på 19 meter. Vegstrekningen fundamenteres også på cellespunter i de to vikene mellom Liavika og Brattlandstunnelen. Hvert parti er i underkant av 35 meter og krever to cellespunter med forbehold om diameter på 19 m. Mellom eksisterende veg og cellespuntene i Djupevika etableres et nytt landområde som planeres med overskuddsmasser.

Multiconsult har utført grunnundersøkelser som viser at bunnen av Grimevatnet består av et gytjelag på opptil 3,5 m og et underliggende lag av silt- og sandmasser. Videre er det knyttet usikkerhet til lagdeling ned mot fast fjell og det utelukkes ikke at en kan finne innsjøsediment av silt og leire [15, p. 4]. På bakgrunn av dette må det utføres grundigere undersøkelser for å beslutte hvorvidt cellespuntene forankres i løsmasser eller i fast fjell. Det forutsettes at geoteknikker vurderer sikreste forankringsløsning da bruddformer som veltning og glidning kan oppstå som følge av manglende kunnskap til lokal bæreevne [25, p. 311].

5.15 Berørte eiendommer

Utbedringen av Grimesvingene vil berøre en rekke eiendommer i planområdet. Dette gjelder spesielt langs gang- og sykkelveg ved Brattlandstunnelen og Grimen Camping. I «vedlegg 9 – Berørte eiendommer» er de berørte eiendommene med tilhørende gårds - og bruksnummer skissert i et kart.

5.16 Fravik i byggeplan

Krav som fraviker fra ordlyden skal og bør er vist i tabell 13:

Krav	Skal/bør	Fravik
Sirkelbue på hovedveg i profil 82,65 – 89,40 er ikke i henhold til minste horisontalkurveradius på 125	Bør	Sirkelbue med radius 95

Sirkelbue på hovedveg i profil 288,07 – 315,24 er ikke i henhold til minste horisontalkurveradius på 125	Bør	Sirkelbue med radius 103
Sirkelbue på hovedveg i profil 407,07 – 523,77 er ikke i henhold til minste horisontalkurveradius på 125	Bør	Sirkelbue med radius 106
Sirkelbue på hovedveg i profil 783,01 – 784,30 er ikke i henhold til minste horisontalkurveradius på 125	Bør	Sirkelbue med radius 105
Sirkelbue på hovedveg i profil 1019,70 – 1076,2 er ikke i henhold til minste horisontalkurveradius på 125	Bør	Sirkelbue med radius 85
Sirkelbue på hovedveg i profil 1137,49 – 1234,07 er ikke i henhold til minste horisontalkurveradius på 125	Bør	Sirkelbue med radius 100
Sirkelbue på hovedveg i profil 1856,32 – 1932,87 er ikke i henhold til minste horisontalkurveradius på 125	Bør	Sirkelbue med radius 80
Sirkelbue på hovedveg i profil 2035,83 – 2097,40 er ikke i henhold til minste horisontalkurveradius på 125	Bør	Sirkelbue med radius 102
Horisontalkurveradius på hovedveg er ikke i henhold til minste kurveradius på 200 i kryssområdet til Brattlandsvegen	Skal	Sirkelbue med radius 125
Grøfter tilfredsstillende ikke nødvendig bredde for fangrøft	Skal	Grøft utformet med bredde 2,5 m
Horisontalkurveradius over Liavika er ikke i henhold til minste horisontalkurveradius på 188.	Skal	Broen over Liavika er anlagt med en horisontalkurveradius på 105.

Tabell 13: Fravik

5.17 Resultat av detaljprosjektering

Som et resultat av detaljprosjektering av Grimesvingene er det utarbeidet tekniske tegninger etter håndbok R700 Tegningsgrunnlag. Tegningene er vist i «vedlegg 1 – Tegningsgrunnlag» og omfatter:

- A - tegning: Forside og tegningsliste
- B - tegning: Oversiktstegning
- C - tegning: Plan- og profiltegning
- F - tegning: Normalprofil
- U – tegning: Tverrprofiler

Tegningene har til hensikt å vise anbefalt alternativ og at prosjektet er gjennomførbart. Omfanget er derfor ikke tilsvarende som for en byggeplan.

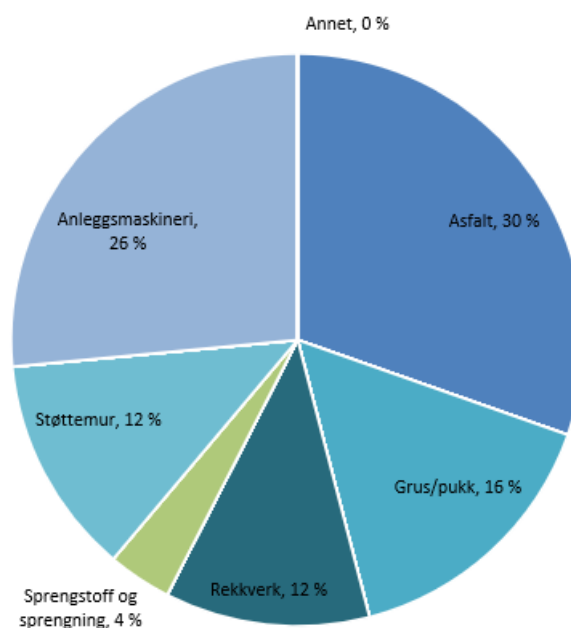
6 - Tilrettelegging av bærekraftig prosjektering

Som en del av problemstillingen har det vært en målsetting å prosjektere og tilrettelegge for en bærekraftig utbedring. I dette kapittel foreslås det implementert klimareduserende tiltak under prosjektering og utførelse for å redusere anleggsbransjens klimagassutslipp og miljøpåvirkning i tråd med NTPs fremtidige klima- og miljømål. Det tilrettelegges for en bærekraftig oppgradering av fylkesvegen som vil gi lave klimagassutslipp under utbygging. Dette ved å foreslå valg av miljøvennlige materialer og spesifikke miljøtiltak. Videre er det valgt å belyse prosjektets miljøavtrykk i form av trafikkstøy og forurensing.

De klimareduserende tiltakene som presenteres videre i teksten er kun veiledende for utførende entreprenør. Å sette bærekraftige krav i et prosjekt krever bred kunnskap, god planlegging og tverrfaglig samarbeid for at det skal fungere i praksis. utfordringene knyttet til dette blir også belyst senere i kapitlet.

6.1 Forenklet klimaregnskap

Det livsløpsbaserte regneverktøy VegLCA er benyttet for å gi et estimat på prosjektets klimafotavtrykk. Dette er framstilt i «vedlegg 4 – Forenklet klimaregnskap». I klimaregnskapet deles prosjektets klimagassutslipp inn i ulike moduler avhengig av prosjektets livsløpsfaser. Modul A1-A3 gjelder fra råvarehenting til produktet er ferdigprodusert ved fabrikkport, A4 er knyttet til transport av produkter til byggeplass og A5 omfatter utbygging [46].



Figur 55: Klimagassutslipp for materialproduksjon og utbygging hentet fra «vedlegg 4 – Forenklet klimaregnskap»

den prosentvise fordelingen av klimagassutslipp knyttet til materiellproduksjon og utbygging i modul A1-A5.

6.1.1 Klimagassutslipp tilknyttet anleggsmaskiner og utbygging

Statens vegvesen har anslått at en tredjedel av klimagassutslipp fra anleggsplasser skyldes dieselforbruk i anleggsmaskiner og transport av materialer [47]. Klimagassutslippene fra «anleggsmaskineri» i figur 55 gjenspeiler i stor grad dette anslaget. Posten omfatter direkte klimagassutslipp lokalt på anleggsplassen og utgjør 26 % av vegprosjektets totale klimagassutslipp. I henhold til «vedlegg 4 – Forenklet klimaregnskap» tilsvarer dette en CO₂-ekvivalent på 655 tonn. Videre i teksten drøftes alternativer som kan redusere utslippene tilknyttet anleggsmaskineri.

Teknologien for elektrifiserte maskiner er i utvikling, men er ikke god nok til å tilfredsstille en 100% utslippsfri anleggsplass [48, p. 20]. Ved å sammenligne utslippfaktorene som er lagt til grunn i Asplan Viaks utredning «Muligheter for Fossilfrie bygge- og anleggsplasser i Hordaland», vil elektrisitet gi 95 % reduksjon av klimagassutslipp sammenlignet med 100 prosent fossil diesel [48, p. 31]. På bakgrunn av dette anbefales det å benytte elektriske anleggsmaskiner under utbygging. Eksempler på dette er vist i tabell 14:

Kabelelektrisk	Batterielektrisk	Plug-in batterielektrisk	Hybridmaskiner
Er tilkoblet det lokale strømnettet med kabel. Dette vil være best egnet til stasjonære operasjoner [48, p. 19]. Dette kan eksempelvis benyttes for lossing av fyllmasser i Djupevika.	Er mer mobil i bruk, men krever oppladning etter en viss tid [48, p. 19]. Eksempelvis kan det benyttes små maskiner som mini-gravemaskiner, boremaskiner og asfaltspredere [48, p. 19].	Er en kombinasjon kabelelektrisk og batterielektrisk [48, p. 18]. Eksempelvis kan det benyttes elektriske lastebiler som tilkobles strømnettet på anlegget for å operere kran utslippsfritt [49, p. 25].	Er en kombinasjon av kabelelektrisk eller batterielektrisk med brenselcelle eller forbrenningsmotor [48, p. 20]. Eksempelvis kan det benyttes gravemaskiner og mindre vibroplater [48, pp. 47,49]

Tabell 14: Kategorisering og forslag til elektriske anleggsmaskiner

Mindre batterielektriske anleggsmaskiner har ikke nødvendigvis høyere investeringskostnader enn tilsvarende dieseldrevne maskiner. Ettersom driftskostnadene ved elektrisk drevne maskiner forventes å være betydelig lavere enn for dieseldrevne, kan investering i batterielektriske maskiner på lang sikt være lønnsomt [48, p. 20].

For større anleggsmaskiner er ikke batteriteknologien utviklet tilstrekkelig [48, p. 19]. Et alternativ kan derfor være å anvende biodrivstoff². Ettersom biodrivstoff kan benyttes i de fleste eksisterende maskiner vurderes det som et effektivt tiltak for å redusere prosjektets klimagassutslipp [48, p. 25]. For å oppnå en reell klimagevinst forutsettes det produksjon av biodrivstoffet ikke fører til arealbruksendringer [48, p. 27].

Som tidligere nevnt er prosjektets klimagassutslipp fra anleggsmaskiner anslått til 655 tonn. Ifølge miljødirektoratet hadde biodrivstoff omsatt i Norge i 2017 «i snitt 65 prosent lavere

² Bioenergi er ofte omtalt som en klimanøytral fossilfri energikilde fordi forbrenning av biomasse inngår i det naturlige karbonkretsløpet. Ettersom dette imidlertid gir lokal luftforurensing kan ikke biodrivstoff defineres som utslippsfritt [48, p. 6]

livsløpsutslipp av klimagasser enn fossil bensin og diesel» [50]. Den teoretiske effekten av å skifte ut diesel med biodrivstoff vil derfor være å redusere prosjektets utslipp med 425 tonn.

Av praktiske hensyn anbefales det at entreprenør benytter en kombinasjon av elektriske anleggsmaskiner og maskiner drevet på biodiesel. En av de viktigste forutsetningene vil være å avklare tilgangen på sertifisert biodrivstoff og om strømleverandør kan legge opp tilstrekkelig byggestrøm på anleggsplassen [48, p. 20].

6.1.2 Klimagassutslipp under materialproduksjon og transport

Statens vegvesen har anslått at to tredjedeler av klimagassutslipp på anleggsplasser kommer fra materialproduksjon [47]. I prosjektets klimaregnskap omfatter materialutslipp modul A1-A4 og inkluderer derfor også transport. For å gi et mer realistisk bilde på klimautslippene er det tilegnet prosjektspesifikke verdier for transportdistanser for de ulike materialene. Avstandene er basert på de nærmeste asfalt- og steinknuseverkene i området. Korte transportdistanser er fordelaktig for å kutte kostnader og redusere klimagassutslipp fra transport av materialer. Ved materialkjøp bør det også vurderes hvordan materialene er produsert, da dette vil variere fra produsent til produsent.

Av figur 55 kommer det fram at asfaltproduksjon står for 30 % av prosjektets samlede klimagassutslipp. Dersom det ikke hadde blitt foretatt valg av materialer i «vedlegg 3 – Materialvalg i vegdekke og bærelag» ville andelen vært større. I tabell 15 illustreres den teoretiske effekten som er oppnådd ved å velge materialene med lavest CO₂-ekvivalent:

	CO ₂ -ekvivalent [kg]		
	Valgt løsning	Forkastet løsning	Teoretisk reduksjon
Vegdekke	250 897	285 668	-34 771
Bærelag	340 474	360 271	-19 797
Bærelag (G/S-veg)	8 761	56 358	-47 597
Totalt	600 132	702 297	-102 165

Tabell 15: Teoretisk reduksjon av CO₂-ekvivalent. Sammenstilt av tall fra «vedlegg 2 – Materialvalg i vegdekke og bærelag».

Effekten tilsvarer en reduksjon i klimagassutslipp på over 100 tonn allerede tidlig i prosjektering. Posten kan reduseres ytterligere ved å benytte bærekraftig asfalt. Eksempelvis kan det benyttes lavtemperatur-asfalt (LTA) som reduserer CO₂-utslippet med 30-40 % under produksjon. LTA reduserer også asfaltrøyk med om lag 50 % under utlegging [51].

Grus og pukk utgjør 26 % av klimagassutslippene i figur 55. Dersom geotekniker vurderer at steinmaterialene fra bergskjæringer og eksisterende vegoverbygning har god nok kvalitet til å gjenbrukes vil prosjektet transportbehov og totale utslipp reduseres. Hovedårsaken til at steinmaterialene utgjør en så stor del av det samlede klimagassutslippet skyldes tykkelsen på forsterkning -og frostsikringslaget. Ettersom det ble foretatt en konservativ vurdering av grunnforholdene som følge av manglende grunnundersøkelser er det risiko for at overbygningen er overdimensjonert. Potensiale for å redusere utslippene i kategorien «Grus/pukk» kan derfor være av betydelig størrelse dersom undergrunnen er mindre telefarlig enn antatt.

Støttemur utgjør 12 % prosjektets utslipp i henhold til figur 55. Dette forbeholdt at det oppføres en helt ny støttemur. For å redusere investeringskostnader og transport av masser inn og ut av anlegg ønskes det å gjenbruke elementer av eksisterende mur. Dette krever en geoteknisk vurdering og forutsetter at steinblokkene er av god kvalitet.

Vegstrekningen krever gangvegerekker og rekkverk i styrkeklasse H2, N2. Rekkverkstypene er beregnet som standard vegerekker (gangvegerekker og N2) og brukerekker i stål (N2) i klimaregnskapet. I henhold til figur 55 vil produksjon og transport av rekkverkstypene utgjøre 12 % av prosjektets totale klimagassutslipp. Rekkverkslengden er fastsatt etter krav til sikkerhet og vil derfor ikke kunne justeres. For å redusere utslippene ytterligere vil det derfor være viktig at entreprenør gjør livsløpsvurderinger av materialene i rekkverkene.

6.2 Vegtrafikkstøy

Nesten 80% av utendørsstøy kommer fra vegtrafikk [36]. Støy virker negativt for folks velvære og trivsel. Det kan forårsake stress som igjen kan gi helseskader som hjerte – og karsykdomer [2, p. 246].

Støy vurderes etter miljødirektoratets «Retningslinje for behandling av støy i arealplaner (T-1442)» med tilhørende veileder. Retningslinjen er kun veiledende, men kan gjøres juridisk bindende i en reguleringsplan [52]. Det foreligger ingen reguleringsplan for området som vil stille krav til dette. Ettersom prosjektets omfang er stort foreslås det likevel permanente og midlertidige støytiltak for å ivareta miljømessige aspekter ved utbyggingen.

6.2.1 Midlertidige støyreducerende tiltak under utbygging

Det anbefales å starte tidlig med planlegging av støyreducerende tiltak forbeholdt anleggsperioden [53, p. 92]. Innledningsvis bør det opprettes dialog med berørte naboer for å hindre irritasjon og konflikter i prosjektet.

Støynivået kan reduseres med provisoriske løsninger. Det kan eksempelvis henges opp tykke lydabsorberende duker eller plassere ut containere for å skjerme bebyggelse mot støyplager [53, p. 94]. Elektriske anleggsmaskiner som tidligere nevnt vil også bidra til å redusere støy. Tiltaket som vurderes å ha størst effekt i prosjektet er å benytte hydraulisk nedpressingsmaskin til gjennomføring av spuntarbeidet. Dette vil reduserer lydnivået sammenlignet med tradisjonell slagspant [53, p. 94]. I tillegg kan det iverksette redusert driftstid på arbeidet, eksempelvis ved å kun tillate spuntarbeid i tidsrommet 08-16 og legge opp til faste pauser [53, p. 94].

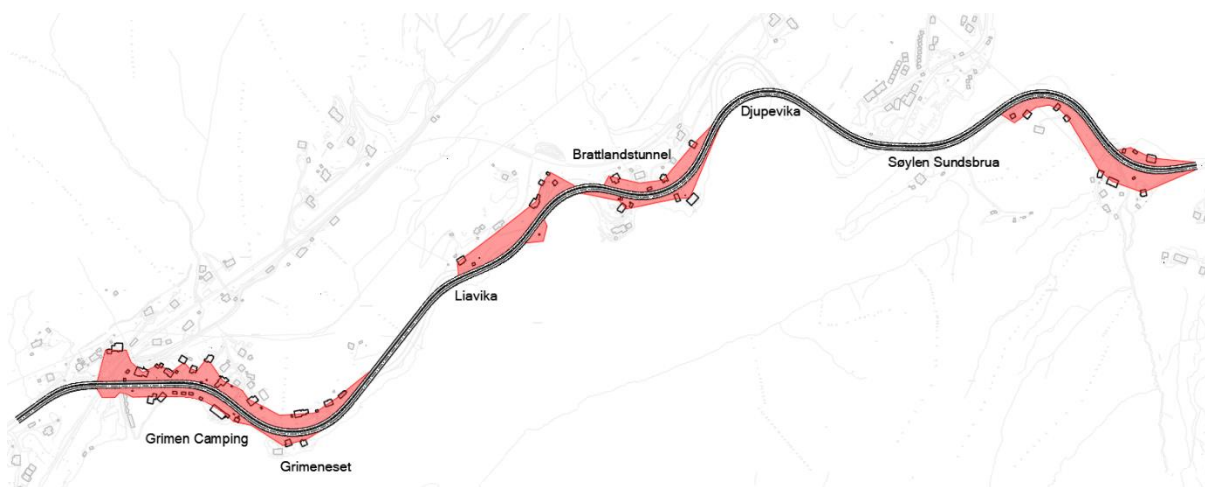
6.2.2 Permanente støyreducerende tiltak

Trafikken ved Grimesvingene bidrar i dag til at en rekke boliger ligger i rød støysone. Det vurderes derfor nødvendig å anlegge støyskjermer for å begrense støynivået til eiendommene langs strekningen. Det skilles mellom områdeskjermer og lokal skjermer [54]. Valg av løsning gjøres etter nærmere vurderinger av formål og hensyn til landskap.

En områdeskjerm er en sammenhengende skjerm som gjerne er flere hundre meter lang og 2-4 meter høy. En lokal skjerm monteres nær bolig eller uteplass, er 5-15 meter lang og 1-2 meter høy [54]. En lokal støyskjerm vil fremstå mindre dominerende i landskapet sammenlignet med en områdeskjerm. Samtidig finnes det allerede lokale støyskjermer i

området. For å ivareta estetikk og landskap langs fylkesvegen anbefales og det å etablere tilsvarende ved utbygging.

I figur 56 er det illustrert hvilke eiendommer som forventes å bli spesielt støyuetsatt som følge av utbyggingen. Støysituasjonen vurderes ikke å bli betydelig endret da prosjektert vegstrekning i stor grad følger referansealternativet. Den røde skravuren tar derfor utgangspunkt i rød støysone (se figur 26) i støykart for eksisterende veg. De utsatte områdene er utvidet med tilsvarende bredde som vegen er flyttet fra referansesituasjonen. For bebyggelse som berøres av den røde skravuren anbefales det å montere lokale støyskjermer.



Figur 56: Anslag av støyuetsatt bebyggelse som følge av utbygging (Skjermdump AutoCAD)

Det er knyttet usikkerhet til hvor dyrt det vil være å etablere støyskjermer langs fylkesvegen. Effektene av støyreducerende tiltak er vanskelig å måle før tiltaket er etablert. Uavhengig av dette vurderes forslaget å gi helsegevinst for beboerne. Etter å ha avklart hvor det skal etableres støyskjerm bør det engasjeres arkitekter som kan tilpasse støyskjermene til landskapet og bebyggelsen. En forutsetning for utforming av støyskjermene bør være at skjermene tar minst mulig av utsikten fra eiendommene.

6.3 Forurensing

Vegtrafikk er en viktig kilde til forurensing av luft, vann, jordsmonn og vegetasjon [55].

Utbedring av fylkesvegen kan særlig påvirke lokal luftkvalitet og vannkvalitet i Grimevatnet og Søylevatnet. Risikoen for å påvirke lokal vannkvalitet er særlig knyttet til avrenning av

forurenset overvann fra veg og anleggsområde. Å tilrettelegge en bærekraftig drensløsning for rensing av overvann er ikke omtalt i dette kapitlet ettersom VA-løsninger faller utenfor oppgavens avgrensning. På bakgrunn av dette er det videre utarbeidet midlertidige og permanente tiltak med hensikt å begrense lokal luftkvalitet.

6.3.1 Lokal luftkvalitet

Lokal luftkvalitet reguleres av kapittel 7 i forurensingsforskriften og belyser ansvar og plikter kommune og anleggseiere har for å kontrollere luftforurensing. Forskriften setter tydelige grenseverdier for tillatt forurensing [56].

Vegtrafikk er den største kilden til lokal luftforurensing. Det er særlig forekomsten av NO₂ fra dieselmotorer og slitasjepartikler (svevestøv) fra veg, bildekk og bremses som bidrar til farlige konsentrasjoner i luften [57]. Undersøkelser viser at langvarig og kortvarig eksponering av har en tydelig sammenheng med dødelighet og sykdommer som luftveislidelser og hjerte- og karsykdommer [58, p. 5].

Av kapittel 7 i Forurensingsforskriften vil Bergen kommune være forurensningsmyndighet for delstrekningen som er prosjektert [56]. Myndigheten medfører at kommunen kan fatte vedtak overfor Vestland fylkeskommune, som er eier av Fv. 587. Hensikten med dette er å følge opp at grenseverdiene i forskriften blir overholdt [58, p. 9]. Fylkeskommune og kommune har et felles ansvar med å utarbeide langsiktige tiltak og strakstiltak for lokal forurensing. Langsiktige tiltak har som formål og reduserer forurensingen over tid, mens strakstiltak iverksettes for å unngå brudd på grenseverdiene [59].

Aktuelle tiltak for å begrense NO₂ konsentrasjonen i luften er stort sett rettet mot redusert trafikkmengde. Dette kan følges opp med kjørebegrensninger (datokjøring og dieselbud), økte bomtakster, etablering av gang/sykkelveier og teknologi som reduserer kjøretøys eksosutslipp [59].

Svevestøv begrenses med støvdemping, økt renhold (vasking og feiing), lavere fartsgrense og piggdekkgebyr. Støvdemping har som formål å binde støvpartikler fra vegen med bruk av befuktet salt og bør kombineres med renhold for optimal effekt [59].

Det er forventet at luftforurensingen vil øke som følge av anleggsarbeidet. På bakgrunn av dette er det utarbeidet noen veiledende tiltak som bør etterfølges under utbygging:

- Unngå knusing av sprengstein på anlegget.
- Regelmessig vasking/feiling av vegbanen.
- I perioder med ekstra støvansamling skal det benyttes befuktet salt.
- Regelmessig vask av anleggsmaskiner og utstyr.
- Redusere bruk av dieselmaskiner.
- Benytte støvsuger til å samle støv fra sprenging/boring av fjell [60].

6.4 Drøfting av bærekraftige virkemidler

Hvordan man skal bygge bærekraftige veger er et tema som kommer til å være aktuelt i årene som kommer [61]. På bakgrunn av dette er det aktuelt å undersøke virkemidler som vil bidra til å implementere bærekraft i vegprosjekter. Dersom utviklingen skal gå i riktig retning vurderes det som nødvendig å ha standardiserte verktøy for byggherrer, entreprenører og rådgivere.

Det offentlige setter fokus på klimautfordringer gjennom lover, forskrifter, regelverk og i sin rolle som byggherre [48, p. 40]. Dersom byggherrer i større grad stiller klima- og miljøkrav i kontrakter og er villig til å betale merkostnader til reduserte klimagassutslipp, vil utviklingen skje raskere [48, p. 36]. Investering i miljøvennlig teknologi er kostbart og skaper gjerne en økonomisk barriere for entreprenør. For vegprosjektet i Grimesvingene kan Vestland Fylkeskommune stille krav til å benytte biodrivstoff i anleggsmaskiner og kompensere utførende entreprenør for merkostnaden knyttet til å skifte ut anleggsdiesel med biodrivstoff.

I løpet av 2020 har Statens vegvesen satt seg et mål om å innføre klimabonuser i alle utførelseskontrakter høyere enn 51 millioner kroner. Dette innebærer at entreprenør oppnår ekstra bonus dersom klimaregnskap viser bedre tall enn klimabudsjett, eventuelt et klimatrekk dersom resultatet er dårligere enn budsjettet [62]. Å benytte intensiver i

kombinasjon med klimakrav vurderes å være en god løsning for å motivere til bærekraftige valg i prosjekter.

Byggherrer kan eksempelvis stille krav om klimaregnskap og miljøsertifisering av vegprosjekter. I flere land har offentlige byggherrer innført miljøsertifiseringsverktøyet CEEQUAL som en bransjestandard for å ivareta økonomiske, sosiale og miljømessige aspekter i anleggsprosjekt [63, p. 13]. Verktøyet måler bærekraft og kvalitet etter dokumenterte vurderingskriterier. Prosjektets miljøprestasjon verifiseres og tildeles en samlet karakter av ekstern tredjepart [64]. Slike virkemidler vil forplikte rådgivere og entreprenører til å rette et større fokus på bærekraft i planlegging og utførelse. I Norge har blant annet Nye Veier stilt krav om at alle deres kommende prosjekter skal CEEQUAL-sertifiseres [65, p. 19].

Det er ikke kjent at Vestland fylkeskommune har innarbeidet lignende krav i kontraktene sine. Likevel er det utarbeidet et forenklet klimagassutslipp og forsøkt å redusere klimautslippene for vegprosjektet i Grimesvingene. Dette vil være i tråd med fylkeskommunens mål om å redusere klimagassutslipp gjennom «effektive og bærekraftige løsninger til beste for samfunnet» [66].

Å etablere en felles bransjestandard for anleggsbransjen vil sannsynligvis bidra til økt forståelse av hvordan en skal redusere utslipp i anleggsbransjen. Et godt utgangspunkt er å benytte den felles europeiske standarden CWA 17089. Denne beskriver en metode for å vurdere bærekraftsaspektet ved eksisterende og planlagte veger [61]. Antageligvis vil ikke en europeisk standard i seg selv være nok for å oppfylle NTPs fremtidige klima- og miljømål. En standard tilpasset norske forhold forsterket av myndighetskrav, vil trolig bidra til flere bærekraftige prosjekt i fremtiden.

7 - Konklusjon

Problemstillingen og prosjektets målsettinger har vært sentral i utarbeiding av oppgaven. I dette kapittelet besvares: *Hvordan prosjektere og tilrettelegge for en bærekraftig utbedring av Fv. 587 langs Grimesvingene?*

Gjennom konsekvensanalysen i kapittel 4 er det anbefalt å gå videre med konsept 3 (K3). Dette er vurdert som det mest bærekraftige alternativet som kan anlegges for Grimesvingene. Veglinjen resulterer i bedre trafiksikkerhet og fremkommelighet som er i tråd med prosjektets mål. Å tilrettelegge for et sikkert transportsystem for alle brukere er løst med å oppgradere vegen til dimensjoneringsklasse HØ2 med sidestilt gang- og sykkelveg.

For å unngå etablering av ny hovedtrafikkåre mot Bergen sentrum er kravene for dimensjoneringsklasse HØ2 holdt til et minimum og fartsgrensen redusert med 10 km/t for å opprettholde dagens fartsgrense. Videre forventes det at en fremtidig Ringveg Øst vil redusere gjennomgangstrafikken i Grimesvingene og bidra til å nå prosjektmålet.

Det er gjennomgående i oppgaven forsøkt å utarbeide langsiktige og bærekraftige løsninger som skal komme samfunnet til gode og svare opp til myndighetenes miljøforpliktelser. Ved å benytte klimaregnskapet VegLCA er det mulig å estimere prosjektets CO₂-ekvivalent og foreta bærekraftige valg i prosjektet. Resultat av klimavalg i overbygningen tilsvarer en teoretisk reduksjon i klimagassutslipp på over 100 tonn. Dette viser at valgene som blir tatt under prosjektering i stor grad påvirker det bærekraftige resultatet i prosjektet. For å redusere utslippene ytterligere anbefales det at forslagene i kapittel 6 implementeres i anleggsfasen. Dersom en større andel dieselmaskiner byttes ut med biodrivstoff og elektriske kjøretøy vil prosjektenes klimagassutslipp reduseres betraktelig.

For å oppnå tilstrekkelig effekt av tiltakene er det avgjørende at byggherrer stiller klima- og miljøkrav i anleggskontrakter. På denne måten kan en på sikt oppnå en felles standard for vegprosjekter. Dette vil medføre til at rådgivere, byggherrer og entreprenører – sammen drar bransjen i en miljøvennlig retning som kommer samfunnet til gode.

På bakgrunn av tiltakene som er gjennomført vurderer gruppen at det er prosjektert og tilrettelagt for en bærekraftig utbedring av Fv. 587 langs Grimesvingene med hensyn på klima og miljø.

8 - Kilder

- [1 Statens vegvesen, «Ringveg øst og E39 nord i Åsane,» 24 08 2016. [Internett]. Available:
] https://www.vegvesen.no/_attachment/1497258/binary/1127898?fast_title=Hovedrapport+-+Ringveg+%C3%B8st+og+E39+nord+i+%C3%85sane+%2811+MB%29.pdf.
- [2 Samferdselsdepartementet, «Meld. St. 33 - Nasjonal transportplan 2018–2029,» 05 04
] 2017. [Internett]. Available:
<https://www.regjeringen.no/contentassets/7c52fd2938ca42209e4286fe86bb28bd/no/pdfs/stm201620170033000dddpdfs.pdf>.
- [3 Hordaland fylkeskommune, «Regional transportplan Hordaland 2018-2029,» 06 2017.
] [Internett]. Available: <https://www.vestlandfylke.no/globalassets/planlegging/regionale-planer/regional-transportplan-for-hordaland-2018-2029.pdf>. [Funnet 18 03 2020].
- [4 Statens vegvesen, «Nasjonal transportplan,» 10 01 2020. [Internett]. Available:
] <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/nasjonal-transportplan>. [Funnet 11 03 2020].
- [5 FN-sambandet, «Bærekraftig utvikling,» 2019. [Internett]. Available:
] <https://www.fn.no/tema/fattigdom/Baerekraftig-utvikling>. [Funnet 24 04 2020].
- [6 Statens vegvesen, «Vegkart,» [Internett]. Available:
] [https://www.vegvesen.no/nvdb/vegkart/v2/#kartlag:geodata/vegreferanse:-27331.512996359328:6728722.827237321/hva:\(~\(farge:'0_0,id:540\)\)/@-27266,6728543,14/vegobjekt:159616921:40a744:540](https://www.vegvesen.no/nvdb/vegkart/v2/#kartlag:geodata/vegreferanse:-27331.512996359328:6728722.827237321/hva:(~(farge:'0_0,id:540))/@-27266,6728543,14/vegobjekt:159616921:40a744:540). [Funnet 12 02 2020].
- [7 Statens vegvesen, «Forfall fylkesvegbru i Hordaland,» 10 11 2016. [Internett]. Available:
] <https://www.hordaland.no/globalassets/for-hfk/veg-og-transport/pdf/forfall-2010-2016-fylkesvegbru-i-hordaland--endeleg.pdf>.
- [8 Skyss, «Holdeplasser,» [Internett]. Available: <https://reise.skyss.no/stops/stop-group>.
] [Funnet 10 03 2020].

- [9 Bergen Kommune, «Bergen. Kommuneplanens Arealdel 2018 - 2030,» 2019. [Internett].
] Available: <https://www.arealplaner.no/bergen4601/arealplaner/833/fullskjerm>. [Funnet 11 03 2020].
- [1 Bergen Kommune, «Bestemmelser og retningslinjer til kommuneplanens arealdel 2018,»
0] 2019. [Internett]. Available:
https://www.bergen.kommune.no/bk/multimedia/archive/00350/Bestemmelser_til_KP_350211a.pdf. [Funnet 23 03 2020].
- [1 Norges Geologiske Undersøkelse, «Nasjonal berggrunnsdatabase,» [Internett].
1] Available: http://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/. [Funnet 09 03 2020].
- [1 Norges Geologiske Undersøkelse, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» [Internett].
2] Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/. [Funnet 09 03 2020].
- [1 Vegdirektoratet, «Håndbok N200 Vegbygging,» Statens vegvesen, 2018.
3]
- [1 T. R. Klausen, M. Noreng og E. V. Natvik, «Grimevatn og Sjølevatn - Naturmangfold,
4] vassmiljø og hydrologi,» Sweco, Trondheim, 15.01.2018.
- [1 A. B. Roe, «Grimevatnet, Overordnede geotekniske vurderinger av utfylling,»
5] Multiconsult, 01.09.2018.
- [1 Statens vegvesen, «Vegkart,» 17 04 2020. [Internett]. Available:
6] <https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/nasjonal+vegdatbank/kart>. [Funnet 12 05 2020].
- [1 Statens vegvesen, «Om håndbøkene,» 18 12 2019. [Internett]. Available:
7] <https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker/om-handbokene>. [Funnet 09 03 2020].
- [1 Vegdirektoratet, «Håndbok N100 Veg- og gateutforming,» Statens vegvesen, 2019.
8]

- [1 Vegdirektoratet, «Håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder,» Statens vegvesen, 9] 2014.
- [2 Vegdirektoratet, «Håndbok N400 Bruprosjektering,» Statens vegvesen, 2015. 0]
- [2 Vegdirektoratet, «Håndbok N500 Vegtunneler,» Statens Vegvesen, 2020. 1]
- [2 Vegdirektoratet, «Håndbok R700 Tegningsgrunnlag,» Statens Vegvesen, 2019. 2]
- [2 Vegdirektoratet, «Håndbok V120 Premisser for geometrisk utforming av veger,» Statens 3] vegvesen, 2019.
- [2 Vegdirektoratet, «Håndbok V121 Geometrisk utforming av veg- og gatekryss,,» Statens 4] vegvesen, 2014.
- [2 Vegdirektoratet, «Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging,» Statens vegvesen, 2018. 5]
- [2 Vegdirektoratet, «Håndbok V712 Konsekvensanalyser,» Statens vegvesen, 2018. 6]
- [2 J. Hammervold, «Dokumentasjon VegLCA v4.01,» Asplan Viak AS, 23 01 2020. 7] [Internett]. Available:
https://www.vegvesen.no/_attachment/2429426/binary/1360781?fast_title=VegLCA+v4.01+Dokumentasjon.pdf.
- [2 T. Jørgensen og E. Kvam, Vegutforming for ingeniørutdanningen, Sarpsborg: Høgskolen i 8] Østfold, 2007.
- [2 Bergen Kommune, «Gamle Vossebanen kulturminneutredning,» 03 2006. [Internett]. 9] Available:

https://www.bergen.kommune.no/bk/multimedia/archive/00341/Vossebanen_341126a.pdf.

[3 Miljødirektoratet, «Naturbase,» [Internett]. Available:

0] <https://faktaark.naturbase.no/?id=BN00000774>. [Funnet 11 04 2020].

[3 «Forskrift om fredning av Gamle Vossebanen, Tunestveit (km 459,48) – Midttun (km

1] 480,9), Bergen kommune, Vestland (forskrift om fredning av Gamle Vossebanen),» 2016.

[3 Miljødirektoratet, «Miljøstatus kart 3.0,» [Internett]. Available:

2] <https://miljoatlas.miljodirektoratet.no/MAKartWeb/KlientFull.htm?>. [Funnet 23 05 2020].

[3 Norsk institutt for bioøkonomi, «Arealinformasjon,» [Internett]. Available:

3] https://kilden.nibio.no/?lang=nb&X=6728738.71&Y=-27841.44&zoom=10.935153662012317&topic=arealinformasjon&bgLayer=graatone_cache&layers=ar5_arealtype&layers_opacity=0.75&catalogNodes=237. [Funnet 13 04 2020].

[3 Statens vegvesen, «Vegkart,» [Internett]. Available: <https://vegkart->

4] [2019.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/hva:\(~\(category:\(type:'enum,id:5074\),farge:'0_0,filter:\(~\(operator:'*3e*3d,type_id:5055,verdi:\(~'2010-01-01\)\)\),id:570\)\)/@-26778,6728870,14](https://2019.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/hva:(~(category:(type:'enum,id:5074),farge:'0_0,filter:(~(operator:'*3e*3d,type_id:5055,verdi:(~'2010-01-01))),id:570))/@-26778,6728870,14). [Funnet 24 03 2020].

[3 Statens vegvesen, «Vegkart,» [Internett]. Available: <https://vegkart->

5] [2019.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/hva:\(~\(category:\(type:'enum,id:5074\),farge:'0_0,filter:\(~\(operator:'*3e*3d,type_id:5055,verdi:\(~'2010-01-01\)\)\),id:570\)\)/@-26847,6729044,18/vegobjekt:621372307:1f78b4:570](https://2019.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/hva:(~(category:(type:'enum,id:5074),farge:'0_0,filter:(~(operator:'*3e*3d,type_id:5055,verdi:(~'2010-01-01))),id:570))/@-26847,6729044,18/vegobjekt:621372307:1f78b4:570). [Funnet 13 05 2020].

[3 Statens vegvesen, «Vegtrafikkstøy,» 03 07 2019. [Internett]. Available:

6] <https://vegvesen.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=805f97e2d6694f45beca4b7a7c59acec>. [Funnet 25 04 2020].

- [3 Statens vegvesen, «Samledokumentasjon 2018,» 12 2019. [Internett]. Available:
7] <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/bitstream/handle/11250/2633813/SVV%20rapport%20252%20Samlerapport%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [3 Vestland fylkeskommune, «Søknad om fråvik frå vegnormalane,» [Internett]. Available:
8] <https://www.vestlandfylke.no/fylkesveg/loyve-og-dispensasjonar/fravik/>. [Funnet 18 02 2020].
- [3 Statens vegvesen, «Vegkart,» [Internett]. Available:
9] [https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/@-25453,6729690,11/hva:~\(id~889\)/vegnett:~'geometri+~\(\)](https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/@-25453,6729690,11/hva:~(id~889)/vegnett:~'geometri+~()). [Funnet 23 04 2020].
- [4 Bergen Cykleklubb, «Løype,» [Internett]. Available:
0] <http://bergenvoss.no/bergenvoss/om-rittene/loype/>. [Funnet 23 04 2020].
- [4 Statens vegvesen, «CESVV2,» [Internett]. Available:
1] <https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/Rekkverk+og+master/Sok+etter+godkjent+produkt/Vegutstyr?key=1822939&method=avansert&produkttype=12621>. [Funnet 21 05 2020].
- [4 Statens Vegvesen, «Vik-P,» [Internett]. Available:
2] <https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/Rekkverk+og+master/Sok+etter+godkjent+produkt/Vegutstyr?key=507600&method=avansert&produkttype=12621>. [Funnet 21 05 2020].
- [4 Norconsult, «Bærekraftige betongkonstruksjoner,» 21 12 2017. [Internett]. Available:
3] https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/miljo+og+omgivelser/klima/klimagassreduksjoner-i-anlegg-og-drift/_attachment/2458416?_ts=16653a1f170&fast_title=B%C3%A6rekraftige+betongkonstruksjoner.

- [4 Fundamentering AS, «Granving - cellespunt,» [Internett]. Available:
4] <https://www.fas.no/b/607/granvin-cellespunt>. [Funnet 22 04 2020].
- [4 G. O. Berdahl, «Cellespunt – Granvin,» Crane Norway Group, 2017. [Internett]. Available:
5] <https://cranenorway.com/wp-content/uploads/cranenytt-09-2017.pdf>. [Funnet 22 04 2020].
- [4 J. Hammervold, «Brukerveiledning VegLCA v4.01,» Asplan Viak AS, 23 01 2020.
6] [Internett]. Available:
https://www.vegvesen.no/_attachment/2429425/binary/1360780?fast_title=VegLCA+v4.01+Brukerveiledning.pdf.
- [4 Statens vegvesen, «Klimagassreduksjoner i anlegg og drift,» 20 04 2020. [Internett].
7] Available:
https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/miljo+og+omgivelser/klima/klimagassreduksjoner-i-anlegg-og-drift?fbclid=IwAR0IIRQP5XVR5B-y-1WkcRtV75iL6s_t0u1ZxRY3z8kFHcsdoMNB7abn1H4. [Funnet 24 04 2020].
- [4 M. Fugleseth og S. Strand-Hanssen, «Muligheter for Fossilfrie bygge- og anleggsplasser i
8] Hordaland,» 2019. [Internett]. Available: <https://www.hordaland.no/globalassets/for-hfk/natur-og-klima/muligheter-for-fossilfrie-og-utslippsfrie-byggeplasser.-rapport-100519.pdf>. [Funnet 18 Mars 2020].
- [4 Ø. N. Handberg et al., «Klimatiltak innen godstransport,» 01 2019. [Internett]. Available:
9] <https://www.menon.no/wp-content/uploads/2019-78-Klimatiltak-innen-godstransport.pdf>.
- [5 Miljødirektoratet, «Bruk av biodrivstoff fortsetter å øke,» 2018. [Internett]. Available:
0] <https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/nyheter/2018/mai-2018/bruk-av-biodrivstoff-fortsetter-a-oke/>. [Funnet 12 05 2020].
- [5 Samferdsel & Infrastruktur, «Lavtemperatur-asfalt gir mindre utslipp og bedrer
1] arbeidsmiljøet for asfaltleggerne,» 14 05 2019. [Internett]. Available:

<https://www.samferdselinfra.no/lavtemperatur-asfalt-gir-mindre-utslipp-og-bedrer-arbeidsmiljoet-for-asfaltleggerne/>. [Funnet 05 05 2020].

[5 Statens vegvesen, «Plaget av støy?», 04 03 2020. [Internett]. Available:

2] <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/miljo+og+omgivelser/stoy/tiltak>. [Funnet 25 04 2020].

[5 Miljødirektoratet, «Veileder til retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging, T-3] 1442/2016,» 2014. [Internett]. Available:

<https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m128/m128.pdf>. [Funnet 27 04 2020].

[5 I. Miford, H. Axelsson, S. Solberg og M. Mossleim, «Støyskjermer og støyvoller,» 2014.

4] [Internett]. Available: <https://www.tiltak.no/e-beskytte-eller-reparere-miljoet/e1-stoey-og-vibrasjoner/e-1-1/>. [Funnet 09 05 2020].

[5 Naturvernforbundet, «Forurensing,» 2019. [Internett]. Available:

5] <https://naturvernforbundet.no/forurensing/>. [Funnet 08 05 2020].

[5 «Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften),» 2004.

6]

[5 Miljødirektoratet, «Veitrafikk og luftforurensning,» 14 06 2019. [Internett]. Available:

7] <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/forurensning/lokal-luftforurensning/veitrafikk-og-luftforurensning/>. [Funnet 08 05 2020].

[5 S. Bratland, S. Guttu og B. R. Bay, «Lokal luftkvalitet,» Miljødirektoratet, 2014.

8] [Internett]. Available:

<https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m252/m252.pdf>.

[5 Miljødirektoratet, Statens Vegvesen, Meteorologisk institutt, Folkehelseinstituttet og

9] Helsedirektoratet, «Tiltak for bedre lokal luftkvalitet,» [Internett]. Available:

<https://luftkvalitet.miljostatus.no/artikkel/461>. [Funnet 10 05 2020].

[6 Norsk forening for fjellsprenningsteknikk, «Sprengning av fjell i nabolaget,» 06 03 2020.

0] [Internett]. Available: <http://nff.no/wp-content/uploads/2020/03/Sprengning-i-nabolaget-rev-20200306.pdf>.

[6 Standard Norge, «Hvordan skal vi bygge bærekraftige veger?,» 13 09 2017. [Internett].

1] Available: <https://www.standard.no/nyheter/nyhetsarkiv/bygg-anlegg-og-eiendom/2017/hvordan-skal-vi-bygge-barekraftige-veger-/>. [Funnet 28 04 2020].

[6 Statens vegvesen, «Vegvesenet innfører klimabonus i vegprosjekter,» 20 05 2020.

2] [Internett]. Available:

<https://www.vegvesen.no/om+statens+vegvesen/presse/nyheter/nasjonalt/na-skal-det-lonne-seg-mer-a-tenke-klima-i-vegprosjekter>. [Funnet 24 05 2020].

[6 S. K. R. M. A. G. P. Ø. R. S. H. T. O. D. Carl Godager Kaas, «Miljø og energibruk,

3] Livsløpsvurdering (LCA),» SINTEF, 2019.

[6 Grønn byggallianse, «CEEQUAL,» [Internett]. Available:

4] <https://byggalliansen.no/ceequal/>. [Funnet 27 04 2020].

[6 F. A. Hobbesland, «Nye Veiers prioriteringer og marginalvurderinger 2022-2041,» Nye

5] Veier, 17 03 2020. [Internett]. Available:

<https://www.regjeringen.no/contentassets/13a80858d58a47e1a23e944b7144ee9b/g-nye-veier-as---prioriteringer-og-marginalvurderinger-2022-2041.pdf>.

[6 Vestland fylkeskommune, «Avdeling for infrastruktur og veg,» [Internett]. Available:

6] <https://www.vestlandfylke.no/om-oss/organisasjon/avdeling-for-infrastruktur-og-veg/>. [Funnet 24 05 2020].

[6 I. Amundsen, «Vegen i landskapet,» Statens Vegvesen, 2014.

7]

[6 Bergen Kommune, «Kommuneplanen arealdel 2018 kartvisning,» [Internett]. Available:

8] <https://bergen.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=10118e25d3a44cd8a294869b99c2f137>. [Funnet 13 05 2020].

[6 Kartverket, «Norgeskart,» [Internett]. Available:

9] <https://www.norgeskart.no/#!?project=norgeskart&layers=1002&zoom=4&lat=7197864.00&lon=396722.00>. [Funnet 10 05 2020].

[7 Google, «Google Maps,» 2020. [Internett]. Available:

0] https://www.google.no/maps/@60.3472758,5.4188024,3a,75y,70.45h,70.93t/data=!3m6!1e1!3m4!1sZJVqm7pO_YFuKf51rUB2qw!2e0!7i16384!8i8192. [Funnet 10 05 2020].

9 - Vedlegg

Vedlegg 1 – Tegningsgrunnlag

Vedlegg 2 – Materialvalg i vegdekke og bærelag

Vedlegg 3 – Inputverdier klimaregnskap

Vedlegg 4 – Forenklet klimaregnskap

Vedlegg 5 – Stoppsikt

Vedlegg 6 – Kontroll av klotoidelengder

Vedlegg 7 – Mengder sammensatt av veg og gang-sykkelveg

Vedlegg 8 – Mengder overbygning gang- og sykkelveg

Vedlegg 9 – Berørte eiendommer

10 - Figurligste

Figur 1 Oversiktsbilde av planområdet (Utklipp fra Norges kart) [70]	10
Figur 2 Oversikt over avgrensning for veglinje med stedsnavn (Skjermdump AutoCAD)	10
Figur 3: Oversiktsbilde over vegstrekning (skjermdump fra AutoCAD)	14
Figur 5: Dårlige siktforhold rundt Grimeneset (Foto: Privat)	15
Figur 4 Svingete kurvatur og dårlige siktforhold i kurver (Foto: Privat)	15
Figur 6: Sprekkdannelse og utrasing av støttemur ved Grimen Camping (Foto: Privat)	15
Figur 7: Søylene Sundsbrua (Foto: Privat)	15
Figur 8: Brattlandstunellen (Foto: Privat).....	15
Figur 9: Utklipp av bestemte hensynsoner og arealbruk fra KPA 2018 [69].	16
Figur 10: Hensynssone for Ras- og skredfare [69]	17
Figur 11: Berggrunnskart [11].....	18
Figur 12: Løsmassekart [12].....	18
Figur 13: Illustrasjon av arbeidsprosessen og oppbyggingen.....	19
Figur 14: Illustrasjon av fremgangsmåte ved valg av materiale i vegdekke og bærelag.	25
Figur 15 Illustrasjon av fremgangsmåten knyttet til utarbeidelse av klimaregnskap.	26
Figur 16: Traséalternativer (Skjermdump AutoCAD)	27
Figur 17: Referansealternativet (Skjermdump AutoCAD).....	27
Figur 18: Veglinje for K1 (Skjermdump AutoCAD)	28
Figur 19: Veglinje for K2 (Skjermdump AutoCAD)	29
Figur 20: Veglinje for K3 (Skjermdump AutoCAD)	30
Figur 21: Veglinje for K4 (Skjermdump AutoCAD)	30
Figur 22: Oversiktsbilde av kulturarv. Vossabanen markert i rødt og Erdalsvegen i blått. SEFRAK-bygninger er markert som trekanten i henhold til miljødirektoratet [32] (Utklipp AutoCAD)	34
Figur 23: Jernbanebro ved Grimen Camping (Foto: Privat)	35
Figur 24: Arealtyper i planområdet [33].	35
Figur 25 Ulykkesstatistikk for referansealternativ siste 10-år [34].....	36
Figur 26: Støykart for referansealternativ. Hentet fra Statens vegvesen [36].	37

Figur 27: Masseutfylling for K4. Grøfteskråning vist i brunt, fylling og nytt landområde i grønt, og veglinjen i blått (Skjermdump AutoCAD)	39
Figur 28: Beregning av trafikkbelastning(N)og trafikkgruppe [13, p. 140].	43
Figur 29 Tverrprofil av parsell øst (skjermdup AutoCAD)	44
Figur 30: Parsellinndeling av grunnforhold (Skjermdump AutoCAD)	46
Figur 31: Overbygning parsell vest (Skjermdump Autocad).....	47
Figur 32: Overbygning parsell øst (Skjermdump Autocad).	47
Figur 33: Illustrasjon av veglinje mellom Grimeneset og Bratlandstunnelen (Skjermdump Novapoint)	50
Figur 34: Veglinje over Djupevika (Skjermdump Novapoint)	51
Figur 35: Illustrasjon av gang- og sykkelveg. Brun flate er dimensjonerende rekkverkssone (Skjermdump Novapoint).	52
Figur 37: Stoppsikt for syklende [18, p. 67].....	53
Figur 36: Siktretkant mellom gang- og sykkelveg og avkjørsel (mål i m) [18, p. 68].	53
Figur 38: Overbygning parsell vest (skjermdump AutoCAD).....	54
Figur 39: Overbygning parsell øst (AutoCAD).....	54
Figur 40: Nummerering av avkjørsler tilknyttet prosjektert veg (Skjermdump AutoCAD)	55
Figur 41: Siktkrav i avkjørsler [18, p. 64].	56
Figur 43: Avkjørsel 7 (Skjermdump Novapoint).....	56
Figur 42: Dagens avkjørsel (utklipp fra google maps) [71].....	56
Figur 44: Avkjørsel 8(Skjermdump Novapoint)	57
Figur 45 Dagens avkjørsel (Privat: foto)	58
Figur 46 Avkjørsel 10 (Skjermdum AutoCAD)	58
Figur 47: Avkjørsel 12 (Skjermdump Novapoint).....	59
Figur 48: Stoppsikt i forkjørregulert kryss [18, p. 54]	60
Figur 49. Oversiktsbilde av Erdalsvegen og eksisterende avkjørsler (Skjermdump Autocad)	61
Figur 50: Skisse av ny avkjørsel 10 (Skjermdump Novapoint).....	61
Figur 51: Illustrasjon av kryss 2 (Skjermdump Novapoint).....	62
Figur 52: Illustrasjon av busslomme ved Brattland Camping (Skjermdump Novapoint).....	66
Figur 53: Djupevika (Foto: Privat)	70

Figur 54. Skissert løsning med cellospunter markert i turkis og nytt landområde i grønt (Skjermdump Autocad).	70
Figur 55: Klimagassutslipp for materialproduksjon og utbygging hentet fra «vedlegg 4 – Forenklet klimaregnskap»	74
Figur 56: Anslag av støyutsatt bebyggelse som følge av utbygging (Skjermdump AutoCAD)	79

11 - Tabelliste

Tabell 1: Rangering av ikke-prissatte konsekvenser	23
Tabell 2: Vurdering av landskapsbilde	32
Tabell 3: Vurdering av friluftsliv.....	33
Tabell 4: Vurdering av naturmangfold	34
Tabell 5: Vurdering av kulturarv	35
Tabell 6: Vurdering av naturressurser.....	36
Tabell 7: Vurdering av trafikkulykker	37
Tabell 8: Vurdering av trafikkstøy	38
Tabell 9: Investeringskostnaer (Pris i millioner NOK.) Lengdedata baserer seg på målinger i AutoCAD.	39
Tabell 10: Samlet konsekvensvurdering av prisatte og ikke-prissatte konsekvenser	40
Tabell 11: Breddeutvidelse per kjørefelt. Hvor prosjektert horisontalkurveradius ikke samsvarer med tabell E.2 i N100 [18, p. 100], interpoleres det mellom kjente radiusverdier	45
Tabell 12: Nummerering av konstruksjoner i C-tegning	68
Tabell 13: Fravik	73
Tabell 14: Kategorisering og forslag til elektriske anleggsmaskiner.....	75
Tabell 15: Teoretisk reduksjon av CO2-ekvivalent. Sammenstilt av tall fra «vedlegg 2 – Materialvalg i vegdekke og bærelag».	76