

Arnis Orskis og Mads H Ratvik

Linjeoptimalisering med kostnadsutredning og konsekvensanalyse for Fv30 mellom Eidet og Fiskøya i Holtålen kommune

Line Optimization of Road Alignment for Fv30 Between Eidet and Fiskøya in Holtålen County including Cost Estimate and Consequence Analysis

Prosjektnummer: 2019-24

Bacheloroppgave i Bachelor i ingeniørfag bygg

Problemdefinering og prosjektbeskrivelse

Utgangspunktet for oppgaven er problematikk forbundet med overvannshåndtering ved høy vannføring i Gaula ved Svølgjatunnelen i Holtålen kommune. Det skal utredes en alternativ trasé for vegen forbi dette området. Strekningen er tidligere utbedret som følge av erosjon ved bredden av elven men ved oppstuvning av vann i området rant vannet gjennom tunnelen. Oppgaven har en definert strekning fra Eidet bedehus og 6,5 km nordover langs Fv30 til Fiskøya.



(a) Eidet



(b) Svølgjatunnelen



(c) Fiskøya

Området strekker seg fra Eidet i Sør, forbi problemområdet ved Svølgjatunnelen, til Fiskøya i nord

Resultatmål

Studentene har som mål å finne en alternativ løsning for vegen der flom- og erosjonsproblemene unngås. Resultatet skal presenteres som oppgavebeskrivelse samt A-, B-, C-, F- og U-tegninger eller kravene definert i håndbok R700. Det skal også utarbeides konsekvens- og kostnadsanalyser. Alternativene skal vurderes med hensyn på naturinngrep, kostnader, trafiksikkerhet og samfunnsnytte.

Stikkord

Linjeoptimalisering, litteraturstudie, linjeføring, romkurvatur, dimensjoneringsklasse, dimensjonering av overbygning, vegdimensjonering, interessentanalyse, konsekvensanalyse, kostnadsutredning, innovasjon, droner, Q-metoden.

Forord

Denne oppgaven er skrevet av to studenter ved NTNU i Trondheim og er en avslutning på en treårig Bachelorgrad studiet i Teknisk planlegging.

Med en felles interesse for planlegging og prosjektering av veg presenterer vi denne besvarelsen. Under arbeidsprosessen har vi utvidet vår kunnskap og kompetanse innenfor vegfaget. Vårt ønske var å skrive oppgaven for en reel og eksisterende problemstilling som har betydning både for interessenter i prosjektet og samfunnet for øvrig.

I løpet av ca. fire måneder har vi vært i kontakt med fagpersoner inne flere forskjellige felt. Dette har hjulpet oss til bedre å forstå utfordringer og mulige løsninger i forbindelse med oppgaven. Vi har hele vegen blitt møtt med åpne armer og alle har villig delt av sin fagkunnskap, deltatt i idéutvekslinger og diskusjoner. Uten disse personene hadde resultatet av oppgaven uten tvil sett annerledes ut. Vi ønsker derfor å rette en spesiell takk til:

- Janne Karin Solemsmo Iversen ved Asplan Viak AS for en god veiledning og tålmodighet gjennom hele prosessen som ekstern veileder for oppgaven.
- Nils Kobberstad intern veileder ved NTNU i Trondheim for inspirerende og god teoretisk veiledning samt samtaler og historier langt utenfor arbeidstid.
- Wenche Lunder og Asplan Viak AS for tilliten og muligheten til å jobbe tett sammen med deres stab.
- Jostein Rinbø ved Asplan Viak AS for en god veiledning under blant annet kostnadsutredning for prosjektet.
- Øystein Brujordet ved Trondheim kommune for gode innspill og demonstrasjon av dronebruk ved Trondheim kommune.
- Svein Sæterbø og Ole Hartvik Skogstad hos Asplan Viak AS for gode innspill i forbindelse med dronebruk og ingeniørgeologi.
- Åsta Guransrud Hestad ved Asplan Viak AS for god innspill vedrørende alternative løsninger for håndtering av overvansproblematikken i planområdet.
- Astrid Hanssen og Magnild Rømyhr ved SVV for diskusjoner rundt utfordringer og mulige løsninger for planområdet samt innsikt i Statens vegvesens utredninger i området.

- Joachim Salomonsen ved Asplan Viak AS for nyttig hjelp med Novapoint i innspurten av arbeidet. Dette har spart oss for mye frustrasjon og hårtap.

I tillegg vil vi takke de medstudenter vi har delt arbeidssted med gjennom oppgaveskrivingen. Samtaler om disponering av oppgaver, deling av erfaringer med bruk av Novapoint og AutoCAD og, ikke minst, utallige samtaler om løst og fast har hjulpet oss til å holde motet oppe gjennom denne perioden.



Arnis Orskis



Mads H. Ratvik

Trondheim, 2019

Summary

Line Optimization of Road Alignment for Fv30 Between Eidet and Fiskoya in Holtaalen County Including Cost Estimate and Consequence Analysis

This project assignment is issued by Asplan Viak AS (AV) for Arnis Orskis and Mads H. Ratvik, students at the Norwegian University of Science and Technology (NTNU). The project is supervised by Nils Kobberstad at NTNU and Janne Karin Solemsmo Iversen at AV.

Fv30 has been prone to frequent closure due to floods. In preparation for future floods a new road alignment will be presented. The main focus area is by Svølgjatunnelen where, in 2011, the road construction through the tunnel was destroyed due to a 200 year flood. While working on this report, unstable rock slopes were discovered. The area between Tamlaget and Eggafossen is especially problematic. This will be taken into account in the assessment of the alternatives.

The objective of this report is to present an alternative road alignment that accounts for avoiding the problematic areas. The new alignment will be in accordance with requirements presented by the Norwegian Public Roads Administration (SVV). The main focus will be horizontal and vertical alignment.

Five alternatives are presented:

- Alternative 1 - Remediation standard for existing road, $U - H_{\phi}1$ -standard.
- Alternative 2 - Upgrading parts of the existing road with $H_{\phi}1$ -standard. Raising of the road through Svølgjatunnelen and from Eggafossen until the end of the area. A new tunnel will be made between Tamlaget and Eggafossen.
- Alternative 3 - Upgrading parts of the existing road with $H_{\phi}1$ -standard. A new tunnel will be established between Bukkrønningen and Eggafossen. The road will be raised from the end of the tunnel until the end of the area.
- Alternative 4 - Upgrading parts of the existing road with $H_{\phi}1$ -standard. A new tunnel will be established from Storlia to Moen directly south of Fiskøya.
- Alternative 5 - Upgrading the existing road with $H_{\phi}1$ -standard between Eidet and Eidet bridge. From this point the road will follow the river for a short stretch before entering a tunnel. The road will exit this tunnel by Hesja and go directly onto a new bridge. On the other side of the bridge, a new tunnel will be constructed. This tunnel will stretch to

Fiskøya where a new bridge will take it across the river before reconnecting to the existing Fv30.

The alternatives are ranked using consequence analysis and cost estimation. The consequence analysis focused on the following subjects:

- Landscape
- Local environment and outdoor life
- Cultural monuments and landscapes
- Natural diversity and environment
- Natural resources

As a result of this analysis, Alternative 1 is ranked most preferable with Alternatives 2 and 4 tied for second.

The cost estimation revealed that Alternative 1 is the cheapest with Alternative 2 as the second least expensive.

Alternative 1 was ruled out as a result of demands presented by SVV. According to SVV's remediation standard, 50% of the existing road surface should be included in the new road. This demand can not be met for this option, therefore Alternative 2 is the chosen alternative.

All drawings can be found in the drawing folder.

Sammendrag

Linjeoptimalisering med kostnadsutredning og konsekvensanalyse for Fv30 mellom Eidet og Fiskøya i Holtålen kommune

Oppgaven er utformet av Asplan Viak og løses av studentene Arnis Orskis og Mads H. Ratvik ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet i Trondheim. Intern veileder er Nils Kobberstad og ekstern veileder hos Asplan Viak er Janne Karin Solemsmo Iversen.

For å unngå hyppig stengning av Fv30 som følge av flom skal det utarbeides en alternativ trasé mellom Eidet og Fiskøya i Holtålen kommune, med spesielt fokus på Svølgjatunnelen. Denne ble ved 200-årsflom i 2011 oversvømmet, noe som førte til store ødeleggelser av vegoverbygningen. I arbeidet med rapporten ble det også avdekket farlige skjæringer i området, spesielt mellom Tamlaget og Eggafossen. Dette tas også hensyn til i vurdering av alternativ trasé.

Målet med oppgaven er å utarbeide en alternativ trasé som hensyntar problematikk forbundet med høy flomføring i Gaula og ustabile skjæringer ved eksisterende trasé. Løsningen skal være i henhold til gjeldende krav satt av Statens vegvesen. Det fokuseres spesielt på horisontal og vertikal linjeføring.

Det er utarbeidet 5 alternative løsninger:

- Alternativ 1 - Utbedringsstandard for eksisterende veg, U- H_0 1-standard
- Alternativ 2 - Oppgradering av deler av strekningen med H_0 1-standard, heving av veglinjen gjennom Svølgjatunnelen samt fra Eggafossen til områdets slutt og ny tunnel mellom Tamlaget og Eggafossen.
- Alternativ 3 - Oppgradering av deler av strekningen med H_0 1-standard. Vegen legges i tunnel mellom Bukkrønningen og Eggafossen. Vegen heves fra tunnelens utløp til strekningens slutt.
- Alternativ 4 - Oppgradering av deler av strekningen med H_0 1-standard. Vegen legges i tunnel ved Storlia frem til Moen rett sør for Fiskøya.
- Alternativ 5 - Oppgradering av eksisterende trasé med H_0 1-standard fra Eidet til Eidet bru. Deretter legges vegen på vestsiden av Gaula og inn i tunnel. Denne kommer ut i bro over Hesja, før vegen på nytt legges i tunnel. Denne strekker seg nordover til Fiskøya og på ny bro over Gaula til sammenkobling med eksisterende trasé.

Alternativene vurderes ut ifra konsekvensanalyse og kostnadsutredning. I konsekvensanalysen vektlegges følgende temaer:

- Landskapsbildet
- Nærmiljø og friluftsliv
- Kulturminner og kulturmiljø
- Naturmangfold og naturmiljø
- Naturressurser

På bakgrunn av konsekvensanalysen blir alternativ 1 vurdert som best, med alternativ 2 og 4 som de etterfølgende.

Kostnadsutredningen angir alternativ 1 som det rimeligste med alternativ 2 som nest rimeligst.

Alternativ 1 utelukkes på bakgrunn av krav om at 50% av eksisterende vegareal må bestå ved bruk av U- H_0 1-standard. Dermed blir valgte løsning alternativ 2.

Det er produsert A-, B-, C- og U-tegninger for prosjektet. Disse finnes i tegningsheftet.

Innholdsliste

Forord	i
Summary	iii
Sammendrag	v
1 Innledning	1
2 Beskrivelse av eksisterende situasjon	3
2.1 Bakgrunn	3
2.2 Jernbane	3
2.3 Grunnforhold	4
2.4 Bebyggelse i planområdet	6
2.5 Ulykkesrate og ulykkespunkter	6
2.6 Bompengefinansiert Fv30	8
3 Litteraturstudie	11
3.1 Hva karakteriserer en ideell og harmonisk veg?	11
3.2 Vegens beliggenhet i dallandskap og i åpent landskap	12
3.3 Dimensjoneringsklasse og tverrprofil	14
3.4 Vegens linjeføring	14
3.4.1 Linjeføringsprinsipper	14
3.4.2 Linjeføring i horisontalprofilet	15
3.4.3 Linjeføring i vertikalprofilet	17
3.4.4 Romkurve	18

3.5	Utforming av sideterrenget	19
3.5.1	Sikkerhetssonens bredde	19
3.5.2	Utforming av fjellskjæring og steinfylling	21
3.5.3	Utforming og form på jordskjæring og jordfylling	22
3.5.4	Valg og utforming av sidegrøft	23
3.6	Utkiling	24
3.7	Breddeutvidelse	24
3.8	Siktlengde og siktkontroll	24
3.9	Vegetasjon langs vegen	26
3.10	Konstruksjoner på, under og langs vegen	27
3.10.1	Bruer	27
3.10.2	Udrganger og kulverter	28
3.10.3	Trafikkskilt	28
3.10.4	Belysning	28
3.10.5	Sideanlegg - rasteplasser, stopplommer og kollektivtrafikk	28
3.10.6	Rekkverk	30
3.11	Fri hgyde	31
3.12	Vegoppmerking	31
3.13	Tunnel	32
3.14	Kryssløsninger	33
3.14.1	Krysstype	33
3.14.2	Linjeforing	33
3.14.3	Avkjørsler og avkjørselsregulering	34
3.14.4	Sikt	34

3.15 Mengdeberegning i vegprosjektet	34
4 Interessentanalyse	37
5 Utarbeidede alternativer	45
5.1 Alternativ 0 - Referansesituasjon	45
5.1.1 Vegbredde	45
5.1.2 Horisontalkurveradius	45
5.2 Alternativ 1 - Utbedring av eksisterende veg	45
5.3 Alternativ 2 - Heving av veglinje og ny tunnel	48
5.4 Alternativ 3 - Tunnel fra Bukkrønningen til Eggafossen	50
5.5 Alternativ 4 - Tunnel fra Fiskøya til Eidet bro	52
5.6 Alternativ 5 - Trasé på vestsiden av Gaula	54
5.7 Omkjøringsmuligheter ved tunnel og tilkomst til Åsen	56
6 Ikke-prissatte konsekvenser	57
6.1 Valg av metode	57
6.2 Framgangsmåte	57
6.2.1 Innsamling av informasjon til temakart	58
6.2.2 Verdivurdering	58
6.2.3 Rangering	58
6.3 Enkel konsekvensanalyse	58
6.3.1 Landskapsbildet	59
6.3.2 Nærmiljø og friluftsliv	62
6.3.3 Kulturminner og kulturmiljø	64
6.3.4 Naturmangfold og naturmiljø	66

6.3.5	Naturressurser	68
6.4	Oppsummering og konklusjon for ikke-prissatte konsekvenser	71
6.5	Andre konfliktområder av betydning for prosjektet	72
6.5.1	Flomsone	72
6.5.2	Løsmasseskred og rasfare	73
6.5.3	Reguleringsplan for Holtålen kommune	74
6.5.4	Forsvarets skyte- og øvingsfelt	75
6.5.5	Støy	75
7	Kostnadsutredning	77
7.1	Kostnadsestimering og usikkerhet	78
7.2	Konklusjoner og resultater	78
8	Drøfting	81
9	Dimensjonering av overbygning	83
9.1	Veg i dagen	83
9.2	Dimensjonerende telefarlighetsklasse	83
9.3	Dimensjonerende trafikkbelastning	84
9.4	Dimensjonerende frostmengde	84
9.5	Vegdekke og bærelag	84
9.5.1	Dekkelag	84
9.5.2	Bærelag	84
9.6	Overbygningstykkelse, forsterkningslag og frostsikring	85
9.6.1	Frostsikring med knust fjell	85
9.6.2	Forsterkningslag	86

9.6.3	Frostsikringslag	86
9.6.4	Kontroll mot anleggstekniske forhold	86
9.6.5	Kontroll av styrkeindeks	86
9.7	Oppsummering	87
9.8	Veg i tunnel	87
10	Beskrivelse av valgt alternativ	89
10.1	Veg i dagen	89
10.2	Tunnel	89
10.3	Bussholdeplass, stopplommer og rasteplass	90
10.3.1	Siktkontroll	92
10.4	Rekkverksrom	93
10.5	Bru og kryssløsninger	95
11	Utførte tegninger	97
12	Bruk av droner ved ingeniørgeologiske undersøkelser	99
12.1	Bakgrunn	99
12.2	Presentasjon av Q-metoden	99
12.2.1	Generelt	99
12.2.2	Bruk av Q-metoden til forundersøkelser	101
12.3	Metode	101
12.4	Møter	102
12.4.1	Bruk av drone	104
12.5	Konklusjon	105

Vedlegg 1	Artikkel	113
Vedlegg 2	Plakat	115
Vedlegg 3	Terrenghelning i planområdet	116
Vedlegg 4	Estimering av siktlengde	121
Vedlegg 5	Dimensjonerende kjøretøy og utforming av stopplomme	122
Vedlegg 6	Oppsummering av standardkrav	123
Vedlegg 7	Datagrunnlag for dimensjonering	124
Vedlegg 8	Utforming av busslomme og holdeplass både ved utbygging av ny veg og ved utbedringsstandard	125
Vedlegg 9	Tunnelprofil for dimensjoneringsklasse $H_{\phi}1$	126
Vedlegg 10	Linjeføring i kryss- $H_{\phi}1$	127
Vedlegg 11	Vegbredder - eksisterende veg	128
Vedlegg 12	Horisontalkurveradius - eksisterende veg	130
Vedlegg 13	Brukte minste parameterkrav for kurver fra P5300 til P5800	134
Vedlegg 14	Verdifullt kulturlandskap i området	135
Vedlegg 15	Friluftsområder	136
Vedlegg 16	Inngrepsfrie naturområder	137
Vedlegg 17	Jordbruksområder	138

Vedlegg 18	Variierende naturtyper nært eller i planområdet	139
Vedlegg 19	Aktsomhetsområde for flom	140
Vedlegg 20	Kartlagte skredhendelsesområder	141
Vedlegg 21	Forsvarets skyte- og øvingsfelt	142
Vedlegg 22	Kostnadsutredning	143
Vedlegg 23	Beregning av trafikkbelastning, N, og trafikkgruppe	146
Vedlegg 24	Vegdekke og bærelag	148
Vedlegg 25	Estimering av frostdybde	150

Figurliste

1	<i>Oversikt for planområdet i Gauldalen</i>	4
2	<i>Geologisk kart for berggrunn i planområdet (Berggrunn N250 hentet fra NGU)</i>	5
3	<i>Bebyggelse i området</i>	7
4	<i>Åpen landskap sør i planområdet (foto: Mads H. Ratvik)</i>	12
5	<i>Dallandskap i planområdet (foto: Mads H. Ratvik)</i>	13
6	<i>H₀1-vegens tverrprofil, 2-feltsveg (mål i meter) [1, utklipp, s.42]</i>	14
7	<i>Linjeføringsprinsippene [2, utklipp, s.130]</i>	16
8	<i>Geometrisk forklaring av betraktninglegde og -høyde for vertikalprofilet [2, utklipp, s.138]</i>	17
9	<i>Veglinje med samsvar mellom horisontal- og vertikalplanet - en harmonisk veglinje [3, utklipp, s.30]</i>	18
10	<i>Sikkerhetssonens bredde ved stigende terreng [4, utklipp, s.26]</i>	21

11	<i>Fyllingssåle ved terrengskråning 1:3 og brattere [5, utklipp, s.60]</i>	23
12	<i>Valgt drenggrøft for planområdet [5, utklipp, s.99]</i>	24
13	<i>Eidet rasteplass ved Fylkesveg 30 i Holtålen kommune (foto: Mads H. Ratvik)</i> .	29
14	<i>Minstekrav før rekkverk skal plasseres langs fjellskjæring eller ved elver og vann [4, utklipp, (a) s.34, (b) og (c) s.30]</i>	31
15	<i>Massediagram (diagrammet er kun en illustrasjon og er ikke hentet fra dette prosjektet) [6, utklipp, s.5]</i>	35
16	<i>Prosjektets interessentmatrise</i>	38
17	<i>Minstekrav til utforming av jordvoll mot bergskjæring [4, utklipp, s.31]</i>	46
18	<i>Mulig trasé for overløpstunnel forbi Svølgjatunnelen</i>	47
19	<i>Trasé for Alternativ 2 - heving av veglinje og ny tunnel</i>	49
20	<i>Trasé for Alternativ 3 - tunnel fra Bukkrønningen til Eggafossen</i>	51
21	<i>Trasé for Alternativ 4 - tunnel fra Klingenberg til Fiskøya</i>	53
22	<i>Trasé for Alternativ 5 - trasé på vestsiden av Gaula</i>	55
23	<i>Rød linje viser ny adkomst til Åsen via Malmvegen og Morkavegen med bro over elva til Åsen. Blå linje viser ny adkomst til Tamlaget i forlengelse av rød linje via Åsen langs Åsvegen over Åsbrua. Tegningen er hentet fra: norgeskart.no</i> . .	56
24	<i>Oversiktsbilde over kulturminner i området</i>	64
25	<i>Tamlaget ligger noe nord for Svølgjatunnelen og er et område av interesse sett i sammenheng med kulturhistorie og naturmangfold</i>	66
26	<i>Løsmasse infiltrasjonsevne [7]</i>	72
27	<i>Svake forvittringsbergarter heller ut i vegen langs strekningen (foto: Mads H. Ratvik)</i>	73
28	<i>Kartet viser reguleringsplan for området. Eksisterende vegtrasé er merket med rød linje (Kilde: kommunekart)</i>	74
29	<i>Total overbygning for vegen i dagen over telefarlig og litt telefarlig undergrunn</i>	88

30	<i>Ny-prosjektert vegen ligger ca. 6m høyere enn eksisterende veg i profil 5940 . . .</i>	89
31	<i>Vertikal linjeføring - illustrasjon av den nye høyden ved innløp og utløp av eksisterende Svølgjatunnel i rødt. Eksisterende vegen ligger nær terrenget - gul linje.</i>	90
32	<i>Lastkapasiteten til busslommen vil øke ved kantstein dersom overgagen fra busslomme til venteareal forlenges og lastfordelingen forplantes med en vinkel på 45-grader</i>	91
33	<i>Skisse av tverrprofil i profil 1410 for beregning av siktkontroll</i>	92
34	<i>Siktkrav i forkjørregulerte T-kryss. Hentet fra håndbok V121</i>	93
35	<i>Droner brukt av Trondheim kommune (kilde:produsenten)</i>	102
36	<i>Bilde tatt fra drone for kontroll av KC-peler. Bilde: Statens Vegvesen</i>	103
37	<i>Illustrasjon av ny trasé etter ombygging (Bilde: Statens Vegvesen)</i>	104
38	<i>Fargelagt terrenghelning i grader langs strekningen (kilde: Høydedata)</i>	116
39	<i>Fargelagt terrenghelning i grader langs strekningen (kilde: Høydedata)</i>	117
40	<i>Fargelagt terrenghelning i grader langs strekningen (kilde: Høydedata)</i>	118
41	<i>Fargelagt terrenghelning i grader langs strekningen (kilde: Høydedata)</i>	119
42	<i>Fargelagt terrenghelning i grader langs strekningen (kilde: Høydedata)</i>	120
43	<i>Dimensjonerende kjøretøy - modulvogntog (MVT), mål i meter [1, utklipp, s.98]</i>	122
44	<i>Utforming av stopplomme (mål i meter) [1, utklipp, s.90]</i>	122
45	<i>Oppsummering av standardkrav for ulike dimensjoneringsklasser - aktuell dimensjoneringsklasse for planområdet er markert i rødt [1]</i>	123
46	<i>Prosjekteringstabell for H_ø1-veg (mål i meter) [1, s.43]</i>	124
47	<i>Krav til vertikal linjeføring i avkjørsler (mål i meter) [1, s.66]</i>	124
48	<i>Busslommeutforming ved bygging av ny veg. n angir hvor mange busser som forventes å stoppe samtidig (mål i meter) [1, s.75]</i>	125

49	<i>Mål for busslomme, markert området er aktuelt i planområdet ved utbygging av ny veg (mål i meter) [1, s.75]</i>	125
50	<i>Busslomme ved utbedringsstandard (mål i meter) [1, s.76]</i>	125
51	<i>Mål for busslomme ved utbedringsstandard (mål i meter) [1, s.76]</i>	125
52	<i>Tunnelprofil T9,5 (mål i meter) [1, s.114]</i>	126
53	<i>Standardisert utforming av kryss ved tilkobling for primær- og sekundærvæg [1, utklipp, s.51]</i>	127
54	<i>Krav til sekundærvægens linjeføring i vertikalplanet i kryssområdet [1, utklipp, s.52]</i>	127
55	<i>Krav til sikt i forkjørsregulerte T-kryss [1, utklipp, s.54]</i>	127
56	<i>Strekning fra profil 5300 til profil 5800 der minste parameter for sirkelkurve og klotoide er brukt ved beregning av utbedring av vegen</i>	134
57	<i>Verdifullt kulturlandskap - markert med gult (kilde: miljødirektoratet)</i>	135
58	<i>Friluftsområder nært planområdet - markert med rødt (kilde: miljødirektoratet)</i>	136
59	<i>Inngrepssfrie naturområder - planområdet ligger mellom de blå punktene (kilde: miljødirektoratet)</i>	137
60	<i>Jordbruksområder i planområdet markert i gult. Planområdet ligger mellom de blå punktene (kilde: miljødirektoratet)</i>	138
61	<i>Variierende naturtyper - Planområdet ligger mellom de blå punktene (kilde: miljødirektoratet)</i>	139
62	<i>Aktsomhetsområde for flom - planområdet ligger mellom de blå punktene (kilde: NVE Atlas) Maksimal vannstandstigning illustreres med fargekoden.</i>	140
63	<i>Kartlagte skredhendelser, planområdet ligger mellom de blå punktene - grønne prikkene viser områder der steinskred har ført til vegskade (kilde: NVE Atlas)</i> .	141
64	<i>Forsvarets skyte- og øvingsfelt i skravert område. Planområdet ligger mellom de blå punktene (hentet fra: Norgeskart.no)</i>	142
65	<i>Kostnadsutredning Alternativ 1</i>	143

66	<i>Kostnadsutredning Alternativ 2</i>	143
67	<i>Kostnadsutredning Alternativ 3</i>	144
68	<i>Kostnadsutredning Alternativ 4</i>	144
69	<i>Kostnadsutredning Alternativ 5</i>	145
70	<i>Beregning av trafikkbelastning, N, og trafikkgruppe ved bruk av diagram [5, s.140]</i>	146
71	<i>Med den aktuelle trafikkmengde i åpningsåret skal dekke bestå av 3,5cm slitelag og 3,0cm bindelag [5, utklipp, s.154]</i>	148
72	<i>Dimensjoneringstabell for veger med asfaltdekke, aktuelle data for strekningen er markert i rødt, mål i cm [5, utklipp, s.156]</i>	148
73	<i>Lastfordelingskoeffisienter [5, utklipp, s.145]</i>	149
74	<i>Minimumstykkelse på nederste lag mot undergrunnen ut fra anleggstekniske forhold [5, utklipp, s.149]</i>	149
75	<i>Estimert av frostdybde ved frostsikring med knust berg (årsmiddeltemp. 4°C [5, utklipp, s.148]</i>	150
76	<i>Korreksjonsfaktor for korruksjon av frostdybde ved frostsikring med knust berg [5, utklipp, s.149]</i>	150

Tabelliste

1	<i>Tekniske data - eksisterende situasjon</i>	3
2	<i>Ulykkesstatistikk for strekningen (kilde: NVDB)</i>	8
3	<i>Breddeutvidelse for 2-feltsveger avhengig av kurveradius (mål i meter). Modulvogn og vogntog er dimensjonerende kjøretøy i planområdet (kopi av tabell E.2 i håndbok N100 på side 100)</i>	25
4	<i>Kriterier for valg av holdeplastype på veg. ÅDT i planområdet ligger mellom 1500 og 4000 kjøretøy med fartsgrense på 80km/t (kopi av tabell 4 i håndbok V123 på side 15)</i>	30
5	<i>Siktkrav i tunneler med lengde over 500m. H₀1 er dimensjoneringsklasse på strekningen (kopi av tabell 3.1 fra håndbok N500 på side 16)</i>	32

6	<i>Beskrivelse av interessentgruppene</i>	37
7	<i>Beskrivelse av kartlagte interesser for prosjektet</i>	39
8	<i>Vurderingsoppsummering på landskapsbilde</i>	62
9	<i>Vurderingsoppsummering for nærmiljø og fritidsliv</i>	64
10	<i>Beskrivelse av kulturminner i området (kilde: kulturminnesøk)</i>	65
11	<i>Vurderingsoppsummering for kulturminner og kulturmiljø</i>	66
12	<i>Vurderingsoppsummering for naturmangfold</i>	68
13	<i>Nærmest liggende registrerte naturtyper i planområdet</i>	69
14	<i>Vurderingsoppsummering for naturressurser</i>	71
15	<i>Oppsummering av ikke-prissatte konsekvenser</i>	71
16	<i>Enhetspriser</i>	77
17	<i>Påslagsprosenter</i>	77
18	<i>Beregning av bærelagsindeksen</i>	85
19	<i>Total beskrivelse av overbygning, mål i cm (TFK = telefarlighetsklasse)</i>	87
20	<i>Plassering av rekkverk - venstre side i profileringsretning</i>	94
21	<i>Plassering av rekkverk - høyre side i profileringsretning</i>	95
22	<i>Vegbredder - eksisterende veg - Alternativ 0</i>	128
23	<i>Horisontalkurveradius - eksisterende veg - Alternativ 0</i>	130

1 Innledning

Ved 200-årsflom i Gaula i 2011 steg vannstanden over vegnivå på Fv30 sør for Svølgjatunnelen. Vannet rant inn i, og gjennom tunnelen noe som førte til store ødeleggelser i vegoverbygningen. Også nord for tunnelen førte flommen til store ødeleggelser. Blant annet ble Åsbrua revet bort og større områder ble oversvømmet. I tillegg til dette har det kommet frem underveis i arbeidet at skjæringer langs deler av strekningen er svært ustabile med fare for nedfall av stein og is, noe som ved flere anledninger har ført til stenging av vegen. Dette er ikke en del av den opprinnelige oppgavebeskrivelsen men vil hensyntas ved valg av ny trasé. Oppgaven begrenses til en strekning på 6,5km fra Eidet bedehus i sør til Fiskøya i nord.

I denne oppgaven utarbeides det flere alternative traseer forbi problemområdene. Terrenget rundt eksisterende veg er svært utfordrende da den ligger ved en elv nederst i et dalføre med bratte dalsider på begge sider. Det har derfor vært viktig å se på hele området for å finne aktuelle alternativer.

Oppgaven presenterer 5 alternativer som i varierende grad fraviker fra eksisterende veglinje. Disse vurderes videre ved bruk av konsekvensanalyse og kostnadsestimering. På bakgrunn av disse tas det en beslutning på hvilket alternativ som er mest egnet og dette prosjekteres ut i detalj.

Da dette er en bacheloroppgave er det satt noen begrensninger for hva som skal utføres og hvordan. For bruer og tunneler prosjekteres kun linjeføringen. For rekkverk beregnes behovet. Utformingen og materialvalg behandles ikke. For kryss blir det avsatt tilstrekkelig areal men disse prosjekteres ikke utover dette. Skilting, underganger, kulverter og oppsummering mm. behandles ikke. Konsekvensanalysen og kostnadsutredningen som benyttes er tilpasset til oppgaven i samarbeid med ekstern veileder og fremstår som meget forenklet i forhold til de krav som fremstilles av Statens vegvesen.

Denne rapporten inneholder beskrivelse av eksisterende situasjon, en teoridel som beskriver krav og retningslinjer som danner grunnlaget for løsningen, interessentanalyse, beskrivelse av utarbeidete alternativer, forenklet konsekvensanalyse og kostnadsutredning, dimensjoneringsgrunnlag for overbygning, beskrivelse av valgt alternativ og innovasjonskapitlet.

2 Beskrivelse av eksisterende situasjon

2.1 Bakgrunn

Fylkesveg 30 (Fv30) går mellom Støren i Midtre Gauldal og Koppan i Stor-Elvdal. Vegens totale lengde er på ca. 258km hvor ca. 112km går i den sørlige delen av Trøndelag. I Trøndelag strekker vegen seg gjennom kommunene Midtre Gauldal, Holtålen og Røros, og fungerer som bindeledd for arbeidspendlere, varetransport og hytteturister.

På grunn av steinras ved Svølgja ble det i 1994 åpnet en 730 meter lang tunnel, Svølgjatunnelen. Denne tunnelen ble ikke anlagt i en tilstrekkelig høyde over elva og da Gaula i 2011 gikk i 200-årsflom ble overbygningen i tunnelen ødelagt, noe som førte til store materielle skader.

Fv30 ligger i Gauldalen med bratt terreng bestående av jord- og fjellskråninger på den ene siden og Gaula på den andre. Også terrenget på motsatt side av Gaula er svært bratt med jord- og fjellskråninger, se vedlegg 3. Dagens tunnel ligger uten omkjøringsmuligheter da den tidligere traseen er ødelagt av steinras og erosjon og nå er delvis gjengrodd. Ettersom dalen er veldig trang og dyp er det vanskelig å anlegge omkjøringsmuligheter, dette medfører lange omkjøringer ved flom eller steinras.

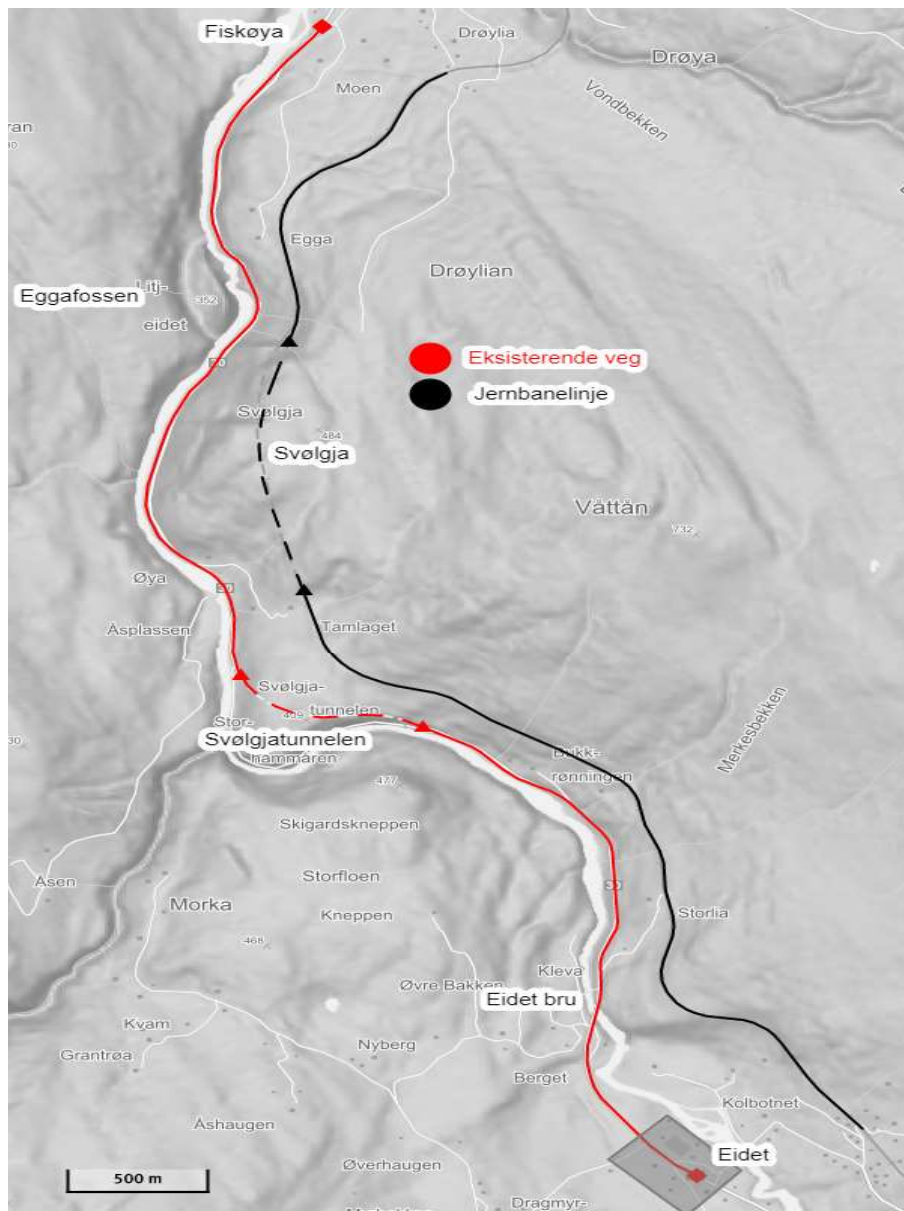
Tabell 1 oppsummerer de tekniske data til eksisterende Fylkesveg 30.

Tabell 1: *Tekniske data - eksisterende situasjon*

Enhet	Verdi
ÅDT	1700
ÅDT-T	ca. 13%
Fartsgrense	80km/h med 70km/t gjennom Svølgjatunnelen
Kjørefeltsbredde	5,9 - 7,9 meter
Dimensjoneringsklasse	H _ø 2

2.2 Jernbane

Rørosbanen følger eksisterende vegtrasé litt lengre opp i dalsiden øst for traseen. Linjen ligger i hovedsak i dagen men går i tunnel under Svølgja. Linjen følger vegen mellom Eidet bru og Fiskøya, se figur 1.



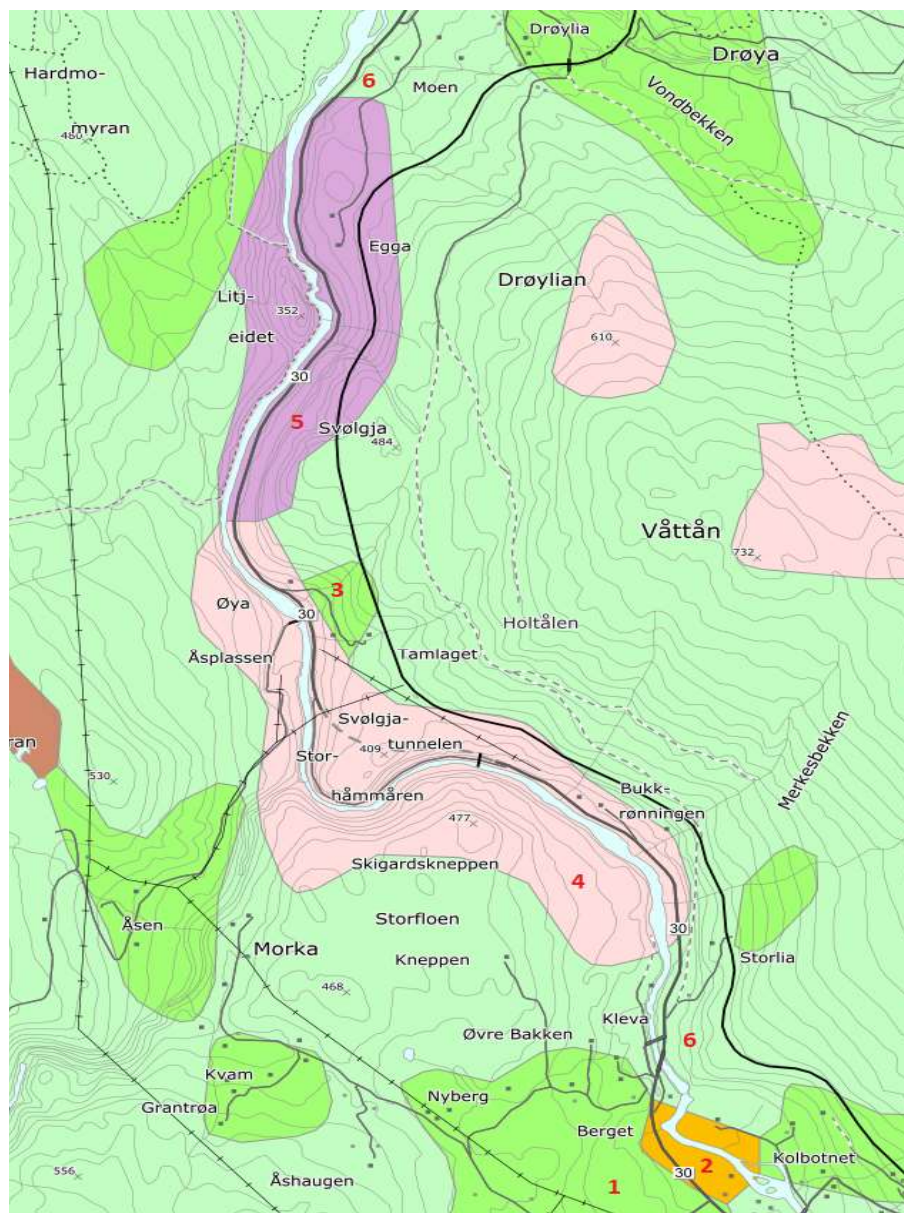
Figur 1: Oversikt for planområdet i Gauldalen

2.3 Grunnforhold

Planområdet tilhører Trondheimsfeltet som er en del av den Kaledonske fjellkjeden i Norge. Fjellkjeden strekker seg fra Mjøsa i Østerdalen oppover over Trondheimsfeltet. Trondheimsfeltet består i hovedsak av forskjellige metamorfe bergarter. I Holtålen består berggrunnen stort sett av horneblend-, glimmer-, og granittskifer [8, s.21].

Søk på ngu.no viser at berggrunnen i planområdet hovedsaklig består av glimmerskifer. Glimmerskifer dannes ved metamorfose av leirstein ved høy temperatur [9] og i denne omdanningen erstattes leirmineralene av glimmer- og harde mineraler.

Løsmassene på strekningen i planområdet varierer fra litt telefarlig til telefarlig materiale og



Figur 2: Geologisk kart for berggrunn i planområdet (Berggrunn N250 hentet fra NGU)

er avlest ved bruk av kvartærgeologiske kart på NGU. Dette ble gjort ettersom det ikke lot seg gjøre å gjennomføre ingeniørgeologiske undersøkelser i planområdet. Følgende løsmasser er registrert (se figur 2):

1. Morenmateriale - kan inneholde alt fra leir til stein og blokk. Morenavsetninger kan ha tykkelse fra 0,5 til flere ti-talls meter. Stort sett er materialet et sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet - telefarlighetsklasse T3.
2. Brelvavsetning (Glasifluvial avsetning) - sedimentet består av sorterte, ofte skråstilte lag av forskjellig kornstørrelse fra fin sand til stein og blokk. Mektigheten er ofte flere ti-talls meter - telefarlighetsklasse T3.
3. Morenemateriale - kan inneholde alt fra leir til stein og blokk. Morenavsetninger kan ha

tykkelse fra 0,5 til flere ti-talls meter. Stort sett er materialet et sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet - telefarlighetsklasse T3.

4. Bart fjell - omfatter berggrunn som ikke er dekt av løsmasse og har mindre enn 25 prosent vegetasjonsdekning. Mer enn 50% av arealet i planområdet er fjell i dagen - telefarlighetsklasse T2.
5. Forvittringsmateriale - materialet ligger som et usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen - telefarlighetsklasse T2.
6. Morenemateriale vanligvis hardt sammenpakket, dårlig sortert og kan inneholde alt fra leir til stein og blokk. Tykkelsen på avsetningene er normalt mindre enn 0,5 m, men den kan helt lokalt være noe mer - telefarlighetsklasse T3.

Frostsikringstiltak vil være nødvendig for de strekninger som ligger på materialer med telefarlighetsklasse T3 eller høyere.

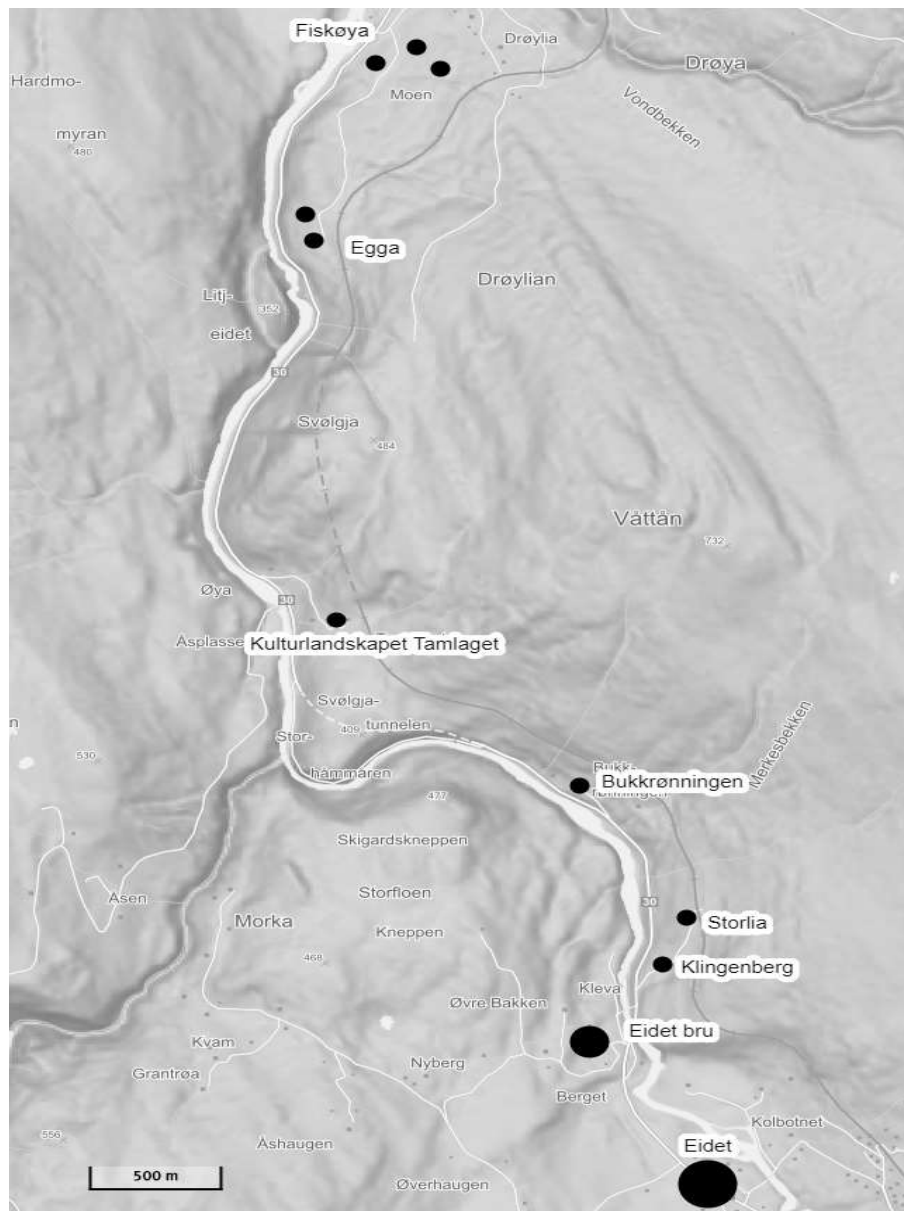
2.4 Bebyggelse i planområdet

For vår strekning ligger bebyggelsen stort sett konsentrert rundt Eidet bro med noe spredt bebyggelse langs resten av strekningen, se figur 3.

- Bebyggelse på østsiden av eksisterende veg ved Fiskøya. Avkjøring ved Fiskøya.
- Bebyggelse øst for eksisterende veg nordøst for Eggafossen. Tilkost ved Moavegen.
- To separate bebyggelser øst for eksisterende veg like nord for Svølgjatunellen. Den ene ligger ved vegen.
- Bebyggelse nord for eksisterende veg sør for Svølgjatunellen. Forholdsvis nært vegen.
- Tre separate bebyggelser nord for Eidet bru. En på vestsiden og to på østsiden av Gaula. En forholdsvis nært eksisterende veg.
- Flere bolighus vest for Eidet bru. Ligger spredt oppover dalsiden.

2.5 Ulykkesrate og ulykkespunkter

I følge vegvesenets vegkart har det vært 23 ulykker på strekningen siden 1978. Man kan lese av tabell 2 at ca. 70% av disse er singelulykker som har kommet som følge av utkjøring på



Figur 3: Bebyggelse i området

rett veg eller i venstrekurve. Dekkebredden på strekningen varierer mellom 5,9 og 7,9 meter, noe som gjør at vegbredden varierer samtidig som den er meget smal på enkelte deler. Dette i kombinasjon med flere svinger med kurveradius mindre enn minste tillatte verdi gjør vegen uoversiktlig og vanskelig å ferdes på. Dette understrekes av at $\frac{3}{5}$ av ulykkene har skjedd på tørr, bar veg.

Data i tabell 2 gir grunnlag for beregninger av ulykkesfrekvens som er definert som antall ulykker pr. millioner kjøretøykilometer og verdien kan variere mye fra vegtype til vegtype [10]. Ulykkesfrekvensen blir ofte brukt for å beskrive farligheten på en vegstrekning, eller i et punkt som f.eks. vegkryss. Ulykkesfrekvensen kan gi et bedre grunnlag for sammenligning av data dersom man vil ta hensyn til trafikkmengden. Samtidig bør man si at ligningen er definert med

Tabell 2: Ulykkesstatistikk for strekningen (kilde: NVDB)

Dato	Sted	Forhold	Type ulykke	Enheter	Omfang	Kommentarer
07.12.2017	Sør for Svølgjatunellen	Snø/isbelagt	Utforkjøring på rett vegstrekning	1	1 lettere	
11.10.2013	Eidet bru	Tørt, bart	Påkjøring bakfra	3	1 lettere	
12.03.2012	Ved Eggafossen	Våt, bart	Påkjøring bakfra	4	1 lettere	
08.09.2010	Ved Eggafossen	Tørt, bart	Møting i kurve	2	1 lettere	MC-ulykke
12.07.2009	Krysset Lervegen/Malmvegen	Tørt, bart	Utforkjøring på rett vegstrekning	1	1 drept	MC-ulykke
20.06.2006	Sør for Fiskøya	Tørt, bart	Utforkjøring på rett vegstrekning	1	1 lettere	
10.05.2006	Sør for Litleidekammen	Tørt, bart	Møting i kurve	3	1 alvorlig	
25.02.2004	Svølgjatunellen	Glatt ellers	Utforkjøring i venstrekurve	1	1 lettere	
06.06.2002	Eidet bru	Tørt, bart	Utforkjøring i venstrekurve	1	1 lettere	MC-ulykke
15.01.2001	Ved Råin	Snø/isbelagt	Utforkjøring på rett vegstrekning	1	1 lettere	
17.05.1999	Sør for Eidet bru	Tørt, bart	Møting under forbikjøring i kurve	2	1 drept, 1 lettere	MC-ulykke
26.01.1999	Ved Bukkrønningen	Delvis snø/isbelagt	Møting på rett vegstrekning	2	1 lettere	
11.04.1998	Svølgjatunellen	Snø/isbelagt	Kjøretøy veltet i kjørebane	1	1 lettere	
04.02.1998	Sør for Litleidekammen	Snø/isbelagt	Utforkjøring på rett vegstrekning	1	1 lettere	
29.12.1997	Ved Klingenberg	Delvis snø/isbelagt	Utforkjøring på rett vegstrekning	1	1 alvorlig	
09.07.1996	Ved Klingenberg	Tørt, bart	Utforkjøring i venstrekurve	1	1 lettere	
15.02.1995	Sør for Fiskøya	Delvis snø/isbelagt	Påkjøring bakfra	2	1 lettere	
03.07.1994	Sør for Svølgjatunellen	Tørt, bart	Utforkjøring	1	2 lettere	
13.07.1981	Ved avkjørsel til Klingenberg	Tørt, bart	Utforkjøring i venstrekurve	1	3 drepte	
10.08.1980	Nord for Åsplasskogen	Tørt, bart	Utforkjøring på rett vegstrekning	1	1 lettere	
02.07.1980	Litleidekammen	Tørt, bart	Utforkjøring i venstrekurve	1	1 lettere	
07.03.1980	Sør for Eggafossen	Snø/isbelagt	Møting på rett vegstrekning	2	1 lettere	
13.08.1978	Ved Klingenberg	Tørt, bart	Utforkjøring på rett vegstrekning	1	1 lettere	

hensyn til risikoen for bilførere og ikke sier noe om risiko for myke trafikanter som syklister eller gående. Beregnet ulykkesfrekvens for denne strekningen der antall observerte politirapporterte personskadeulykker de siste ti år er $U_{OBS} = 5$:

$$U_f = \frac{U_{OBS}}{\text{ÅDT} \cdot 365 \cdot \text{Lengde} \cdot \text{År}} \cdot 10^6 = \frac{5}{1700 \cdot 365 \cdot 6,5 \text{ km} \cdot 10} \cdot 10^6 = 0,12 \quad (1)$$

Ved vurdering av ulykkesfrekvens må man ta hensyn til at enkeltulykker vil påvirke ulykkesfrekvensen i større grad på veger med lavere ÅDT. For eksempel hadde man i 2013 68% færre personulykker per million kjøretøykilometer på motorveger sammenlignet med fylkesveger [11].

2.6 Bompengefinansiert Fv30

Innholdet i dette kapittelet baseres på rapporter fra, og møter med personer tilknyttet prosjektet Rute 30.

Statens vegvesen har på oppdrag fra Fylkeskommunen gjennomført et forprosjekt angående utbedring av Fv30 mellom Støren og Røros. De har i hovedsak sett på problematikk forbundet med rasfare og har blant annet tatt for seg området rundt Svølgja. Informasjon om dette finnes i

rapport [12, 2014019120-008]. Dette temaet behandles nærmere i kapittel 6.5.2.

Rapporten tar ikke for seg problematikk forbundet med flom. Selv om denne oppgaven har bakgrunn i problematikken forbundet med 200-årsflom i Gaula vil også resultatet av rapporten legges til grunne for valg av løsning.

I møte med Astrid Hanssen og Magnhild Røhmyr hos Statens vegvesen den 20. mars, kommer det frem at denne rasproblematikken har dannet grunnlaget for deres løsningsforslag på bakgrunn av et oppdrag fra daværende Sør-Trøndelag Fylkeskommune. De påpeker at dette kun er et forprosjekt og dermed ligger på et annet plan en denne oppgaven.

3 Litteraturstudie

3.1 Hva karakteriserer en ideell og harmonisk veg?

Mennesker vil alltid ha en subjektiv oppfatning av en vegstrekning, men alle vil nok foretrekke en veg som er behagelig å kjøre på samtidig som den er sikker. For å oppnå dette spiller vegens geometri en stor rolle. Den påvirker måten vi ferdes på, avgjør graden av kjørekomfort og sørger for at vegen anlegges og ligger godt i landskapet.

Man kan bruke forskjellige prinsipper i prosjektering av vegens geometri og disse har svært stor betydning for hvordan vi opplever den anlagte vegen (for beskrivelse av linjeføringsprinsippene henvises det til kapittel 3.4.1). Geometrien skal bidra til jevnt fartsnivå og sørge for at fartsendringer skjer over en viss strekningslengde. Lange og rette strekninger vil føre til økt fartsnivå og dermed vil reiseopplevelsen bli betydelig redusert. Når man holder stor fart over lengre perioder vil man miste litt perspektiv på hvor fort det egentlig går, slik at opplevelsen av hastigheten for føreren ikke vil samsvare med verdien på speedometeret. For å unngå dette bør man legge inn kurver selv på strekninger der vegen kan legges rett over lengre områder. Kjøring med stor fart i kurver vil føles ubehagelig for fører og passasjerer og man vil dermed få naturlige fartshindringer i vegen.

For å bygge en ideell veglinje er det svært viktig å se på forholdet mellom lengden på kurven og størrelsen på kurveradien. For en mest mulig harmonisk veglinje bør kurveradien ha tilnærmet samme verdi som lengden på kurven. I tillegg til dette bør verdiene for horisontal- og vertikalradius være noe høyere enn det som defineres som minsteverdi for et gitt dimensjonerende fartsnivå. I Norge kan dette medføre store utfordringer grunnet landsskap med bratte og lange fjellsider. Vegens geometri vil også spille en viktig rolle sett opp mot trafikksikkerheten, nettopp ved å regulere kjøretøyers hastighet.

En harmonisk veg er en del av landskapet og i harmoni med omgivelsene. Slike veger vil føre til mindre inngrep i naturen og kjøreturen vil berikes med positive visuelle opplevelser, i motsetning til veger som dominerer i landskapet. For å unngå dette, bør vegen linjeføres med jevne kurver som går i takt med vertikal- og horisontalplanet og bidrar til jevnt fartsnivå og god kjørekomfort på hele strekningen. Figur 9 illustrerer den ideelle-linjens geometri i horisontal- og vertikalplanet og er en rettesnor ved linjeføring for de foreslåtte alternativene i denne besvarelsen.

Alt i alt er den ideelle veglinja en vakker veg som ligger godt i landskapet, gir trygget og bidrar

kjørekomfort uansett hvilken tid på døgnet, eller året man ferdes på. Dette vil da fremkomme som en estetisk god veg, med gode, komplimentære og naturlige elementer langs den.

3.2 Vegens beliggenhet i dallandskap og i åpent landskap

Det vil fremkomme i de senere kapitler hvordan valg mellom de forskjellige linjeføringsprinsippene gjøres slik at naturinngrep blir mest mulig redusert. I dette kapittel gis det en beskrivelse av hvordan man skiller mellom de forskjellige landskapsbildene i planområdet, og hvilke elementer som er viktige og bør tas hensyn til ved planlegging og prosjektering av veganlegg.

Det understrekes at vegens beliggenhet i landskapet har stor betydning. I denne oppgaven omhandles ikke dette i dybden men kun i de tilfeller der påvirkningsgraden er stor mhp. omgivelsene. Siden vegstrekningen ligger i Gauldalen, beskrives det videre lokalisering av veglinje i dallandskap med spredt bebyggelse.

En veg som fremhever de naturlige linjene gitt av landskapet vil bidra til en hyggelig og visuelt stimulerende kjøreopplevelse. Størrelse, form og varierende mønster i omgivelsene er kriterier som påvirker vår oppfatning av landskapsbildet.



Figur 4: Åpen landskap sør i planområdet (foto: Mads H. Ratvik)

Vegen forankres som regel i forskjellige landskapsformer. Disse kan være alt fra elver, innsjøer og fjord til vegetasjons- eller bebyggelsesmønstre samt land- eller terrengform. Man skal etterstrebe en veg som ikke dominerer i landskapet men heller fremstår som en del av det [2, s.85-98].

Planområdet er delt i to hva gjelder terreng. I den nordlige delen ligger vegen i bratt dallandskap rett ved Gaula, mens det er mer åpent og flatt i den sørlige delen. Bebyggelsen i planområdet befinner seg i hovedsak i sør, der åpningen i dalen sørger for flatere terreng (figur 4). Det er også her mesteparten av planområdets jordbruksarealer befinner seg. I den nordlige delen får man ingen gradvis overgang mellom vannoverflate og terrenget rundt. De bratte, skogsbelagte

dalsidene går rett ned i elveleiet og gjør dalen svært trang (figur 5).



Figur 5: *Dallandskap i planområdet (foto: Mads H. Ratvik)*

Nye, store naturinngrep som følge av vegbygging vil påvirke et områdes landskapskala¹ samt føre til økt sårbarhet. Ved utbygging i landskap som det i Gauldalen vil man få store utfordringer forbundet med overgangen mellom høye skjæringer og skogssonen. Det vil være vanskelig å få denne overgangen til å fremstå som en naturlig del av landskapet samtidig som man ivaretar de krav som stilles til utformingen av vegen og områdene rundt.

Ved anlegging av veg i bebygde områder følger vegen bebyggelsesmønster og har faste forankringspunkter. Det vil si at man skal unngå å planlegge veglinjen gjennom eksisterende bebyggelse i den grad det er mulig, samtidig som man forsøker å unngå å bryte opp de naturlige linjene landskapet er preget av. Ved utbygging av ny veg gjennom, eller like ved tettsteder kan man få behov for støyreducerende tiltak. Plassering og utforming av støyskjerming bør tillegges mye oppmerksomhet da uheldig plassering eller utforming kan oppfattes som skjærende i landskapet [2, s.111-115].

På bakgrunn av dette bør følgende tas hensyn til:

- Om vegganlegget ligger godt i landskapet avgjøres ved å vurdere mange landskapselementer i forhold til utførte inngrep i naturen og vegens absolutte dimensjoner (dette er ikke vurdert og overlates til erfarne landskapsarkitekter).
- Dersom man skal unngå å bryte opp landskapsbildet på strekningens nordligste del ved å anlegge vegen i dagen langs fjellsiden, bør tunnelbyggingsalternativer foretrekkes/vurderes.

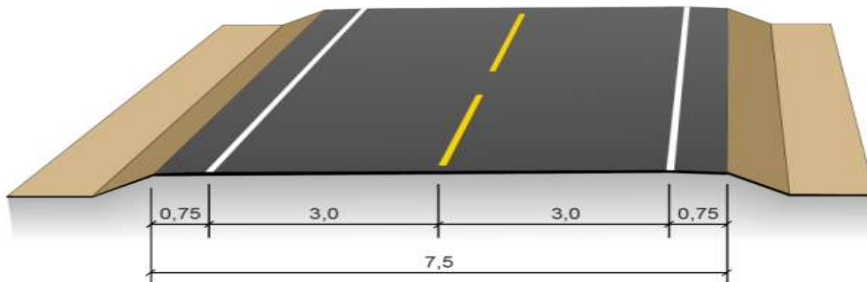
¹Landskapets skala gir uttrykk for størrelsesforholdene i landskapet. Vegens visuelle tilpassing til landskapets skala er ikke bare avhengig av vegens absolutte dimensjoner, men også av størrelsesforholdet mellom vegen og det landskapet vegen går gjennom [2, s.95].

- Det finnes mange strekninger i planområder som ikke tilfredsstiller dimensjonerende krav for utbedringsstandard. Selv om man kan forvente at utbedring av dagens veg vil kreve mindre naturinngrep kan kjappe og lite gjennomtenkte beslutninger ha stor innvirkning på landskapsbildet.

3.3 Dimensjoneringsklasse og tverrprofil

Basert på dimensjonerende verdier, fartsgrense 80km/t og trafikkmengde, $\dot{A}DT$, settes det dimensjoneringsklasse til øvrige hovedveger, H_01 , med primæroppgave å dekke behovet for transport mellom distrikter, områder, byer og bydeler [1]. I tillegg til dimensjoneringsklasse skal "vegen være lesbar". Med dette menes at vegen er ensartet over en strekning uten dimensjoneringsklassesprang selv om trafikkmengde kan variere.

Ved anlegging av ny veg i planområdet skal denne bygges med total bredde på 7,5 meter. Tverrprofil illustreres på figur 6.



Figur 6: H_01 -vegens tverrprofil, 2-feltsveg (mål i meter) [1, utklipp, s.42]

3.4 Vegens linjeføring

Som tidligere beskrevet er utgangspunktet for en god og harmonisk veg en kombinasjon av linjeføring i både horisontal- og vertikalplanet. Ved riktig prosjektering vil disse elementene forme en romkurve som er optimalt tilpasset landskapet og omgivelsene rundt vegen.

De følgende kapitler beskriver teorien som legges til grunn for arbeid med linjeføring i denne oppgaven.

3.4.1 Linjeføringsprinsipper

Historisk sett ble flere forskjellige prinsipper for linjeføring brukt, og vegingeniøren sto fritt til å velge mellom disse. Prinsippene har sine fordeler og ulemper og man kan inndele disse på forskjellige måter [2, s.131]. De aktuelle prinsipper for planområdet kan beskrives på denne måten:

- **Horisontaltraséring** - siden denne metoden går ut på å følge høydekoter, kreves det mindre terrenginngrep enn ved bruk av et vertikaltraséringsprinsipp som skjærer rett inn i landskapet uten å ta hensyn til høydeforskjeller. Historisk sett ble valg av dette linjeføringsprinsippet begrunnet med økonomiske hensyn, ettersom metoden ikke krevde så store mengder fyllingsmasser eller skjæringer. Horisontaltraséringen kan kreve mye lengre veglinje enn det som er nødvendig - se figur 7(a) for illustrasjon.
- **Skråtraséring** - prinsipp som går ut på at vegen anlegges inn mot terreng eller ut mot utsikten som følge av en åssides buktende former. Skråtraséring er vist på figur 7(b).
- **Myktraséring** - dette prinsippet involverer en kombinasjon av horisontal og vertikal linjeføring slik at tilpasning til terrenget er mest mulig optimalisert. Figur 7(c) viser prinsipp-skisse i landskapet. Som regel krever denne metoden mindre skjæringer og fyllinger enn vertikaltrasseringen, i tillegg til at vegen blir kortere i forhold til horisontaltrasseringen.
- **Miljøtraséring** - som regel lar dette prinsippet vegen følge naturlige linjer i landskap med vekslning mellom flatt og kupert terreng, samt vekslning mellom lyse og mørke farger i landskapet. Dette resulterer i en detaljtilpasset veglinje (figur 7(d)).

De ovennevnte linjeføringsprinsippene brukes fremdeles idag i større eller mindre grad. Siden det i Norge er få områder med ensartet landskap, vil et prinsipp sjeldent benyttes alene. Ved å kombinere flere prinsipper vil man kunne oppnå en harmonisk linjeføring og dermed også en god kjøreopplevelse for trafikantene.

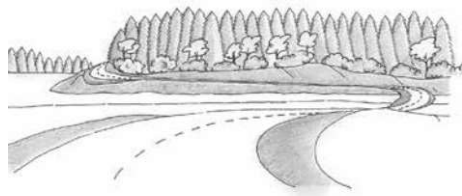
3.4.2 Linjeføring i horisontalprofilen

Linjeføringen i horisontalplanet fremkommer som et resultat av en sammensetning av flere geometriske elementer: sirkelbuer, overgangskurver og rette linjer. Dersom man ønsker en mest mulig harmonisk veglinje bør elementene settes sammen på en slik måte at det dannes en kontinuerlig linje uten knekker eller sprang.²

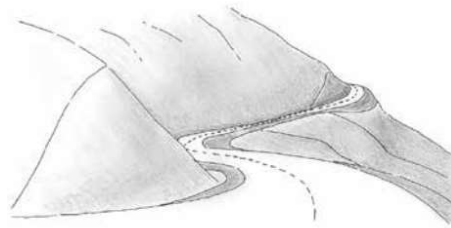
Som regel kan de geometriske elementene som brukes i linjeføringen beskrives på denne måten:

- **Sirkelbue** er en kurve med konstant radius der minste verdi bestemmes av vegens dimensjoneringsklasse. Man bør, der det lar seg gjøre, bruke høyere verdi for kurveradien en minimumsverdien. Dette fordi for korte kurver i forhold til rettlinjene kan gi knekk i linjeføringen.

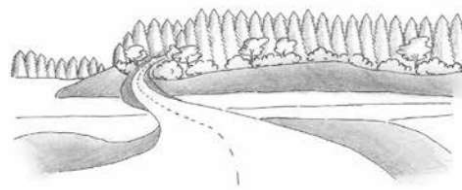
²Sprang i linjeføringen betyr at veglinjen forsvinner fra sjåførens sikt, for så å dukke opp igjen lenger borte på strekningen [2].



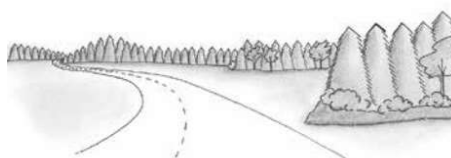
(a) *Horizontaltraséring*



(b) *Skråtraséring*



(c) *Myktraséring*



(d) *Miljøtraséring*

Figur 7: *Linjeføringsprinsippene [2, utklipp, s.130]*

- **Rettlinje** er en geometrisk element som har en uendelig stor radiusverdi. Ved linjeføring bør man unngå å bruke korte rette strekninger mellom to kurver.
- **Overgangskurve**, også kjent som klotoider, er en kurve der krummingen endres lineært med lengden for å unngå sprang i veglinjen. Klotoider brukes mellom to geometriske elementer slik som rett linje og sirkelkurve, eller to sirkelbuer. Vanligvis brukes det to motsatt rettede klotoider (vendeklotoider) mellom to motsatt rettede sirkelbuer.

Man kan si at en god linjeføring er oppnådd dersom reisende ikke legger merke til overganger mellom de forskjellige geometriske elementer vegbanen består av. Slike, brå overganger karakteriseres som knekk og vil ikke fremstå som en sammenhengende kurve uansett kurveradius. For å unngå dette bør sirkelkurven være lang nok samtidig som klotoider etableres mellom elementene. Bruk av klotoider vil også føre til mykere linjeføring og en mer komfortabel kjøreopplevelse.

For å ivareta det visuelle perspektivet til føreren er det viktig å vite hvor fort en veg går fra rettstrekk til kurve. Dette for å skape forutsigbarhet slik at føreren unngår overraskelser i linjeføringen. En tommelfingerregel om forholdet mellom klotoidparameter og sirkelradien er 1:2:1. Klotoidparameteret skal altså være halvparten av sirkelkurvens radius. Man bør unngå at klotoiden er lengre enn sirkelkurvens radius da dette skaper en illusjon av en skarpere sving

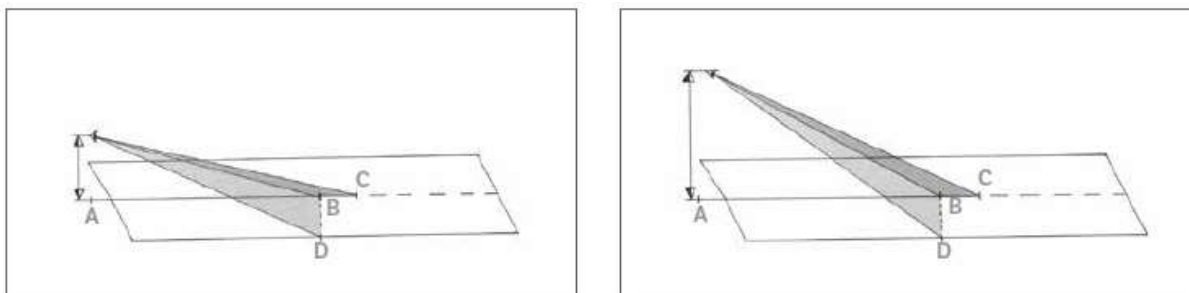
på midten av kurven [13, s.179-182].

3.4.3 Linjeføring i vertikalprofil

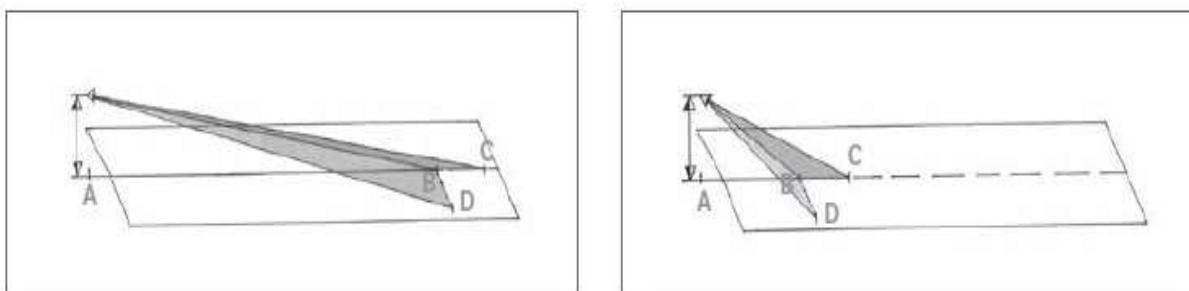
I likhet med horisontalprofilen består også vertikallinjeføring av geometriske elementer som rette linjer og sirkelbuer. Disse har stor betydning for hvordan man vil oppleve reisen i det vertikale planet. Myke overganger og sammenfallende elementer vil føre til harmonisk linjeføring uten knekk eller sprang.

Beskrivelsen av de geometriske elementene som benyttes i vertikal linjeføring kan gis på denne måten:

- **Rettlinje** vil i vertikalprofilen beskrive positiv eller negativ stigning med en uendelig stor radius.
- **Sirkelbue** vil i vertikalprofilen angi lavbrekks- eller høybrekkskurver som henholdsvis er konkave eller konvekse sirkelkurver.



(a) Liten betraktningshøyde gir mindre vinkel enn større betraktningshøyde



(b) Kort eller lang betraktningssavstand er avgjørende for om et lavbrett vil bli observert med knekk i profilet eller ikke

Figur 8: Geometrisk forklaring av betraktningsslegde og -høyde for vertikalprofilen [2, utklipp, s.138]

Betydningen av kurvens lengde sett i forhold til bueradien er mye større i vertikalprofilen. I tillegg vil forholdet mellom buelengde og betraktningssavstanden være av stor betydning for ver-

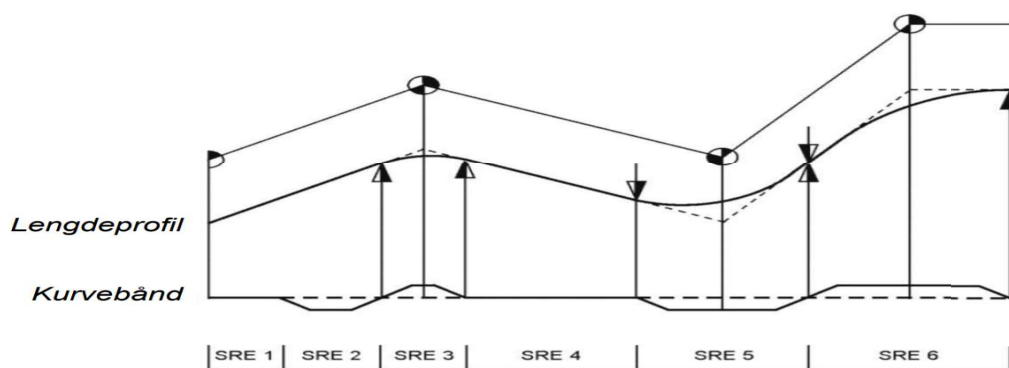
tikallinjeføringen. Forskjellige kjøretøy vil ha forskjellige betraktningshøyder. En lastebil sjåfør vil for eksempel ha ca. dobbelt så høy betraktningshøyde som en fører av personbil, se figur 8. Det vil dermed være stor forskjell i hvordan disse oppfatter veglinjen og et lavbrekk kan dermed oppfattes som et knekk for førere av personbiler, men ikke for lastebil sjåføren. For å unngå dette må lavbrekk prosjektere med så lange sirkelkurver at vinkelen blir tilnærmet like stor for begge kjøretøy typer [2, s.152]. Anleggsteknisk betyr det at dette kan føre til høye fyllinger siden korte kurver kommer nærmere terrenget i lavbrekk. Det samme kan man si om betraktningssavstand - jo mindre betraktningssavstanden er, jo større blir vinkelen og linjen kortere i lengderetningen - se figur 8(b) [2, s.152].

Høyt stigningstall kombinert med korte sirkelkurver vil føre til dårlig sikt. I tillegg til dette vil man oppleve en lav kjørekomfort både i høy- og lavbrekk. Ideelt sett kunne man tilpasse korte sirkelkurver ved bruk av klotoider, men slike overgangskurver er vanskelig å sette ut i terrenget. Av den grunn benyttes de ikke i vertikalprofil.

Like viktig som valg av elementer og verdiene i linjeføringen er sammensetningen mellom dem. Dersom to sirkelkurver med samme retning blir sammenføyd med kort fellestangent vil vegen få en dårlig rytme. For å unngå redusert kjørekomfort mellom to sirkelkurver som vertikalprofil har, bør motsatte retninger sammenføyes med en rettlinje som er lengre enn 100m [2, s.155].

3.4.4 Romkurve

En kombinasjon av linjeføring i både horisontal- og vertikalprofil gir en veggeometri som kan beskrives i rom. Om vegen er estetisk bra utformet er den tredimensjonale romkurvatur av interesse for analyse. Figur 9 viser de forutsetningene som legges til grunn for at en jevn og rytmisk vegform blir oppnådd.



Figur 9: Veglinje med samsvar mellom horisontal- og vertikalplanet - en harmonisk veglinje [3, utklipp, s.30]

Utenom de sammenfallende punkter som er illustrert i figur 9 er det svært viktig å ta hensyn til

at trafikantene oppfatter den visuelle informasjonen om vegens geometri og omgivelsene som en hellhet og at vegens videre forløp fremkommer naturlig.

3.5 Utforming av sideterrenget

Dersom vegens senterlinje ikke ligger på terrenget ved linjeføring, er det behov for skjæring eller fylling. Både skjæring og fylling har stor betydning for vegens levetid, trafikksikkerhet og vedlikehold.

Sideterrengets utforming har stor betydning både for ulykkestall og alvorlighetsgrad. Jo brattere skråningen til fyllingen er, jo større er sannsynligheten for at et kjøretøy vil velte ved utforkjøring. Ved velting øker sannsynligheten for personskader dramatisk. I tillegg kan kjøretøyets kupé bli trykket sammen, og faren for å bli drept eller alvorlig skadet økes betydelig [14]. Ved riktig utforming av sideterrenget kan alvorlighetsgrad og ulykkestall reduseres ettersom bevegelsesenergiens påvirkning på personer inne i bilen reduseres [15, s.4].

3.5.1 Sikkerhetssonens bredde

I dette kapittelet beskrives utforming av sideterrenget i henhold til Håndbok N101, *Rekkverk og vegens sideområder*. N101 beskriver beregningsmetoder og angir minste avstand mellom vegkant og faste hindringer. Denne avstanden omtales som sikkerhetssonens bredde, *S*. Sikkerhetssonen er avstanden fra kjørebaneanten til sideterrenget målt vinkelrett i horisontal retning. *S* bestemmes av trafikkmengde, fartsgrense, kurvatur, avstand til motgående kjørefelt ved bruk av midtdeler og sideterrengets utforming og innhold [4, s.22].

Ifølge N101 deles faremomentene inn i 4 hovedkategorier, disse er som følger [4, s.21]:

- **Faste sidehindre** - hindre som er lokalisert langs vegen og som ved påkjøring kan medføre alvorlige skader. Disse kan være:
 - naturlige elementer langs vegen i terrenget f.eks. stein, fjell, vann mm.
 - elementer som er en del av vegens konstruksjon - utstikkende kulverter, landkar, pilarer mm.
 - vegutstyr langs vegen - lysmaster, skiltmaster osv.
- **Farlige skråninger** - helningsvinkelen til skråningen er avgjørende for om kjøretøy vil velte eller bråstoppe ved utforkjøring.
- **Øvrige trafikanter** - i denne kategorien kan man nevne myke trafikanter som gående og

syklende, eller motgående kjøretøy.

- **Spesielle anlegg** - langsgående eller kryssende jernbane, vannreservoarer, drivstofftanker mm.. Ved utkjøring kan disse elementene føre til meget alvorlige og omfattende skader.

Formelen for å beregne sikkerhetssonen er som følger:

$$S = A + T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 \quad (2)$$

Ligning 2 gir et eksakt estimat av avstanden fra kjørebane til sidehinder. Dersom objektet befinner seg innenfor sikkerhetsavstanden skal tiltak iverksettes. Slike tiltak kan være fjerning av objektet eller etablering av rekkverk med mer. Også om objektet befinner seg like utenfor sikkerhetssonen bør slike tiltak vurderes.

Følgende faktorer i ligning 2 er aktuelle for dette prosjektet:

- A - defineres i Håndbok V160, s. 19 på denne måten:

"Sikkerhetsavstand (A) er den avstanden fra kjørebane kanten som bare overskrides av en liten andel av de kjøretøyene som havner utfor vegen".

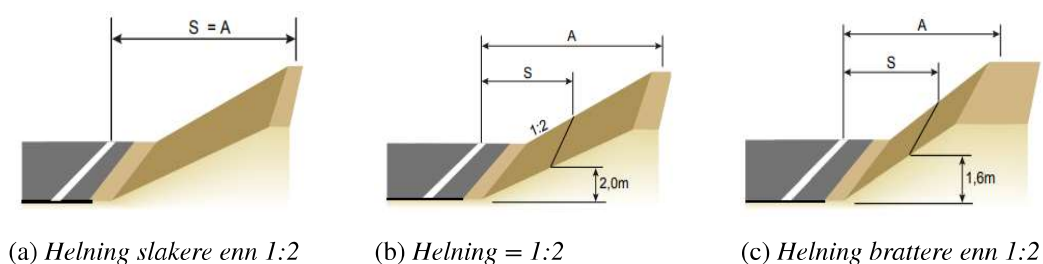
Avstanden fremkommer fra fartsgrense og trafikkmengde (ÅDT) på vegen. Krav til sikkerhetsavstand langs vegen er gitt i håndbok N101, tabell 2.2 og på strekningen i Holtålen kommune bør denne være minst 6 meter.

- T_2 - tillegg ved fylling/fallende terreng eller tillegg ved skjæring/stigende terreng. Det er allerede sagt innledningsvis i dette kapittel at sideterrengets utforming har stor betydning for trafikksikkerhet. Tillegg $T_2 = 0$ brukes dersom helningsgraden på fyllingen er slakere enn 1:4, men for helningsvinkel brattere enn 1:4 er verdien for tillegget større enn null, $T_2 > 0$. Dette siden ved utkjøring på slake terreng vil et kjøretøy som regel kunne retarderes og kontrolleres og dermed kan velting unngås. Ifølge N101 skal overgangen ved skråningstopp og skråningsfot avrundes ved fall brattere enn 1:4. Dette vil redusere faren for velting i skråningen.

T_2 legges også til ved jordskjæringer langs vegen. I dette tilfellet har helningsgraden stor innflytelse på sikkerhetssonens bredde:

- Jordskjæringer slakere enn 1:2 - tilleggsverdi $T_2 = 0$ - sikkerhetssonens bredde er lik sikkerhetsavstand (fig. 10(a)).

- For jordskjæringer med helningsvinkel lik 1:2 er sikkerhetssonens bredde definert kun i området der skråningen er 2,0 meter over vegbanenivå. T_2 blir da trukket fra den delen av sikkerhetsavstanden, A , som ligger mer enn 2,0 meter over kjørebane (fig. 10(b)).
- For jordskjæring med helning brattere enn 1:2 gjøres det på samme måte dersom helningsvinkelen er 1:2. Forskjellen er at sikkerhetssonen kun går fram til det punktet skråningens høyde er 1,6 meter over vegbane (fig. 10(c)).



Figur 10: Sikkerhetssonens bredde ved stigende terreng [4, utklipp, s.26]

3.5.2 Utforming av fjellskjæring og steinfylling

Alle faste hindrer som er lokalisert nær vegen kan øke potensialet for alvorlige skader eller død ved påkjørsel. Faste hinder defineres som nærliggende fjellkjæringer, trær, lysstolper, støyskjermer og andre fysiske gjenstander. I tillegg kan kort avstand fra vegkanten til fast hinder redusere siktforhold og være årsak til redusert trafiksikkerhet. Utformingen av fjellskjæringer og avstanden fra veg til disse er dermed svært viktige faktorer.

Fjellskjæringens helning er normalt sett 10:1. Dette gjør det vanskelig å skjule skjæringens overflate ved tildekning. Oppfattelsen av slike skjæringer vil variere fra person til person. Ved å redusere mengden eksponert fjell vil man imidlertid kunne se på fjellskjæringer som positive elementer langs veganlegget. Man har noen tommelfingerregler for å avgjøre om fjellskjæringene er skjemmende eller ikke for to-felts veg. Disse er som følger [2, s.165-170]:

- Skjæringene er lavere enn 4m og utgjør mindre enn 2/3 av vegstrekningen.
- Fjellskjæringer med jordskråning i bunn vil ikke være skjemmende dersom de er lavere enn 6m, og jordskråningen ikke overstiger 1/3 av den totale høyden.

For best mulig tilpasning av fjellskjæringen til landskapet bør skjæringene i de fleste tilfeller formes. Dette gjøres som regel i tett samarbeid med landsskapsarkitekt ved planlegging av

sprenging, planering og såing. En metode for forming er å følge, og bruke koteplaner samt ved å sprengte ut en bredere profil enn nødvendig. Dette vil skape en følelse av kontinuitet og gir skjæringene en naturlig beliggenhet dersom avstanden til fjellveggen varierer langs vegen [2, s.167-177].

Ifølge N200 kan steinfyllinger legges ut fra endetipp opp til planum når planlagt fyllingshøyde er lavere enn 2m. Dersom fyllingshøyden er høyere enn 2m, skal massene legges ut lagvis og komprimeres fra bunnen med lagtykkelse 1 – 2m opp til nivå 0,5 – 1,0m under planum. Sidekanten til steiner som brukes i fyllinger skal være mindre eller lik 2/3 av lagtykkelsen og maksimalt 1,0m i alle lag. Under normale forhold og når man har tilgang på sortert og stein av god kvalitet, kan man bruke skråningshelning på 1:1,25 [5, s.58].

3.5.3 Utforming og form på jordskjæring og jordfylling

I likhet med høye fjellskjæringer kan også store jordskjæringer og fyllinger være skjemmende. Sett fra vegen vil jordskjæringer ha større påvirkningsgrad. De vil være synlige for trafikantene ettersom de bygges fra grøften og bort fra vegbanen. Fyllinger skrår ned fra vegbanen og vil dermed ikke være synlig i like stor grad. Ser man imidlertid på vegen fra et annet perspektiv vil situasjonen være annerledes. Her vil en fylling løfte, og dermed fremheve, vegens beliggenhet mens en skjæring vil kunne fremstå som et naturlig plata i terrenget ved riktig utforming.

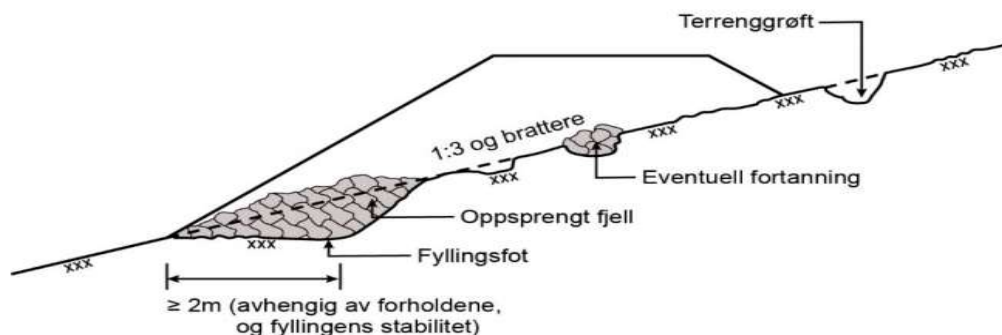
En tommelfingerregel er at skjæringshøyde over 12 meter ved to-felts veg vil vurderes som skjemmende [2, s.171-177]. Ved høye skjæringer bør disse utformes i samsvar med de linjer som følger landsskapet og beplantes med stedlig vegetasjon.

Formen på jordskråning avhenger av brukte materialer. Det viktigste aspektet ved valg av fyllingsform er helningsvinkel. Denne skal gi stabil utforming og ta hensyn til trafiksikkerhet. Maksimal skråningshelning for skjæringer i løsmasse er gitt i håndbok N200, tabell 242.1. Største skråningshelning for vegfyllinger er gitt i tabell 252.1 i samme håndbok.

Fyllingssåle i tverrskrånende terreng skal være stabil og sikre god kontakt mellom fylling og underliggende terrengoverflate. Dette kan gjøres ved å fjerne humusholdige og bløte løsmasser samt ved etablering av fortanning. Dersom terrenget har en helning på 1:3 eller brattere eller ved glatt bergoverflate, skal berget sprenges ut og fyllingsfot prosjekteres (se figur 11) [5, s.59].

Ved fyllinger høyere enn 4m vises det til Håndbok N200, kapittel 25.

Uavhengig av fyllingshøyde er det svært viktig å unngå å legge ut frosne løsmasser og sørge for at fyllingene ikke fylles over utførte lag av frosset løsmasser. Dette kan unngås ved å fjerne



Figur 11: Fyllingssåle ved terrengskråning 1:3 og brattere [5, utklipp, s.60]

frosne masser før videre arbeid igangsettes [5, s.61].

Ifølge N200 bør man, for å unngå uakseptable setninger etter byggefasens slutt, komprimere alle utlagte løsmasser slik at man oppnår størst mulig homogenitet i horisontal utstrekning. Dette oppnås ved å planlegge, komprimere og legge ut fyllingene lagvis.

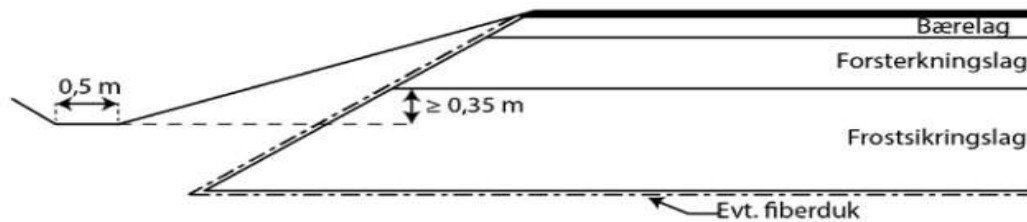
3.5.4 Valg og utforming av sidegrøft

Utforming av sidegrøfter har betydning for effektiv drenering og er svært avgjørende i forbindelse med vegger. Dreneringen skal sikre at overbygningen er drenert slik at vegens bæreevne ikke blir redusert og fare for telehiv unngås. I tillegg til dette skal dreneringen lede overflatevann fra kjørebanelen og sikre at vegkonstruksjonen ikke skades som følge av erosjon eller flom.

Håndbok N200 angir følgende bestemmelser for utforming av sidegrøfter som er aktuelle for planområdet:

- Tabell 406.1 angir anbefalte dreneringstype. For planområdet velges åpen drenering.
- Tabell 406.2 angir grøfteskråningens helning:
 - grøft i løsmasser 1:2 - 1:5
 - grøft i berg 1:4 - 1:5
- Grøftebunnsbredde er lik 0,5m
- Minste avstand fra bunnen av overbygning til grøftebunn er 0,35m, dette for å sikre at overbygningen dreneres.

Tverrprofil med overbygning og sidegrøft er vist på figur 12.



Figur 12: Valgt drenggrøft for planområdet [5, utklipp, s.99]

Som regel vil grøftebunn følge samme helning som vegen i lengderetning. For å sikre optimal vannavrenning fra vegoverflate linjeføres vegens senterlinje med minst 1% stigning i vertikalprofilen.

3.6 Utkiling

For å unngå telehiv i overganger mellom materialer med forskjellig telefarlighetsklasse er det viktig at utkiling benyttes [5, s.151]. I henhold til håndbok N200 er det derimot ikke behov for utkiling dersom vegen er frostsikret. Slik det fremkommer i kapittel 9 dimensjoneres vegen i denne oppgaven med frostsikring. Dette betyr at utkiling ikke er et tema som blir fulgt opp videre i denne oppgaven. Det nevnes likefullt at behovet for utkiling i overgangen mellom frostsikret overbygning og overbygning på fjell må vurderes.

3.7 Breddeutvidelse

I henhold til N100 skal breddeutvidelse benyttes dersom vegens horisontalkurveradius er mindre eller lik $500m$, ($R_h \leq 500$). Hvor stor utvidelsen skal være avhenger av dimensjonerende kjøretøy samt horisontalradius. Årsaken til at breddeutvidelse er nødvendig er at et kjøretøy vil kreve mer plass i en kurve enn på en rett strekning. Breddeutvidelsen fordeles likt mellom kjørefeltene. Ifølge figur på vedlegg 6 er dimensjonerende kjøretøy for denne oppgaven både modulvogntog og vogntog. Breddeutvidelsene fremgår av tabell 3.

3.8 Sikt lengde og siktkontroll

For dette prosjektet benyttes sikt lengder definert av Tabell C.3 i håndbok N100 i samråd med ekstern veileder, se vedlegg 6.

- Stoppsikt lengde, $L_s = 105m$
- Møtesikt, $L_m = 220m$
- Forbikjøringssikt, $L_f = 600m$

Tabell 3: *Breddeutvidelse for 2-feltsveger avhengig av kurveradius (mål i meter). Modulvogntog og vogntog er dimensjonerende kjøretøy i planområdet (kopi av tabell E.2 i håndbok N100 på side 100)*

Radius	20	30	40	50	70	100	125	150	200	250	300	400	500
Modul-vogntog	8,6	5,7	4,3	3,4	2,5	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0,7	0,5	0,5
Vogntog	6,0	4,0	3,0	2,5	1,8	1,3	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4
Buss	5,4	3,6	2,7	2,1	1,5	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
Lastebil	3,6	2,4	1,8	1,5	1,1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3
Liten lastebil	1,8	1,2	0,9	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Personbil	1,1	0,7	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

For stoppsikt får man et tillegg på 15m ved fall og et fratrekk på 10m ved stigning.

Beregning av nødvendig siktlengde gjøres i henhold til *V120 - Premisser for geometrisk utforming av veier*. Utrykk for beregning av stoppsikt og møtesikt gis i vedlegg 4. Beregning av sikt på kritiske strekninger er nødvendig siden verdiene for stoppsikt, møtesikt og forbikjøringssikt oppgitt i vedlegg 6 ikke tar hensyn til blant annet vegens stigningsgrad, s , og bremsefriksjon, f_b . Det er viktig med siktkontroll i følgende tilfeller [16, s.29]:

- horisontalkurver langs strekningen er nær minimumsverdien
- tverrprofil med smal bredde som forekommer for eksempel av fjellskjæringer eller støttemurer
- høy vegetasjon som har vokset helt inntil fyllingsfoten på lave fyllinger
- på strekninger med rekkverk

Stopsikt defineres som den strekningen bilfører behøver for å oppdage, reagere og stoppe kjøretøyet før et objekt i vegbanen. Stoppsikten veier inn ved flere aspekter av prosjekteringen men spesielt ved dimensjonering av vertikalkurvatur. Dette fordi stoppsikten blir begrenset av vegbanen i høybrekk, [1, s.45]. Dette er årsaken til at det er stoppsikten som begrenser krav til vertikalradius for dimensjoneringsklassene. Av figur 46 kan man se at stopp- og møtesikt øker ved økende horisontalkurveradius. Dette fordi slakere kurver gir høyere fart, og kjøretøy med høyere fart krever en lengre strekning for å stoppe.

Møtesikt gis av ligningen $L_m = 2 \times L_s + 10m$. Som det fremgår av ligningen er møtesikt definert

som to ganger stoppsikt + 10m sikkerhetsavstand. Dette fordi bilene i begge kjøreretninger skal rekke å stoppe. De ti siste metrene legges inn som sikkerhetsmargin.

Håndbok V120 har definert forbikjøringssikt, L_f , som minste siktlengde en bilfører må ha fremover mot møtende trafikk i det øyeblikket han ønsker å begynne akselerasjonen og kjøre forbi kjøretøyet foran. Denne lengden er omtrent dobbelt så lang som den avstand man trenger for å akselerere, kjøre forbi og forflytte seg tilbake til eget kjørefelt. Forbikjøringssikt beregnes i henhold til V120 ved bruk av beregningsmodell som forutsetter 2-feltsveg uten midtrekkverk. Beskrivelse av metoden er gitt i Håndbok V120 på side 46.

Ettersom en veg vil linjeføres i både horisontal- og vertikalprofilen gjør dette at siktkravene vil knyttes til enkeltelementer i begge kurvaturer. Man må derfor kontrollere at siktkravene i romkurven er tilfredsstillende. De største problemene man vil støte på i denne sammenhengen oppstår ved kombinasjoner av krappe kurver, høy fart, smale tverrprofiler og stor stigningsgrad [17, s.46-52]. Dersom krav til siktkontroll ikke tilfredsstilles vil det, ifølge håndbok V120, ofte være behov for å øke bredden ved å utvide grøften, endre skjæringene eller gjøre kurvene slakere.

3.9 Vegetasjon langs vegen

Statens vegvesens håndbok V271 *Vegetasjon i veg og gatemiljø* tar for seg planlegging, etablering og håndtering av vegetasjon langs vegen. Ifølge håndboken skal vegetasjonen langs vegen dekke mange funksjoner alene, eller i samspill med andre fagtema. Noen av fordelene er som følger [18, s.8]:

- redusering av naturinngrepenes omfang
- vegetasjon kan hindre potensiell erosjonsinnvirkning og holde jordmaterialer mer stabile i f.eks. skråninger
- trær kan skape identitet og ha stor betydning for landskapsbildet
- variert vegetasjon langs vegen vil føre til en bedre reiseopplevelse
- vegetasjon har positiv effekt og bidrar til forbedret luftkvalitet ved å binde CO_2 -utslippene og støv

Det er viktig at stedstilpasset og eksisterende vegetasjon bevares og brukes for å sikre en naturlig revegetering langs vegen, spesielt dersom det er store, vakre enkelttrær. Dette kan oppnås ved

å legge om traseen, eller bruke brukbare jordmasser som ble gravd ut og lagde ut igjen på skjæringer og fyllinger langs vegen.

Ved behov for ny vegetasjon bør man tilpasse plantene til landskapet og omgivelser. Selv om vegetasjon kan fungere som en viktig adskillelse mellom leveområder for dyr og fugler, er det svært viktig å benytte vegetasjon som vil ikke tiltrekke vilt nær vegen.

Dårlig planlegging og vedlikehold kan føre til negative effekter med hensyn til vegetasjon langs vegen som for eksempel trær, hekker og busker. Slike elementer langs offentlige veger kan redusere sikt og være årsak for fare, ulempe eller skade for alle trafikanter.

3.10 Konstruksjoner på, under og langs vegen

3.10.1 Bruer

Prosjektering av brukonstruksjoner er beskrevet i håndbok N400 *Bruprojektering*. I denne oppgaven skal ikke brukonstruksjoner prosjekteres men man tar hensyn til dette i overgangssoner mellom bru- og vegkonstruksjoner ved linjeføring.

Trafikksikkerhet og vegens estetikk er sterkt påvirket av de naturlige forhold veiens senterlinje ligger i. Ved linjeføring er stigningsgraden samt horisontal- og vertikalkurvatur svært viktige parametre også for bruer. Ifølge håndbok N100 skal brukonstruksjoner ha følgende parametre:

- Samme bredde som tilstøtende veg, 7,5 m for 2-feltsveg uten midtrekkverk
- Minimumskravet til horisontalradius over brua økes med 50%
- Dersom brukonstruksjon prosjekteres i høybrekk, skal vertikalradius økes for å forbedre sikt ved motkommende trafikk
- Ulike varmekapasiteter mellom bru- og vegkonstruksjon kan føre til fuktighetsforskjeller på overlaten ved hyppige temperaturforandringer. Dette kan føre til varierende friksjon i vegbanen før, over og etter brua, og kan unngås ved å redusere stigningsgraden over brua i forhold til maksimalkravet for veg

I henhold til håndbok V120 bør tverrfallsendringer og breddeutvidelser unngås på selve brukonstruksjonen. Dette fordi endringene i bruas kantbjelke og rekkverk vil gi et uheldig visuelt inntrykk i vertikalprofilen. For å unngå skjemmende knekk i rekkverkets linjeføring anbefales det at minste overgangslengde økes dersom slike endringer forventes helt, eller delvis inne på

brukonstruksjonen [1, s.94]. For å unngå vannsamling på kjørebanelens overflate anbefales det å ikke prosjektere lavbrekk på bruer.

For å redusere økonomiske utgifter som følger ved bygging av brukonstruksjoner, kan man legge vegen på fylling. Dette er selvsagt avhengig av høyden på dalen vegen skal legges over. Dersom vegen legges over en bekk, kan kulvert/rør benyttes under vegen med fylling rundt.

3.10.2 Underganger og kulverter

Vanngjennomløp under veg kan legges i stikkrenner og kulverter så lenge diameteren på disse elementene ikke overstiger 2,5m [19, s.21]. Ved dimensjoner større enn dette regnes vanngjennomløp på tvers av vegen som bru, og omhandles som beskrevet i håndbok N400, *Bruprosjektering*.

I denne oppgaven foretas det ikke dimensjonering eller prosjektering for slike konstruksjoner. Det er imidlertid viktig å presisere at utformingen av innløpet er svært avgjørende for kulvertens kapasitet. Tilgjengelige materialtyper for kulverter er betong, plast og korrugert stål.

3.10.3 Trafikkskilt

Håndbok N300 *Trafikkskilt* er skiltnormalen som inneholder tekniske bestemmelser og retningslinjer for anvendelse og utforming av offentlige trafikkskilt.

Det er svært viktig med god skilting. Skilting skal være i samsvar med internasjonale avtaler, nasjonale regelverk, trafikktekniske grunnregler og god praksis. Riktig plassering og god skilting vil hindre ulykker, gjøre trafikantene trygge og bidra til effektiv avvikling av trafikken. Trafikkskiltene skal informere, varsle, lede og styre trafikanter, og det er strenge krav tilknyttet skiltene plassering og dimensjonering langs vegen[20].

Denne besvarelsen behandler ikke plassering og dimensjonering av trafikkskilt.

3.10.4 Belysning

Ifølge dimensjoneringstabellen i vedlegg 6, hentet fra N100 er det ikke krav om belysning på strekningen i planområdet. Temaet omhandles derfor ikke videre i denne oppgaven.

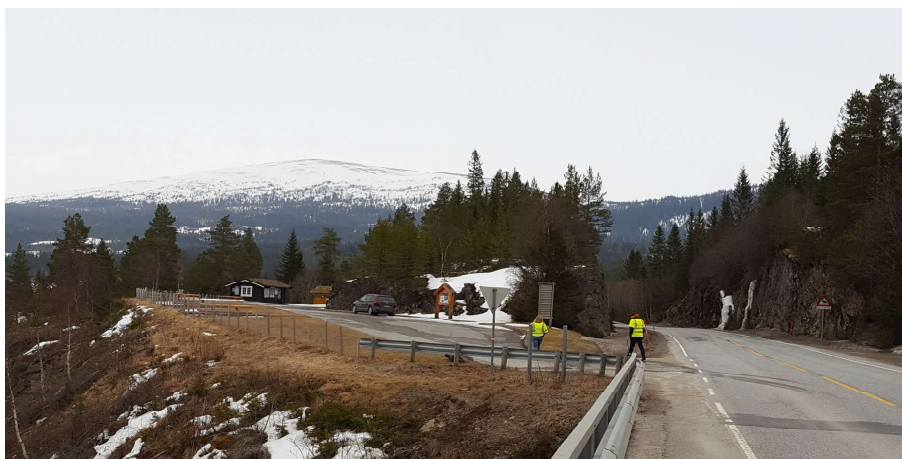
3.10.5 Sideanlegg - rasteplasser, stopplommer og kollektivtrafikk

Vegen vil i hovedsak benyttes til person- og varetransport med noe innslag av kollektivtrafikk. Ruten inngår ikke i hovedtransportsystemet mellom store byer i Norge men er en viktig forbindelse mellom Trondheim og Røros. Det er per i dag ikke lagt til rette for gang- og

sykkeltrafikk på strekningen. Det vil ikke være behov for egne kollektivtransportfelt eller egne forbikjøringsfelt.

Sideanlegg defineres i hovedsak som serviceanlegg, døgnhvileplasser, rasteplasser, kjettingområder, stopplommer, kontrollplasser og snuplasser. Slike anlegg planlegges i sammenheng for større områder og lengre strekninger, og bør plasseres slik at inn- og utkjøring kan skje på en trygg måte uten at den øvrige trafikken blir forstyrret. I følge håndbok N100 *Veg- og gateutforming* bør det tas hensyn til sideanlegg for vår strekning på Fv30.

I henhold til håndbok 204, *Rasteplasser - Planlegging og utforming* langs motorveger bør det langs motorveger anlegges hovedrasteplasser med ca. 45km mellomrom. Samtidig bør avstanden og tilbudet variere mellom enkelte parkeringslommer. Denne avstanden er kun veiledende. Attraktive omgivelser er viktigere ved plassering av rasteplasser enn avstanden mellom dem [21, s.13-19]. Det er allerede lokalisert en rasteplass i planområdet. Denne har god utsikt til Hyttfossen og ligger rett før Eidet bru, i profileringsretning. Rasteplassen er trukket bort fra vegen og er adskilt fra Fv30 med fjellskjæring for reduksjon av trafikkstøy, se figur 13.



Figur 13: *Eidet rasteplass ved Fylkesveg 30 i Holtålen kommune (foto: Mads H. Ratvik)*

I henhold til håndbok N100, side 90, skal det ikke legges til rette for parkering på vegen utenfor bebygde strøk. Her skal det kun anlegges stopplommer for korte stans eller nødstopp. Slike stopplommer skal anlegges slik at man har sikt tilsvarende stoppsiktslengde ved utkjøring fra lommen. Utformingen av stopplommer vises på figur 44 på vedlegg 5. Av figur 45 på vedlegg 6 ser man at det ikke finnes definerte krav for avstanden mellom stopplommer for dimensjoneringsklasse H_01 .

Regler for utbygging av busslommer angis i håndbok N100. Valg av holdeplassestype fremgår av tabell 4. Utforming av busslomme for ny veg og ved utbedringsstandard vises på figur 48 og 50 på vedlegg 8. Hvilken utforming som velges i denne oppgaven avhenger av hvilket alternativ

som benyttes. Både resulterende fall på ventearealet og tverrfall bør være 2% med maksimal stigning på 4% [22, s.27]. Holdeplassens platformens bredde bør minimum være 2,7m [1, s.74].

Tabell 4: Kriterier for valg av holdeplasstype på veg. ÅDT i planområdet ligger mellom 1500 og 4000 kjøretøy med fartsgrense på 80km/t (kopi av tabell 4 i håndbok V123 på side 15)

ÅDT	Hastighet		
	30, 40, 50 km/t	60, 70 km/t	80 km/t**
< 1500	Kantstopp	Kantstopp/busslomme	Kantstopp/busslomme
1500 – 4000	Kantstopp	Kantstopp/busslomme	Busslomme
4000 – 12000	Kantstopp	Busslomme	Busslomme
> 12000	Busslomme*	Busslomme	På rampe/busslomme

* Ved 4-feltsveg kan det bygges kantstopp ved 30, 40, 50 km/t også ved trafikkmengder over 12000. Der det er kollektivfelt kan det bygges kantstopp uavhengig av ÅDT på vegen.
Her er det antall busser som er avgjørende

** Ved hastighet 90 km/t bør busslomme bygges med refuge

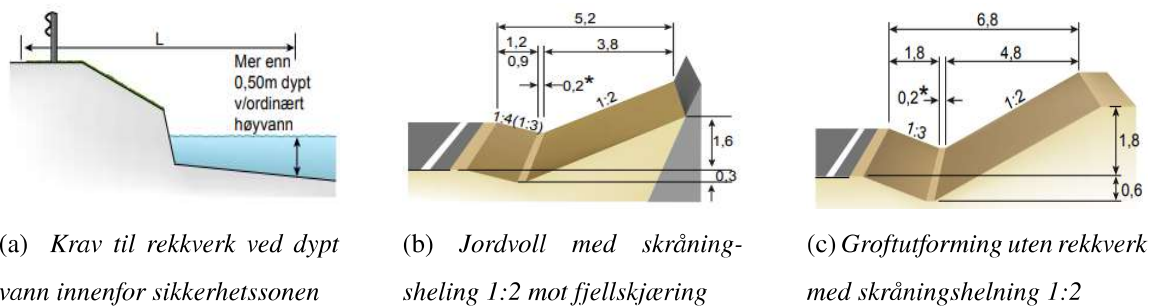
3.10.6 Rekkverk

Rekkverk settes opp for å gi beskyttelse mot farlige omgivelser langs vegen. Før man avgjør om dette er nødvendig skal man alltid vurdere om andre sikkerhetstiltak kan iverksettes. Dette fordi rekkverket i seg selv ansees som et faremoment. Et alternativ til etablering av rekkverk kan være jordskråninger/-voll.

Behov for rekkverk beregnes normalt sett ved å beregne bredden av sikkerhetssonen, dette er beskrevet i kapittel 3.5.1.

For strekningen denne oppgaven omhandler er det særlig grunn til å undersøke behov for rekkverk ved farlig sideterreng og elver, samt strekninger med høye og bratte fyllinger og jordskjæringer eller fjellskjæringer. Hvilken type rekkverk som kreves avhenger av helning på sideterreng og dybde på vann innenfor sikkerhetssonen. Det bør bygges rekkverk dersom avstanden, L , til vann med dybde større enn 0,5m er kortere enn tillatt, se figur 14(a).

I håndbok N101 anbefales det å bygge jordskråninger mot bergskjæringer. Dette ansees som et godt alternativ til rekkverk. I slike tilfeller bør skråningshelningen være 1:2 eller 1:1,5. Ved jordskjæringer slakere enn 1:2 skal rekkverk settes opp dersom fjellskjæringen er innenfor sikkerhetssonen. Ved skråningshelning lik 1:1,5 skal spesielle masser anvendes. Dette gjøres for å oppnå en stabil skråning [4, s.31]. Figur 14 (b) illustrerer de minstekrav som følges i denne oppgaven for jordvoll mot bergskjæring ved utforming av sidegrøft. Ved skråningshøyde over



Figur 14: Minstekrav før rekkverk skal plasseres langs fjellskjæring eller ved elver og vann [4, utklipp, (a) s.34, (b) og (c) s.30]

3m for fylling med helning større eller lik 1:2 bør rekkverk vurderes.

I denne oppgaven vil ikke selve rekkverket dimensjoneres. Man vil kun ta stilling til hvorvidt det er nødvendig og videre anta at rekkverket sikres tilstrekkelig innfesting eller fundamentering for å fungere som forutsatt. Håndbok N100 angir den minste avstanden mellom kjørebane kant og rekkverkets frontside til å være 0,5m. Dette medfører at vegen i planområdet prosjekteres med et rekkverksrom på 0,75m [4, s.35].

3.11 Fri høyde

Regler fra håndbok N100 som omhandler fri høyde følges i denne oppgaven. Dette medfører at vegger og gater skal prosjekteres og bygges for kjøretøy med høyde inntil 4,5m [1, s.100].

3.12 Vegoppmerking

Vegoppmerking er en viktig del av vegsystemet og skal informere, varsle, lede og styre trafikanter i veg- og trafikksystemer på norske veier.

Håndbok N302 *Vegoppmerking* er en normal for tekniske bestemmelser og retningslinjer for anvendelse og utforming for vegoppmerking. I henhold til håndboken skal langsgående linjer tilpasses vegens fartsgrense og vegbredde. Siden Fv30 er planlagt med asfaltert bredde på 7,5m og er en 2-feltsveg med fartsgrense opp til 80km/t, skal linjebredde være 0,15m både for midtlinjer, delelinjer og kantlinjer [23, s.21].

Denne besvarelsen omhandler ikke dette temaet utover dette og tekniske krav til vegoppmerking materialer og utførelse vil derfor ikke behandles.

3.13 Tunnel

Tunneler i Norge benyttes i hovedsak av fotgjengere, syklister, kjøretøy og tog for passering under fjell, vann og tettbygde strøk, i tillegg til vanntunneler i forbindelse med kraftverk. Man kan dele inn tunneler beregnet for trafikk i to typer: en- og to-løps tunneler. Tunneler i forbindelse med motorveg kan ha to eller flere kjørefelt i hvert løp.

Ved planlegging, dimensjonering, bygging og drift av tunneler benyttes, i hovedsak, følgende håndbøker fra Statens vegvesen:

- *Tunnelveiledning* - håndbok V520
- *Vegtunneler* - håndbok N500
- *Vann og frostsikring i tunnel* - håndbok R510
- *Sikkerhetsforvaltning av vegtunneler; del 1* - håndbok R511
- *HMS ved arbeid i vegtunneler* - håndbok R512
- Samt de øvrige håndbøker for nasjonale eller lokale offentlige hovedveier

Krav til breddeutvidelse og minste horisontalradius skal samsvare med de krav som foreligger for veg i dagen for den aktuelle vegklassen [24, s.15]. Det vil si at veglinjen i tunnelen skal tilfredsstille de krav gitt i håndbok N100. Maksimal stigning for tunnel er 5% og sirkelkurver inne i tunnelen skal ha samme retning. Dette for at ensidig tverrfall, og dermed også ensidig dreneringsanlegg, kan benyttes.

Siktkrav i tunneler med lengde over 500 meter angis i tabell 5.

Tabell 5: Siktkrav i tunneler med lengde over 500m. $H_{\phi}1$ er dimensjoneringsklasse på streknin-gen (kopi av tabell 3.1 fra håndbok N500 på side 16)

Dimensjoneringsklasse	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H9*	H ϕ 1	H ϕ 2
Stopsiktkrav (L_s) i meter for flat veg ($s = 0$)	63	105	148	117	148	69	117	220	98	98
Stopsiktkrav (L_s) i meter ved maks. fall ($s = -5\%$)	67	113	165	129	165	75	129	252	104	104
Stopsiktkrav (L_s) i meter ved maks. stigning ($s = 5\%$)	60	98	135	108	135	65	108	197	93	93

* Dimensjoneringsklasse H9 skal ha fartsgrense 110km/t.

I samsvar med håndbok N100 skal tunneler for dimensjoneringsklasse $H_{\phi}1$ utformes med tunnelprofil T9,5 (se figur 52 på vedlegg 9). Dette betyr at vegbredde i tunnel er det samme som for veg i dagen, nemlig, 7,5m.

Ved overgang fra veg til tunnel skal avstanden til forkjørsregulerte T- og X-kryss være minst 2 ganger stoppsiktslengde. Avstanden fra tunnel til uregulerte kryss eller vikelinje i rundkjøring skal være minst lik stoppsikt. Fra tunnel til eventuelle akselerasjonsfelts slutt skal det være en avstand minst lik stoppsikt.

3.14 Kryssløsninger

3.14.1 Krysstype

I henhold til håndbok N100 skal T-kryss på hovedveger prosjekteres som forkjørsregulerte kryss. Disse skal dimensjoneres for vogntog, der modulvogntog skal sikres fremkommelighet på overkjørbart areal.

3.14.2 Linjeføring

Det settes høyere krav til horisontal- og vertikalgeometrien for kryssutforming enn de kravene som gjelder vegen for øvrig på grunn av sikkerhet. Kravene er skjerpet ved maksimal overhøyde og stigning for både T- og X-kryss samt rundkjøring [25].

Krysstyper bestemmes som en del av overordnet plan og også ved planlegging og prosjektering av kryss skal Nullvisjonen legges til grunn. Ensartede krysstyper over lengre strekninger skal vektlegges, dette for å skape forutsigbarhet for trafikanter. Også kryssplassering skal sees i sammenheng over lengre strekninger eller større områder [26, s.7].

I henhold til håndbok V121 *Geometrisk utforming av veg- og gatekryss* må framkommelighet i kryssene sikres for dimensjonerende kjøretøy og kjøremåte.

Det vil i denne oppgaven ikke foretas utdypet dimensjonering for kryss eller lignende. Tillatte kryssløsninger for Fv30 er T-kryss og/eller rundkjøringer [1, s.43]. Ettersom strekningen befinner seg i et område med spredt bebyggelse anbefales T-kryss utformet etter følgende krav:

- horisontalkurveradius bør være $\geq 400m$
- vertikalkurveradius i høybrekk bør være $\geq 5\ 500m$
- overhøyden bør ikke overstige 6%
- stigningen bør ikke overstige 5%

Tilkoblingen mellom primær- og sekundærveg bør være utført i en vinkel, α , som er mellom 70 og 110 grader, se figur 53, vedlegg 10. Sekundærvegens stigning/fall frem mot kjørebane kant

skal ikke være større enn 3% og differansen mellom primærvegens tverrfall og sekundærvegens lengdefall bør ikke overskride 5%, se figur 54 på vedlegg 10.

3.14.3 Avkjørsler og avkjørselsregulering

Med avkjørsel menes i denne oppgaven en kjørbar tilknytning til veg- eller gatenett fra en eller et begrenset antall eiendommer [27, s.122]. Avkjørselsstrategi har stor innvirkning på trafiksikkerheten, men kan også ha stor betydning for lokalsamfunn. Som regel planlegges viktige transportårer avkjørselsfrie med mindre samleveger som samler påkjøring fra eiendommer i et planskilt kryss. Se figur 47 på vedlegg 7 for spesifikke krav til linjeføring i avkjørsler. For denne oppgaven vil terrenget i planområdet vanskeliggjøre en slik løsning. Dette fordi det ikke er plass til å anlegge samleveg samtidig som det er få eiendommer langs traseen. Det vil legges vekt på tilpasning av veglinjen slik at avkjørsler fra eiendommer oppfyller definerte krav. Kryssløsninger vil ikke prosjekteres og dimensjoneres.

3.14.4 Sikt

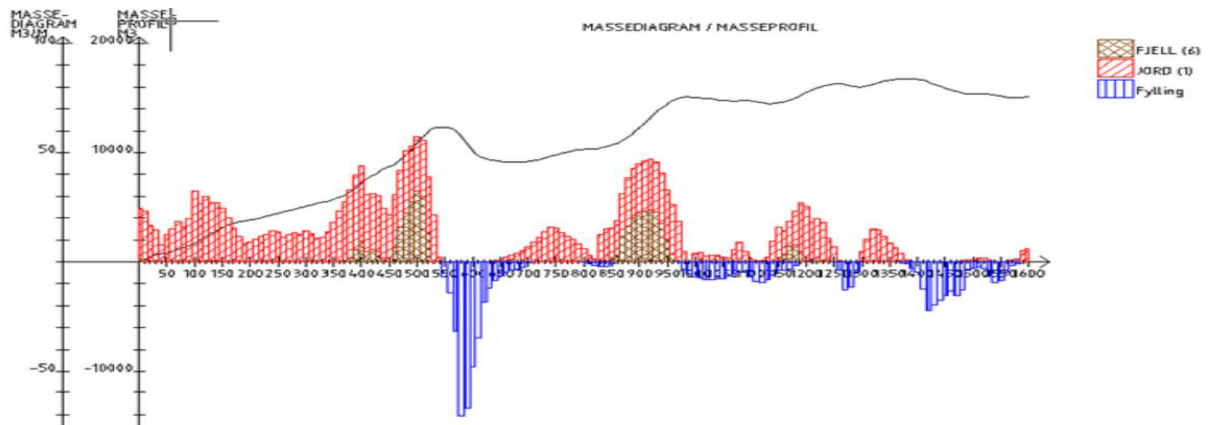
For å sikre trafiksikker utkjøring ved kryss er det for alle krysstyper viktig med gode siktforhold. Krav til sikt i forkjørsregulerte T-kryss fremgår av figur 55, vedlegg 10.

3.15 Mengdeberegning i vegprosjektet

Masseberegning utføres for å kontrollere linjekonstruksjonens massebalanse. Slike beregninger baserer seg på vegens tverrprofiler, massetype og vegkropp med inntegnet planum. På disse tverrprofiler måles arealer av ulike massetyper som skal graves ut og arealer av fyllinger som skal fylles opp, til planum. Massevolumene kan beregnes som prosjektert fast volum, pfm^3 , eller prosjektert anbrakt volum, pam^3 .

Massebalansen kan fremstilles som en graf med profilnummer langs x-aksen og mengden masse som hentes ut/tilføres langs y-aksen. På denne måten kan man beregne massebalansen mellom to gitte profiler og strekningen sett under ett. De punkter der kurven passerer 0-aksen har vi massebalanse. Det betyr at vegstrekningen for intervallet kan bygges uten å hente masser fra andre steder. Når kurven stiger har man et masseoverskudd og der den synker har man underskudd.

Massediagram er et annet grafisk uttrykk for å forstå planeringsbehovet ved flytting av masser (se fig. 15). Dersom en beregner massene i hver enkelt strekning og deler på intervallets lengde samt fremstiller resultater i et histogram får man grafisk framstilling av alle de brukbare



Figur 15: Massediagram (diagrammet er kun en illustrasjon og er ikke hentet fra dette prosjektet)
[6, utklipp, s.5]

massene. Fra grafen man kan avlese hvordan massene har fordelt seg strekningsvis, og størrelsen av arealene, ($m^3/m = m^2$), uttrykker direkte størrelsesforholdet i masseregnskapet. Ved å se på diagrammet får man inntrykk av størrelsen på massevolumet, altså størrelsen på arealet til hver søyle i grafen, som lar oss estimere transportbehovet for flytting av jordmasser.

4 Interessentanalyse

"Alle bedrifter, organisasjoner, myndigheter, interessegrupper og enkeltpersoner som virksomheten direkte eller indirekte er avhengig av, og som også direkte eller indirekte er avhengig av virksomheten kan karakteriseres som prosjekt interessenter."

— Kjær Hansen, 2006, en definisjon på prosjektets interessenter

Strekningen er ikke av de mest trafikkerte med en ÅDT = 1700 men er et viktig bindeledd i regionen for arbeidspendlere, varetransport og fritidsturister. Fylkeskommunen har gitt vegen *Funksjonsklasse B*, noe som tilsier at vegen er et viktig bindeledd mellom kommunesenter og/eller har en viktig regional funksjon³.

Interessentanalysen er utført som en del av bacheloroppgaven og resultatet som presenteres beskriver interessenter og deres behov og interesser i prosjektet. Slike analyser er en kvalitets-sikring ved prosjektfullføring og en god metode for å avdekke interessentenes forventninger til anskaffelsen. Ved å gjøre en grundig interessentanalyse vil man kunne være i forkant ved behandling av personer og organisasjoner i opposisjon. Analysen er også et godt hjelpemiddel for kartlegging og klassifisering av ulike interessenter og deres grad av interesse samt påvirkningsgrad i prosjektet. Som et resultat av dette kan man lage en plan for hvem som må holdes informert, hvem som må tilfredsstilles og hvem som er nøkkelinteressenter samt hvordan man skal forholde seg til dette i praksis.

Tabell 6: *Beskrivelse av interessentgruppene*

P	Primære interessenter = "viktige interessenter". Disse er viktige brukere og pådrivere som mest sannsynlig vil bli direkte påvirket av prosjektets utførelse og utfallet i området. Disse interessentene har stor/avgjørende påvirkning på prosjektet.
S	Sekundære interessenter = "indirekte berørt". Dette er en gruppe som har en interesse i prosjektet men ikke er direkte berørt av prosesser eller utfall av prosjektet.
T	Tertiære interessenter = "andre interessenter". Disse er vanligvis ikke direkte berørt av prosjektets prosesser og har liten betydning for prosjektets resultat.

³Næringstrafikk og/eller felles bo- og arbeidsmarked

Man kan forvente mange aktører og interessenter tilknyttet prosjekter som dette. For å kategorisere disse på en oversiktlig måte deles de i primære, sekundære og tertiære interessenter. I tabell 6 beskrives det som er karakteristisk for hver interessentgruppe.

Analysen er i utgangspunktet utført på grunnlag av studentenes egen oppfatning av hvilken betydning prosjektets utvikling har for de nevnte interessentene. Oversiktlig beskrivelse av interessentgrupper og deres betydning for prosjektet gis i tabell 7.

Hvilken interesse- og innflytelsesgrad interessentene har er svært varierende. Hvert prosjekt er unikt og forskjellige interessenter har forskjellig påvirkningsgrad. En av de viktigste forbindelsene mellom de involverte er organisasjonsrelasjonene til interessentene. Dette er avgjørende i arbeid med, og valg av strategi i håndteringen av disse.

I tabell 7 gis det rangeringstall for interessentenes interesse- og innflytelsesgrad i prosjektet. Rangeringen går fra null til tre der interessentene med lavest påvirkning er rangert med null, mens avgjørende interessenters rolle blir rangert med 3. Resultater presenteres i figur 16 i form av en interessentmatrise. Matrisen grupperer interessenter etter de som krever minimal innsats, de som bør holdes informert, de som bør oppfølges tett, de som skal tilfredsstilles og nøkkelspillere.

		Minimal innsats	Holdes informert
Innflytelse	Liten	Offentlige myndigheter Finansierende Bompengeselskap	Næringsliv, lastebileierforbundet (NLF) Trafikanter i arbeid eller på reise til/fra arbeid Kollektivtransport Fritidsreisende Beboere nært prosjektområdet Medie
	Stor	Tilfredsstilles	Nøkkelspillere
		Prosjekt leverandører/entreprenører	Trøndelag fylkes kommune Holtålen kommune Grunneiere nært eksisterende veg eller fremtidige trase Statens vegvesen
		Liten	Stor
		Interesse	

Figur 16: *Prosjektets interessentmatrise*

Tabell 7: Beskrivelse av kartlagte interessenter for prosjektet

ID	Interessentgruppe	Interesse og behov knyttet til prosjektet	Innflytelsesgraden	Graden av interesse
P1	Trøndelag fylkeskommune	Fylkeskommunen er planmyndighet som har ansvar for transportutvikling for regional samferdsel i alle deler av fylket. Dette er bestemmende instans i alle saker vedrørende fylkesveger.	3	3
P2	Holtålen kommune	Kommunen har med sin politiske kompetanse først og fremst interesser og behov knyttet til områdets aktivitet, i hovedsak på vegne av innbyggere og næringsliv. Dette for å ivareta disse med tanke på konsekvenser av utbyggingen. I tillegg har kommunen interesser rundt selve prosjektløsningen. Dette for å sikre god, effektiv og trafiksikker fremkommelighet. Løsningen skal ikke øke trafikk- og støyforurensning samtidig som prosjektet skal fremme gode holdninger med hensyn til miljøinteresser i området. Kommunen har også en rolle med tanke på oppfølging av lover og retningslinjer i henhold til plan- og bygningsloven, samt helse, miljø og sikkerhet, arealregulering, universell utforming mm..	2	3

Tabell 7 fortsetter på neste side

ID	Interessentgruppe	Interesse og behov knyttet til prosjektet	Innflytelsesgrad	Graden av interesse
P3	Næringsliv, lastebilieierforbundet (NLF)	Har behov for kostnadseffektiv og trafiksikker varetransport. Stigningsforhold vil påvirke de økonomiske rammene for transporten samtidig som veg- og tunnelklasser avgjør hvilke transportmidler som kan benyttes. Stigningsgraden vil også påvirke utslipp forbundet med transporten.	1	3
P4	Trafikanter i arbeid eller på reise til/fra arbeid	Interesser og behov direkte knyttet til sikkerhet, komfort, standard og reisetid. Stikkord for denne gruppen er tilgjengelighet, reisetid, kostnad forbundet med finansiering av vegen samt trafiksikkerhet.	1	2
P5	Grunneiere nært eksisterende veg eller fremtidige trasé	Behov knyttet til realisering av verdier. Dette innebærer interesser knyttet til høyest mulig økonomisk kompensasjon for de arealer som må benyttes til ny trasé. I tillegg til dette vil trafikkmengde, støy- og luftforurensing samt ande ulemper ha direkte eller indirekte innvirkning både under og etter prosjektrealiseringen.	2	3

Tabell 7 fortsetter på neste side

ID	Interessentgruppe	Interesse og behov knyttet til prosjektet	Innflytelsesgrad	Graden av interesse
S1	Offentlige myndigheter	Nasjonale, regionale og lokale myndigheter som ikke er direkte berørt av prosjektet. Eksempler på slike kan være nabokommuner, samferdselsdepartementet med flere. Deres oppgave er i hovedsak å følge opp lover og regler som omhandler natur, miljø, kulturminner med mere, samt å ivareta samfunnets mål for miljøvennlig og bærekraftig infrastruktur.	1	1
S2	Statens vegvesen	Bidrar med kompetente og erfarne medarbeidere og har nødvendig informasjon knyttet til prosjektområdet. Har som regel ansvaret for oppfølging av prosjektet med tanke på lover, regler og normaler gjennom kontrollert godkjenning. Eksempler på elementer som kontrolleres er trafiksikkerhet og lyd- og luftforurensing.	2	2
S3	Kollektivtransport	Interesser knyttet til sikkerhet, kjørekomfort, reisetid, reisekostnader, forsinkelser/omkjøringer i anleggstiden og drivstofforbruk ved bruk av ny trasé.	0	3
S4	Fritidsreisende	Interesser og behov knyttet til komfort, trafiksikkerhet, vegstandard og reisetid.	0	3

Tabell 7 fortsetter på neste side

ID	Interessentgruppe	Interesse og behov knyttet til prosjektet	Innflytelses-grad	Graden av interesse
S5	Beboere nært prosjektområdet	Interesser og behov knyttet til trafikkbelastning. Dette innebærer lyd- og luftforurensning, trafiksikkerhet for myke trafikanter med mer.. Vil også ha interesser knyttet til adkomst til eiendom fra ny trasé.	1	3
S6	Brukere av tuområder	Interesser og behov knyttet til naturen som kan være påvirket av veiganlegget. Dette vil innebære støy- og luftforurensning, forurensning langs elva fra vegen på grunn av trafikken. Disse interessentene vil likevel være direkte påvirket og vekke deres interesse dersom anlegget skal krysses eller oppholdes i nærheten f.eks. ved å fiske i elva Gaula	0	3
T1	Prosjektets leverandører/entreprenører	Ytre interessenter hvis tilknytning til prosjektet hovedsaklig forbindes med prosjektets fullførelses- og driftsfase.	2	1
T2	Medier	Formidler informasjon angående for eksempel offentlige møter og debatter samt informasjon om omkjøringer og forsinkelser i anleggsfasen. Har liten påvirkningskraft så lenge prosjektet fullføres på en god måte.	1	2
T3	Finansierende	Behov og interesser for prosjektet avgrenses til behandling av nødvendig dokumentasjon for eventuell prosjektf finansiering.	1	1

Tabell 7 fortsetter på neste side

ID	Interessentgruppe	Interesse og behov knyttet til prosjektet	Innflytelses-grad	Graden av interesse
T4	Bompengeselskap	Denne interessentgruppens interesse og klassifisering er avhengig av enighet om valg av finansiering på det politiske nivå. Dersom det velges delvis brukerfinansiert veg vil disse interessenter være minst klassifisert som sekundære interessenter.	1	1

Slutt på tabell 7

5 Utarbeidede alternativer

Det er utarbeidet 5 forskjellige alternativer for dette prosjektet. Disse tar i mer eller mindre grad utgangspunkt i eksisterende fylkesveg 30. Alternativene er prosjektert etter dimensjoneringskrav gitt i håndbok N100, *Veg- og gateutforming*. Dette gjelder både de alternativer som innebærer utbyggingsstandard og ny veg. Linjeføringen for alternativene som presenteres i dette kapittelet er prosjektert i AutoCad men presenteres kun som grove skisser i dette kapittelet.

5.1 Alternativ 0 - Referansesituasjon

Referansesituasjonen, *Alternativ 0*, legges til grunn for sammenligning mot alle alternativer. Dette betyr at alternativet tillegges konsekvensverdi null. Vurderingene av nye alternativer vil dermed illustrere avviket fra dagens situasjon.

5.1.1 Vegbredde

Alle vegbredder for strekningen er presentert i tabell 22 på vedlegg 11. Av den totale lengden på strekningen er 98% smalere enn 7,5 meter (minstebredde for H_01) og 26% er smalere enn 6,5 meter (minstebredde for $U - H_01$). Områdene med vegbredder $< 6,5m$ er parseller på mellom 50 og 200 meter og utgjør 54% av denne strekningen.

5.1.2 Horisontalkurveradius

Alle horisontalkurveradius er presentert i tabell 23 på vedlegg 12. Av 79 kurver på strekningen har 31 en horisontalkurveradius mindre enn 225m (minsteverdi for H_01), av disse har 17 en horisontalkurveradius mindre enn 175m (minsteverdi for $U - H_01$).

5.2 Alternativ 1 - Utbedring av eksisterende veg

Ifølge håndbok N100 er parameterkravene for utbedringsstandard lavere enn kravene for samme dimensjoneringsklasse på ny veg.

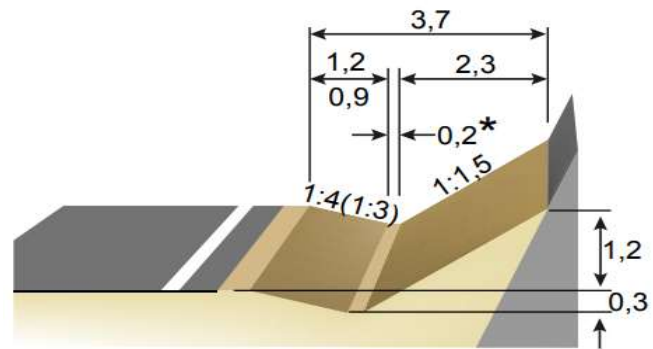
Følgende dimensjoneringsgrunnlag er lagt til grunn for $U - H_01$:

- Utbedret veg skal bestå av minst 50% av eksisterende vegkonstruksjon
- Minste vegbredde er 6,5m med skulderbredde 0,5m og kjørefeltsbredde 2,75m
- Minste horisontalradius er $R_h = 175m$
- Minste klotoideparameter er $A_{min} = 105$

- Minste vertikalkurveradius i høybrekk er $R_{v,høy} = 1700m$
- Minste vertikalkurveradius i lavbrekk er $R_{v,lav} = 1000m$
- Dersom vegen har horisontalkurveradius mindre enn 2500 meter skal det benyttes ensidig fall
- Krav til breddeutvidelse dersom $R_h \leq 500m$

I arbeidet med å tilpasse en senterlinje ved gjennomgående utbedring ble minste tillatte sirkelradius og klotoideparameter benyttet, spesielt mellom $P5300$ og $P5800$, se figur 56 på vedlegg 13. Ved en hastighet på $80km/t$ vil dette strekket kunne oppleves som ubehagelig og kjøre på, og dette vil kunne føre til endringer i kjøretøyets hastighet, noe som potensielt kan skape trafikkfarlige situasjoner. Et alternativ for å motvirke dette kan være å sette ned fartsgrensen. Utretting av kurvaturen vil føre til nye, høye fjellskjæringer i tillegg til at traseen da vil fravike fra eksisterende veglinje. Dermed vil det være vanskelig å beholde 50% av eksisterende vegareal. Høye skjæringer vil kreve mye sikringsarbeid og vedlikehold med tanke på oppsamling av is på vinteren. Som følge av utretting av kurvatur og utvidelse i bredden vil vegen måtte stenges i deler av anleggsperioden.

I følge håndbok N101, *Rekkverk og vegens sideområder* skal sikkerhetsavstand, A , være minst $6m$. Etersom avstanden til fjellskjæring på lengre strekninger av Fv30 er mindre enn dette - kreves det oppsetting av rekkverk ved utbedring. Dette vil kunne føre til at brukere av vegen opplever den som smalere, noe som vil påvirke både sikkerhet og kjørekomfort. Et alternativ til rekkverk mot



Figur 17: Minstekrav til utforming av jordvoll mot bergskjæring [4, utklipp, s.31]

bergskjæring er etablering av jordskråning mot skjæringen [4]. Dette reduserer minstekravet for avstand til skjæringen forutsatt at jordskråningen utformes korrekt, se figur 17.

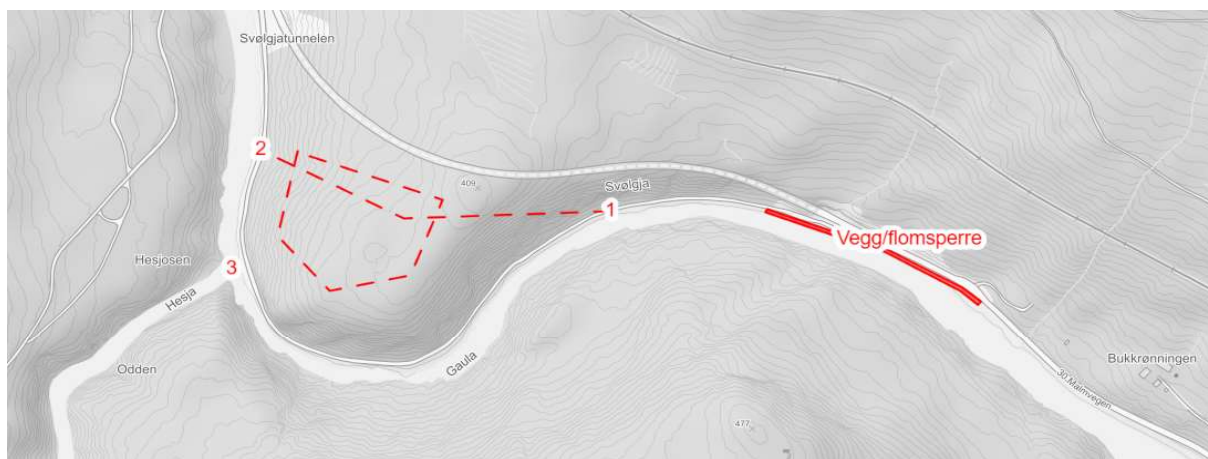
På grunn av mangel på data er det ikke mulig å avgjøre om vegen krever økt bæreevne på hele, eller deler av strekningen for dette alternativet.

Det vil være nødvendig med omfattende sikringsarbeid av ustabile fjellskjæringer ved valg av dette alternativet. Spesielt mellom Tamlaget og Eggafossen, definert av Statens Vegvesen i

rapporten *Skredfarekartlegging langs Fv. 30 Støren-Røros*[12].

For å unngå vann i vegbanen ved 200-årsflom⁴ foreslås det etablering av en vanntunnel gjennom Svølgja med fordrøyningsbasseng inne i berget. Dette etter samtale med Åsta Gurandsrud Hestad, Sivilingeniør innen hydrologi og vassdragsteknikk hos Asplan Viak AS.

Ved å bygge en overvannstunnel med et overløpsinntak i punkt 1 (se figur 18 for illustrasjon) kan man ta unna de vannmasser som stiger over et gitt nivå. Man kan ved å kjøre simuleringer i modeller av området anslå kritisk vannmasse og dermed også høyden for inntaket. På denne måten vil det vann som stiger over dette nivået transporteres bort fra problemområdet før vannivået stiger opp til vegoverflaten. Ved å føre noe av vannet gjennom tunnelen vil man også redusere oppstuvningen av vann i punkt 3. Man må imidlertid se hvilke følger dette får for elveleiet nord for området.



Figur 18: *Mulig trasé for overløpstunnel forbi Svølgjatunnelen*

Ved valg av løsningen som vist i figur 18, bør man også vurdere å bygge opp en oppstuvingsvegg ved sørlig innløp. Denne vil beskytte grunnen under, og overbygningen mot erosjon ved stor vannføring.

Løsningen vil bedre situasjonen rundt Svølgjatunnelen men vil ikke løse problematikk for områdene nedstrøms tunnelen. Det vites ikke hvordan en slik tunnel vil påvirke disse områdene. Som nevnt vil man måtte utføre grundige undersøkelser før man kan iverksette dette alternativet.

I tillegg til overløpstunnel kan man utbygge lagringsplass i form av magasin i fjellmasse. Dette skal fungere som et fordrøyningsbasseng. Siden området er preget av stabile grunnforhold som fjell, tenkes det som en mulig løsning sett fra det geotekniske perspektivet.

⁴Ved linjepålegg er 200-årsflom dimensjonerende flom for vegkonstruksjoner [1, s.30]

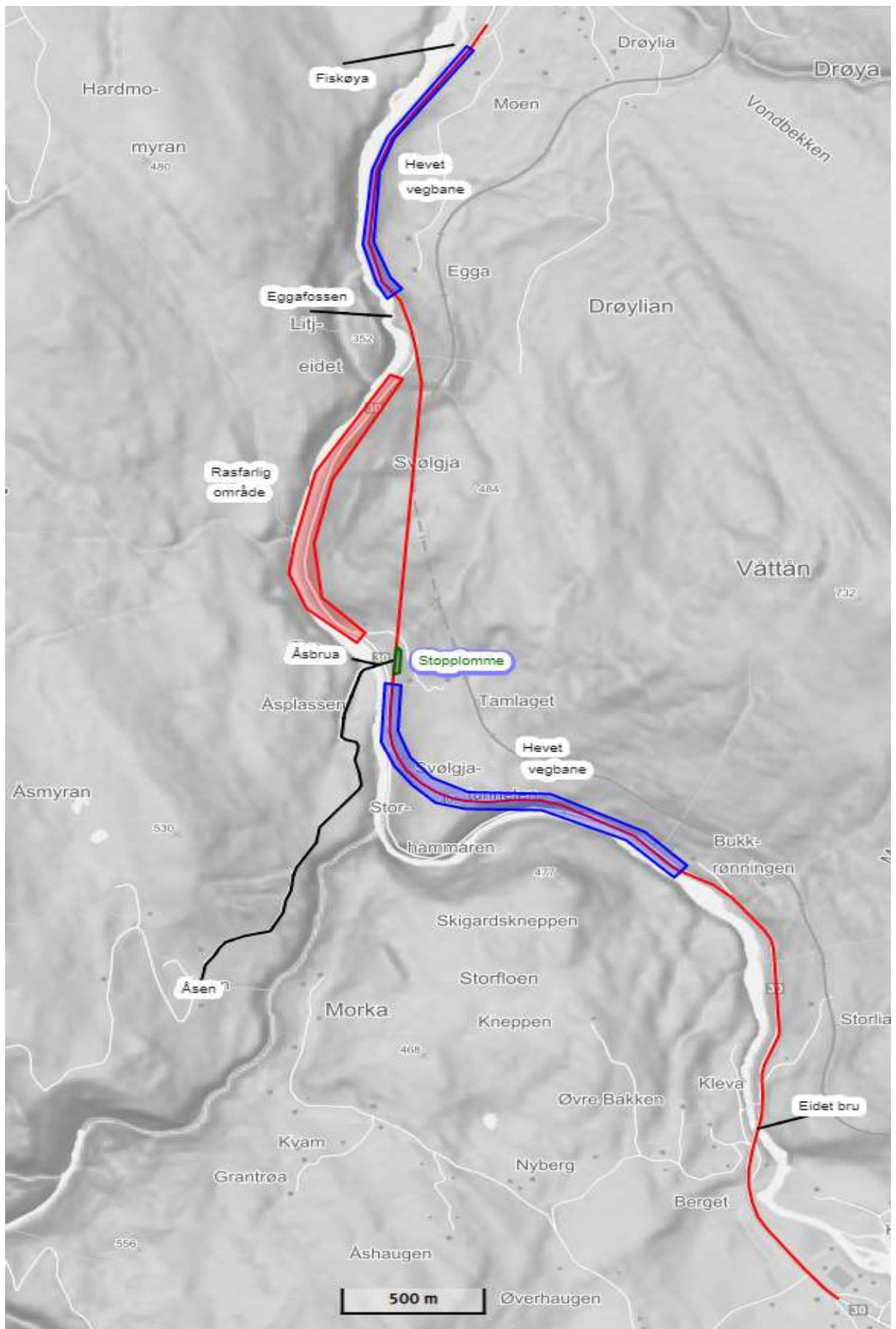
5.3 Alternativ 2 - Heving av veglinje og ny tunnel

Vegen legges på eksisterende trasé fra profil 0 forbi Eidet bru med noen utbedringer i kurvatur og vegbredde, se figur 19. Vegen heves fra Bukkrønningen, gjennom Svølgjatunnelen og inn i ny tunnel ved Tamlaget. Dette for å unngå problematikk ved 200-årsflom i Gaula. Vegen går videre i tunnel forbi det rasfarlige området sør for Eggafossen før den legges på eksisterende trasé. Også her vil vegen heves og noen forbedringer på kurvatur vil gjøres. Vegen vil bygges som en $H_{\phi}1$ -veg med vegbredde 7,5 meter med nye fjellskjæringer på deler av strekninger.

For å sikre tilkomst til Åsen må Åsbrua heves slik at den treffer ny trasé i samme høyde. Man må i tillegg utforme skjæringer nord for brua på en slik måte at krav til sikt i forbindelse med kryss overholdes. Man vil også måtte heve veglinja inn mot Åsbrua på vestsiden slik at man unngår en høy stigningsprosent. På østsiden av vegen ved Åsbrua skal det anlegges en stopplomme. Denne lommen får dobbel funksjon, både som stopplass for trafikanter og som et ledd i tilkomsten til Tamlaget. I nordlig ende av stopplommen skal det lages en traktorveg som kobler seg til eksisterende tilkomst.

Heving av vegbanen vil altså medføre at man unngår problematikk rundt flomføring i Gaula. Overskuddsmassene fra tunnelen vil kunne brukes til dette forutsatt at de er av god nok kvalitet. Man vil også benytte seg av gjenbruksasfalt fra eksisterende veglinje og de mest rasutsatte strekninger unngås. Ved å rette ut vertikalkurvaturen og utvide kjørefeltet vil man skape en mer trafiksikker veg samtidig som man lager en bedre kjøreopplevelse for trafikanter på vegen.

Ved valg av dette alternativet vil vegen måtte stenges helt i store deler av anleggsperioden.



Figur 19: *Trasé for Alternativ 2 - heving av veglinje og ny tunnel*

5.4 Alternativ 3 - Tunnel fra Bukkrønningen til Eggafossen

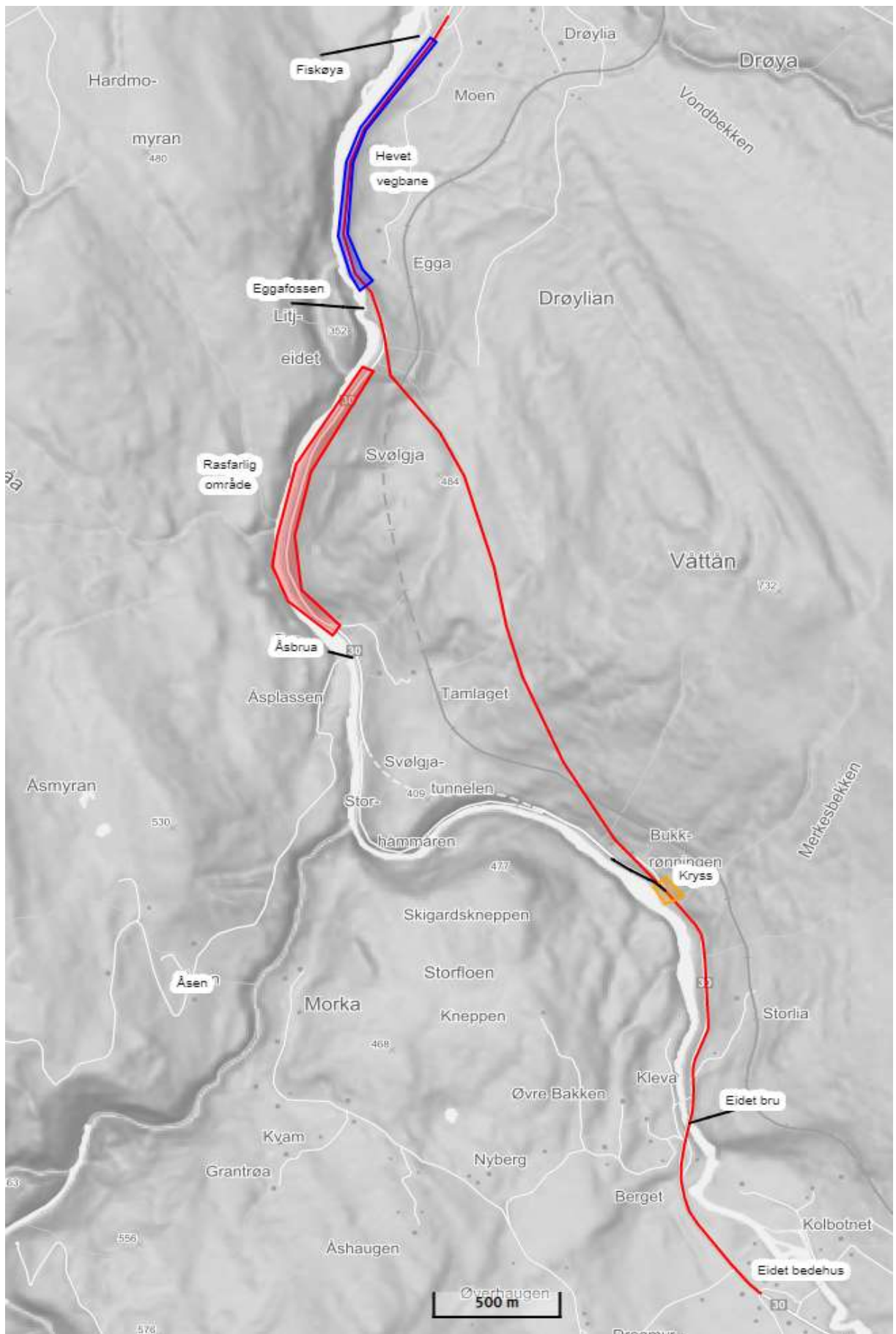
Vegen følger eksisterende trasé fra Eidet bedehus frem til Bukkrønningen med noen utbedringer av horisontalkurvatur og vegbredde. Her ligger vegen i trygg høyde med tanke på flomføring, 21 meter over Gaula [28]. Noe justering av horisontalkurvaturen kreves. Ved Bukkrønningen legges vegen i tunnel, noe som kan medføre riving av husene på gården. Tunnelen strekker seg nordover og kommer ut ved Eggafossen. Vegen følger eksisterende trasé resten av strekningen. I likhet med *Alternativ 2* må vegbanen også her heves for å unngå problematikk forbundet med flom i Gaula. Vegen vil gradvis justeres ned til eksisterende vegs nivå ved Fiskøya.

For å sikre tilkomst til Åsen og Tamlaget skal det anlegges kryssløsning sør for Bukkrønningen. Dette vil kreve inngrep i et større areal men vurderes som et mindre inngrep enn å oppgradere Åsvegen og bygge ny veg med bru i krevende terreng mellom Åsen og Morken, se kapittel 5.7. Den eksisterende vegen kan driftes ved en lavere vegklasse frem til Åsbrua. Dette vil være svært kostbart sett i forhold til trafikkbelastningen strekningen vil få. Dersom man skal beholde hele eksisterende strekning som omkjøring ved stenging av ny tunnel må man gjøre utbedringer av skjæringer og omfattende rassikring mellom Tamlaget og Eggafossen. Man må også tilpasse utformingen rundt den nordlige tunnelportalen slik at man får plass til tilkobling til omkjøringsveg/eksisterende veg. Denne omkjøringen vil være bomregulert mellom nordlige tilkoblingspunkt og Åsbrua slik at den kun vil være åpen ved behov. Dette vil gjøre at man utfører et mindre naturinngrep ved nordlige tunnelportal da det teknisk sett ikke vil være et kryss men en alternativ trasé.

Under anleggsperioden vil vegen måtte stenges under arbeidet med heving av vegbane i strekningens nordlige del samt under påkobling av tunnel i begge ender. I tillegg vil justering av horisontalkurveradiusen kunne kreve stenging i lengre perioder.

Man vil ende med et masseoverskudd etter etablering av tunnel men noe av disse massene vil kunne brukes til hevingen av vegbanen på den nordlige delen av strekningen. Gjenbruksasfalt fra eksisterende veg vil også kunne benyttes i overbygningen.

Ved etablering av denne løsningen vil man unngå strekningens mest rasutsatte område samt løse problematikken forbundet med 200-årsflom i Gaula. Man vil oppleve et begrenset omfang av naturinngrep da strekningen som krever mest arbeid med hensyn på horisontalkurvatur forbigås i tunnel. Vegen må imidlertid stenges i store perioder. I tillegg til dette vil valg av denne løsningen kunne kreve flytting av en familie.



Figur 20: Trasé for Alternativ 3 - tunnel fra Bukkrønningen til Eggafossen

5.5 Alternativ 4 - Tunnel fra Fiskøya til Eidet bro

Vegen følger eksisterende trasé fra start ved Eidet bedehus, over Eidet bro forbi avkjøring til Klingenberg med noen utbedringer av horisontalkurvatur og vegbredde før den går inn i tunnel sørøst for Bukkrønningen ved Merkesbekken. Tunnelen strekker seg nordover og munner ut like sør for Fiskøya. Etter tunnelens utløp vil vegbanen heves sammenlignet med dagens trasé, før den gradvis går ned til eksisterende vegbanes høyde like nord for øya.

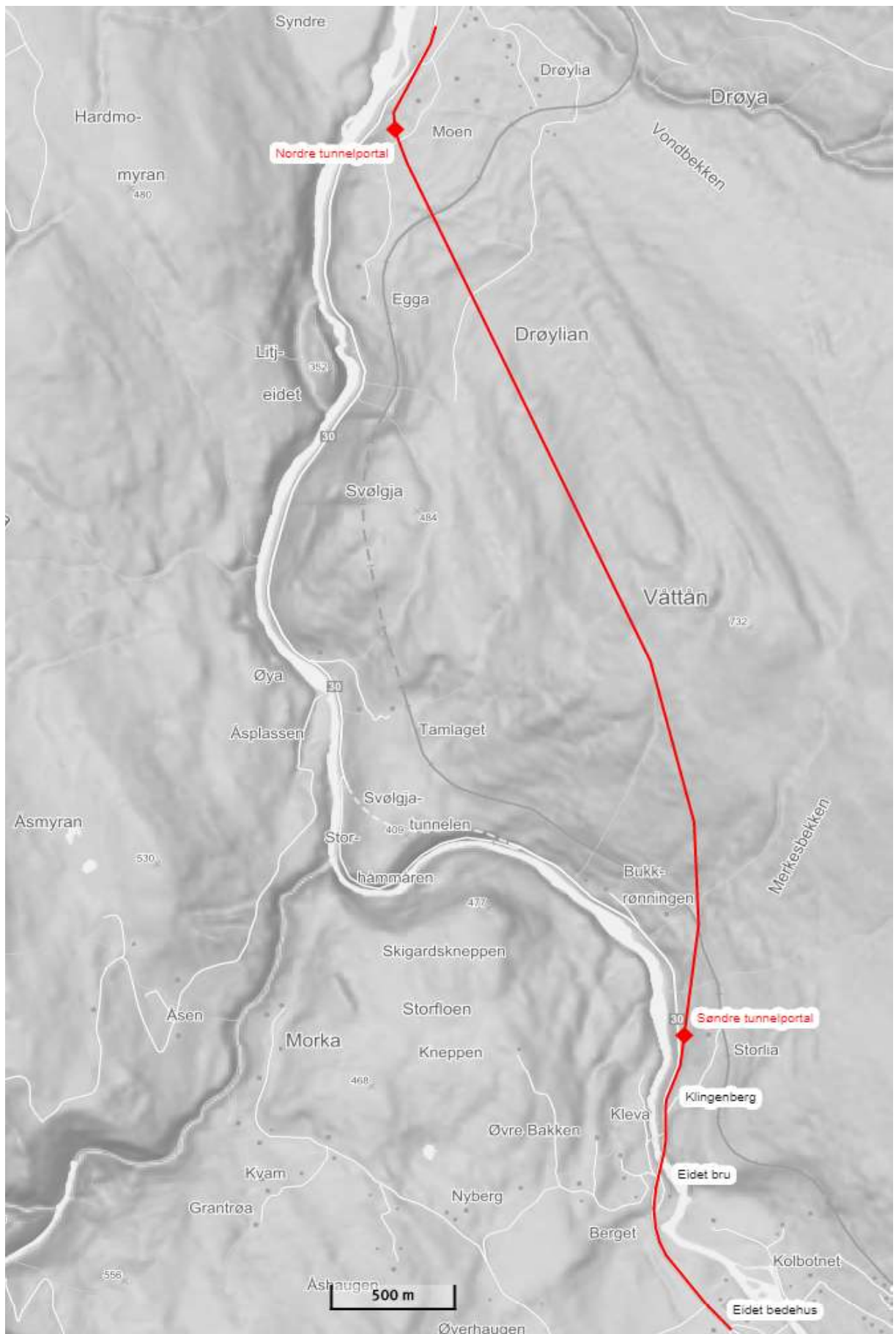
Ved bruk av denne løsningen vil ikke vegen stenges i anleggsfasen, bare under påkobling i begge ender. Den vil medføre moderate naturinngrep da terrenget rundt begge tunellportalene er bratt. Løsningen vil heller ikke påvirke kulturlandsskap, kulturminner eller friluftsområder i området.

Man vil redusere støy langs store deler av strekningen men vil i inn- og utløp oppleve en økning i støyforurensning sammenlignet med dagens situasjon. Det vil måtte utføres støyberegninger for begge utløp da de ligger forholdsvis nært bebyggelse.

Å bygge en så lang tunnel vil være svært kostbart og man vil ende opp med et kraftig masseoverskudd. Deler av traseen skal heves over flomnivå og overskuddsmassen vil kunne benyttes til dette arbeidet. Det skal også gjøres utbedringer hele vegen fra Røros til Støren så resterende masser vil kunne benyttes her, forutsatt at kvaliteten er god nok.

Ved å benytte seg av dette alternativet vil man kunne lage en optimal veglinje da man ikke har noen plassbegrensning sammenlignet med alternativene langs elven. Man vil kunne fokusere fullt og helt på å skape en trafiksikker og komfortabel veg.

Dersom denne løsningen velges bør man ha en mulighet for omkjøring dersom tunnelen må stenges. Eksisterende omkjøringsmuligheter er svært lange og dermed ikke optimale for de som ferdes på vegen. Et alternativ til løsning på dette er å beholde eksisterende trasé med mulighet for av- og påkobling til ny trasé i begge ender av tunnelen. Dette vil også for dette alternativet skape utfordringer. Det er svært trangt og opprettelse av slike punkter vil medføre store naturinngrep. Man vil i alle tilfelle måtte lage et tilkoblingspunkt all den tid beboere på Åsen benytter seg av Åsvegen for å komme seg til og fra eiendommene sine. Et alternativ til dette er å koble Åsveien til Morkavegen og dermed skape adkomst via en annen rute, se kapittel 5.7. Da vil man kunne benytte eksisterende trasé som en ren omkjøringsmulighet med bomregulering i av- og påkobling.



Figur 21: Trasé for Alternativ 4 - tunnel fra Klingenberg til Fiskøya

5.6 Alternativ 5 - Trasé på vestsiden av Gaula

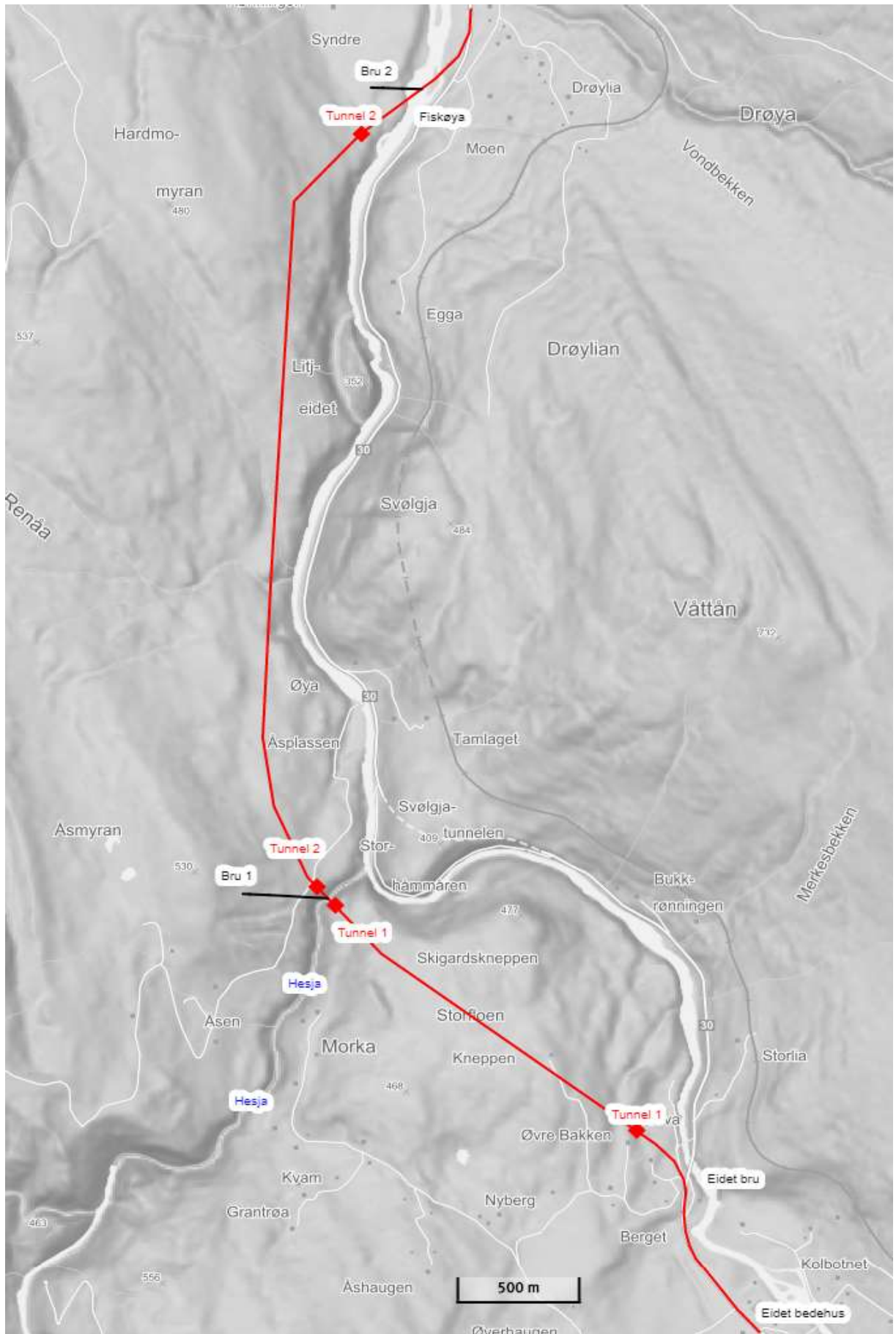
Vegen følger eksisterende trasé fra profil 0 til Eidet bru. Veggen følger så elva et lite stykke før den vender noe vestover og inn i tunnel. Den blir liggende i tunnelen frem til bru som krysser Hesja, en avstikkerelv fra Gaula, før den går inn i ny tunnel. Denne tunnelen strekker seg nordover til utløp ved Fiskøya der ny *Bru 2* fører den over elva før tilkobling til eksisterende Fv30 (fig. 22).

Ved bruk av dette alternativet kan eksisterende Fv30 benyttes som omkjøringstrasé, adkomstveg for bebyggelsen langs veggen samt beboere på Åsen. Veggen kan da driftes ved lavere vegklasse. Utfordringer forbundet med ras og flom for omkjøringsvegen må fremdeles tas hensyn til.

I likhet med *Alternativ 3*, beskrevet i kapittel 5.4, vil dette bety høye kostnader og store mengder overskuddsmasser i forbindelse med etablering av tunnel. Man vil i tillegg måtte bygge flere bruer så forventet kostnadsramme vil være meget høy.

Det er noe bebyggelse i nærheten av utløp i sørgående retning så støyberegninger vil måtte foretas. Støynivået ved Fiskøya vil også øke som følge av trafikken over den nye brua.

Man vil generelt sett ha moderate naturinngrep over strekningen men med to bruer og fire tunnelportaler vil man foreta noen. Da terrenget i alle åpningene er forholdsvis bratt vil ikke tunnelåpningene medføre store terrenginngrep. *Bru 1* ligger i et område som det vil være vanskelig å nå for personer til fots så heller ikke her vil det påvirke turlandskapet for de som benytter seg av området. Det største inngrepet vil være bruene over Fiskøya. Dette vil være svært synlig og kan, for enkelte, fremstå som et sår i landskapet.



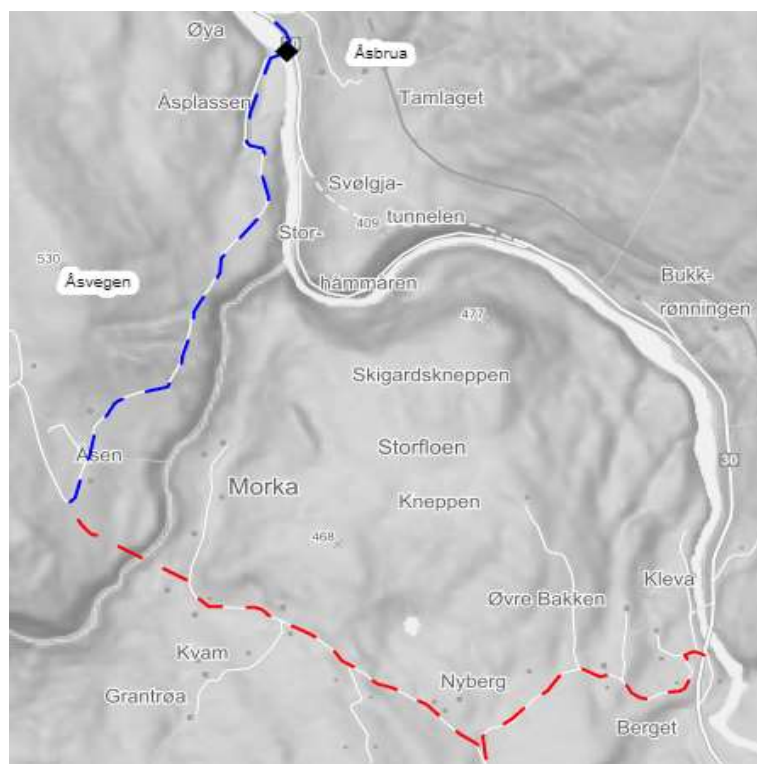
Figur 22: Trasé for Alternativ 5 - trasé på vestsiden av Gaula

5.7 Omkjøringsmuligheter ved tunnel og tilkomst til Åsen

Alternativ adkomst til Åsen for *Alternativ 3* og *Alternativ 4*.

For å sikre adkomst via eksisterende rute, Åsvegen, opp til Åsen ved utbygging av ny tunnel forbi Åsbrua må det bygges en rundkjøring eller et planskilt kryss enten på sør- eller nordsiden av den nye tunnelen. Dette vil medføre store naturinngrep uansett hvilket alternativ man velger.

Et alternativ til dette er å bygge en ny adkomstvei for området på Åsen via adkomstvegen til Morka og bygge bro over elva Hesja. På den måten vil man redusere bruken av Åsbruen til adkomstvei for Tamlaget. Ved å lage bomregulert av- og påkjøring til den eksisterende traseen som kun åpnes ved behov vil man redusere behovet for areal i denne forbindelse. Man vil kunne drifte den eksisterende traseen med lavere standard.



Figur 23: Rød linje viser ny adkomst til Åsen via Malmvegen og Morkavegen med bro over elva til Åsen. Blå linje viser ny adkomst til Tamlaget i forlengelse av rød linje via Åsen langs Åsvegen over Åsbrua. Tegningen er hentet fra: norgeskart.no

6 Ikke-prissatte konsekvenser

6.1 Valg av metode

Når man utfører en konsekvensanalyse skal man se på virkningene tiltaket vil ha over en lengre periode. Denne perioden kalles analyseperioden og settes til 40 år fra åpningsåret [29, s.47]. Dette gjør at analyseperioden sammenfaller med tiltakets levetid og fanger opp alle relevante virkninger i denne perioden. Ettersom dette prosjektet kun er en skoleoppgave har man ikke anslått et tidspunkt for åpning av veganlegget. Derfor vil analyseperioden løpe frem til 2060.

Ved valg av metode for konsekvensanalyse er SVVs håndbok V712 *Konsekvensanalyser* benyttet for en systematisk og samlet vurdering av de enkelte tema. Metoden som velges tilpasses prosjektet slik at konsekvensanalysen kan utformes samtidig som man innhenter informasjon om influensområdet. Til slutt beskriver man de konsekvenser ulike alternativer har for hvert fagtema som har betydning for vegprosjektet.

Valg av alternativ gjøres på grunnlag av resultater som fremkommer av prissatte og ikke-prissatte konsekvensanalyser.

Leseren gjøres oppmerksom på at det i denne rapporten er foretatt en forenklet konsekvensanalyse, noe som gjør at graden av usikkerhet antas høy.

6.2 Framgangsmåte

Selv om det blir utført en enkel metode for konsekvensanalyse, følges det retningslinjer beskrevet i håndbok V712 *Konsekvensanalyser*. Håndboka har definert fem aktuelle ikke-prissatte temaer som skal være i en konsekvensanalyse, disse er som følger:

- Landskapsbilde med hensyn til variasjon etter fullført prosjekt.
- Nærmiljø og friluftsliv med begrepsforklaring.
- Kulturminner med fokus på undertema som kulturmiljø.
- Naturmangfold med hensyn til naturverdier og biologisk mangfold.
- Naturressurser som tar hensyn til jordbruk, skogbruk og vassdrag som ressurs.

I tillegg til ovennevnte fagtemaer har studentene valgt å ta hensyn til områder av betydning for denne oppgaven. Disse er flomsoner, rasfaresoner for berg og løsmasser, kommunens

reguleringsplan, forsvarrets øvings- og skytefelt samt støy som forurensning (mer om dette i kapittel 6.5).

Viktige punkter ved vurdering av alternativer på vegstrekningen visualiseres ved hjelp av illustrasjoner og tegninger hentet fra internettet for å synliggjøre tiltakets omfang og konsekvenser.

6.2.1 Innsamling av informasjon til temakart

Vurderingen av planområdets begrensninger samt innsamling av nødvendige data er basert på offentlig informasjon tilgjengelig på:

- Miljøstatus kartlag,
- Miljødirektoratets naturbase,
- Kartverkets kart,
- NVEs karttjenester,
- kommunekart.com
- Nasjonal vegdatabank (NVDB).

6.2.2 Verdivurdering

Alle fagtemaer tillegges verdi i den endelige konsekvensvurderingen. Man har her valgt å dele inn verdivurderingen i tre kategorier: liten, middels og stor verdi. Ved vurdering av hvert enkelt tema tas det hensyn til om konsekvensene har lokal, nasjonal eller internasjonal betydning. Med påvirkning menes i denne besvarelsen graden av inngrep som fører til endringer det aktuelle tiltaket vil medføre. Omfang ved hvert enkelt tiltak vurderes i forhold til endringer fra nåværende situasjon, altså *Alternativ 0*.

6.2.3 Rangering

Alternativene rangeres og resultater presenteres i tabeller under hvert fagtema som oppsummering av verdivurderingen. Alternativene rangeres fra 1 til 5 med vurdering 1 som den mest gunstige. Metoden tydeliggjør dermed for leseren hvilket alternativ som vurderes som det beste.

6.3 Enkel konsekvensanalyse

Ulike typer områder vil gi ulik problemstilling ved planlegging av veginngrep. Enkelte område-typer vil dessuten kreve spesielle hensyn på grunn av for eksempel deres diversitet, sjeldenhet

eller konsentrasjon av spesielt verdifulle lokaliteter [30, side 11]. Av den grunn er det lagt inn mye arbeid ved lokalisering av veglinje.

6.3.1 Landskapsbildet

Beskrivelse:

Den generelle definisjonen som karakteriserer kulturlandskapsbilde er landskap som i større eller mindre grad er påvirket av menneskeaktiviteter. I Statens vegvesens håndbok V712 på side 130 er landskapsbilde definert på denne måten:

"...et uttrykk for landskapets romlige- og visuelle egenskaper med naturlige og menneskeskapt komponenter og elementer, som særpreger et geografisk område. Det romlige og visuelle omhandler hvordan landskapet oppleves som fysisk form."

I forbindelse med et vegprosjekt vil man ta hensyn til at landskapsbilde omfatter alle omgivelsene, alt fra det tette bylandskap til det uberørte naturlandskap [29]. Ved utbygging av vegger i verneverdige kulturlandskap vil man derfor benytte tiltak som vil minimere naturinngrepets omfang.

Holtålen kommune tilhører Landskapsregion 27 - Dal- og fjellbygdene i Trøndelag [31, s.114-117] og ifølge NIBIO⁵ deles strekningen i underregioner: Ålen og Midtre Gauldal. Under istiden gravde elven Gaula en dyp dal, Gauldal, som nå har mye fjell og bratte, skogbevokste sider [32].

Over tid vil landskapsbildet forandres og opplevelsen vil være forskjellig fra person til person. Dette gjør det ekstra utfordrende å vurdere om landskapet er "fint" eller ikke. Kunnskapen om områdets historie og opplevelsesmuligheter vil også være bestemmende i vurdering av landskapsbildet. Registrerte, verdifulle kulturlandskap i planområdet hentet fra miljødirektoratets nettside er vist på figur 57 i vedlegg 14. Figuren illustrerer områdets begrensning som skaper utfordringer ved plassering av en ny trasé på vestsiden av den nåværende vegen. Ingen av de foreslåtte alternativene berører dette området.

Vurdering:

Hvor stor påvirkning et tiltak har i forhold til landskapsbildet er vurdert ut ifra tiltakets metode, linjeføring, utforming og skala. Det vurderes ikke virkninger av landskapsbildet under anleggsperioden, da denne perioden regnes som "kortvarig" og er av liten betydning for prosjektet i

⁵Norsk Institutt for BIOøkonomi

analyseperioden.

Alternativ 1

Alternativ 1 vil kreve omlegging av kurvatur noe som vil medføre nye og høyere fjellskjæringer for deler av strekningen. Dette vil gjøre vegen mer synlig i landskapet. Vanntunnelen vil også ha innvirkning på landskapsbildet i forbindelse med inn- og utløp. Da Gaula er et fredet vassdrag, vil alle inngrep direkte forbundet med elva være av stor betydning og vektlegges tungt ved konsekvensanalysen.

Ved sammeligning med *Alternativ 0* vil man oppleve noen endringer i landskapsbildet, spesielt forbundet med de nye skjæringene. Da mye av eksisterende veg allerede ligger i fjellskjæringer vil ikke dette oppleves som skjæmmende. Inn- og utløp for vanntunnel vil kunne legges på mindre synlige plasser slik at de ikke blir synlige fra veg og ofte brukte turområder.

Vurdering = Liten

Alternativ 2

Heving av veglinjen og utbedring av horisontalkurvatur vil føre til høyere skjæringer og vil kreve fyllinger. Dette vil utheve veglinjen i landskapet over lengre strekninger, selv om høyere fyllinger ikke er synlig for reisende på vegen. Inn- og utløp for ny tunnel vil også ha innvirkning i denne sammenhengen. I forbindelse med disse må vegetasjon fjernes og området rundt vil totalt endre karakter. Dette vil kunne oppleves som skjæmmende inngrep i landskapsbildet. I Svølgjattunnelen må profilet heves for å kunne heve vegbanen. Dermed vil man også her måtte gjøre nye tiltak som vil forsterke påvirkningen av landskapsbildet.

Eksisterende trasé fra Åsbura til Eggafossen vil ikke gjenoppta sin opprinnelige form. Dette medfører at tunnelmunningene vil komme som tillegg til de inngrep som allerede er foretatt. Sammenlignet med *Alternativ 0* vil man oppleve en forsterkning av påvirkningen for de strekninger der vegen heves og rettes ut. I tillegg vil man få nye inngrep i forbindelse med ny tunnel.

Vurdering = Stor

Alternativ 3

Også her vil heving av veglinje og utbedringer av horisontalkurvaturen føre til høyere fyllinger og skjæringer. Behov for nytt kryss og tunnel ved Bukkrønningen vil medføre meget store terrenginngrep ved inn- og utløp. Ved anleggelse av kryssløsning sør for Bukkrønningen vil

man måtte planere et større areal for å gjøre plass til dette. Dette vil fremstå som en stort sår og ha stor innvirkning på landskapsbildet.

Sammenlignet med *Alternativ 0* gir denne løsningen mange, store inngrep. I forhold til *Alternativ 2* vil lengre tunnel føre til færre synlige naturinngrep. Anleggingen av krysset vil medføre de største endringene i forhold til dagens situasjon og dette vektlegges tungt.

Vurdering = Stor

Alternativ 4

For dette alternativet vil man kun få inngrep ved tunnelmunningene samt en kort strekning med hevet veglinje på slutten av traseen. Strekningen som heves krever ikke nye skjæringer utover de som oppstår i forbindelse med tunnelen. Ettersom det meste av strekningen legges i tunnel vil man ha minimal innvirkning på landskapsbildet.

Sammenlignet med *Alternativ 0* vil man ikke oppleve stor endring i landskapsbildet. Områdene rundt inn- og utløp av tunnelen vil kunne oppleves skjemmende.

Vurdering = Liten

Alternativ 5

Dette alternativet medfører fire tunnelmunninger og to bruer. Den nordligste av bruene legges godt synlig i dalføret over Gaula ved Fiskøya. Den andre legges mer skjult og vil ikke påvirke landskapsbilde i like stor grad men defineres likefullt som et naturinngrep. Tunnelmunningene ligger i svært bratte områder og dermed vil inngrepene bli begrenset i omfang. I likhet med Bru 1 vil tunnelmunningene forbundet med brua ligge skjult i terrenget. *Alternativ 5* krever også noe endring av naturbildet ved Eidet bru.

All konstruksjon ved dette alternativet vil komme i tillegg til *Alternativ 0*. Man vil også måtte gjøre utbedringer på eksisterende veg i forbindelse med de mest rasfarlige områdene. Dette fordi vegen fortsatt vil benyttes som adkomst til bebyggelse langs eksisterende strekning, samt Åsen. Anlegging av Bru 2 ved Fiskøya ansees som et meget skjemmende inngrep i landskapsbildet og er hovedgrunnen til at alternativet vurderes strengt.

Vurdering = Stor

Oppsummering av konsekvensene samt rangering for alternativene er vist i tabell 8. Tabellen viser at *Alternativ 1* og *4* vurderes best utifra rangering. *Alternativ 3* og *5* har fått høyere rangering

ettersom inngrep i landskapet vurderes høyere enn for *Alternativ 2* med samme vurdering.

Tabell 8: *Vurderingsoppsummering på landskapsbilde*

Alternativ	Alternativ 1 Utbedring av veg	Alternativ 2 Heving av veglinje og ny tunnel	Alternativ 3 Tunnel fra Bukkrønningen til Eggafossen	Alternativ 4 Tunnel fra Eidet bro til Fiskøya	Alternativ 5 Trasé på vestsiden av Gaula
Påvirkning/ konsekvens	Liten	Stor	Stor	Liten	Stor
Rangering	1	2	3	1	3

6.3.2 Nærmiljø og friluftsliv

Beskrivelse:

Med friluftsliv menes opphold og/eller fysiske fritidsaktiviteter og naturopplevelser i naturen der miljøforandringer vil påvirke aktiviteten.

Nærmiljø defineres som områder nær bebyggelse der innbyggere bedriver ulike fysiske og sosiale hverdagsaktiviteter.

Ifølge Statistisk sentralbyrå har Holtålen kommune til sammen ca. 2025 innbyggere pr. 2018 (4. kvartal) og det er 1127 registrerte hytter pr. 2019. Innbyggere og besøkende i kommunen nyter godt av områdets naturgitte forutsetninger med nærhet til lett tilgjengelige friluftslivsområder. Noen av aktivitetene som nevnes som viktige er lange og korte turer, fikse og jakt på småvilt, elg, hjort og rein. Det understrekes i denne besvarelsen at motoriserte aktiviteter ikke blir vurdert under temaet nærmiljø og friluftsliv.

Viktige friluftslivsområder hentet fra Miljødirektoratet er illustrert i vedlegg 15. Slike områder veier tungt i konsekvensutredningen for de forskjellige traséalternativene.

Vurdering:

Alternativ 1

Alternativ 1 innebærer utbedring av eksisterende veglinje med noe justering av vegbredde og kurvatur for deler av strekningen. Det vil dermed ikke medføre store endringer i forhold til dagens situasjon. Tunnel for overvann vil kunne medføre endringer i tilgang til elvebredden. Det vites ikke i hvilken grad elvebredden benyttes av turgåere og lokalbefolkning.

Vurdering = Liten

Alternativ 2

Vil få innvirkning på brukere av Tamlaget i form av støyforurensing fra ny tunnel samt ny tilkomst via stopplomme ved Åsbrua. Dette vil føre vegen nærmere Tamlaget uten at det går utover dets skjermede beliggenhet i terrenget. Utover dette vil ikke *Alternativ 2* ha stor innvirkning sett i forhold til *Alternativ 0*.

Vurdering = Liten

Alternativ 3

Ved denne løsningen vil man direkte påvirke beboerne på Bukkrønningens bruk av området. De vil få en tunnelmunning tett på bebyggelsen i tillegg til en bratt skjæring ned mot åpningen fra tomten. Man vil også oppleve økt støyforurensing da tunnelåpninger avgir mer støy enn veg i dagen.

Vurdering = Stor

Alternativ 4

De strekninger av vegen som ligger i dagen følger eksisterende trasé med noen utbedringer. Etersom tunnelmunningene ligger tett på dagens trasé og i god avstand til eksisterende bebyggelse vil ikke *Alternativ 4* ha nevneverdig innvirkning på nærmiljø og friluftsliv.

Vurdering = Liten

Alternativ 5

Bruen over Fiskøya vil kunne påvirke laksefiskerne i elva. Både hva gjelder adkomst til området og selve aktiviteten. Det vil være en økning i støynivå her, noe som vil påvirke aktiviteten i negativ forstand. Bruen over Hesja vil ligge i et område som er vanskelig å nå til fots men kombinert med tunnelmunninger i begge ender av denne vil støybildet for området endres, noe som kan påvirke brukerne. I tillegg vil man måtte benytte landbruksareal ved Eidet bru til ny trasé. Beboere i området vest for brua vil også kunne oppleve økt støy- og luftforurensning.

Vurdering = Stor

Oppsummering av påvirkninger og resultater for konsekvensvurdering gis i tabell 9. *Alternativ 5* har høyere innvirkning på nærmiljø ved prosjektets fullføring enn *Alternativ 3*, av den grunn har *Alternativ 5* høyere rangeringsverdi enn *Alternativ 3* med samme vurdering. Mellom *Alternativene 1, 2 og 4* oppstår det ikke store sprang ved vurdering og derfor har disse fått lik rangering i dette fagtema.

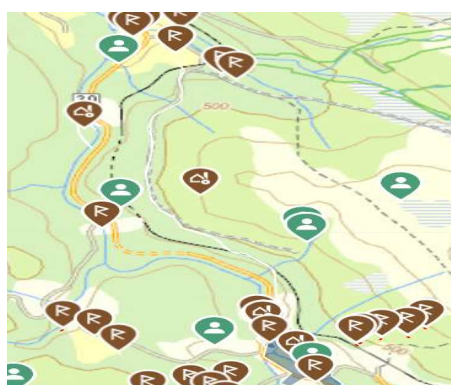
Tabell 9: Vurderingsoppsummering for nærmiljø og fritidsliv

Alternativ	Alternativ 1 Uthedring av veg	Alternativ 2 Heving av veglinje og ny tunnel	Alternativ 3 Tunnel fra Bukkrønningen til Eggafossen	Alternativ 4 Tunnel fra Eidet bro til Fiskøya	Alternativ 5 Trasé på vestsiden av Gaula
Påvirkning/ konsekvens	Liten	Liten	Stor	Liten	Stor
Rangering	1	1	2	1	3

6.3.3 Kulturminner og kulturmiljø

Beskrivelse:

Søk etter kulturminner er foretatt ved hjelp av kulturminnesøk.no og planområdet har potensiale for funn av nye kulturminner. Det eksisterer allerede flere registrerte kulturminner i planområdet. Disse har status som uavklart, ukjent eller vernet.



Kulturminneloven definerer begrepene kulturminner og kulturmiljø som alle

spor etter menneskelige aktiviteter i det fysiske miljø. Holtålen kommune er kjent for sine mange kulturminner, sin gruvehistorie og for de spesielle lysfenomenene i Hessdalen [33].

De registrerte kulturminner illustreres i figur 24 og datering strekker seg fra 1600- til sent på 1800-tallet. De fleste objektene har imidlertid status som ikke fredet slik tabell 10 viser.

Kulturminnenes tilstand er svært varierende. Ved Åsplassen kan man i dag se rester etter en gammel smeltehytte som er omtalt som Tamlaget smeltehytte i Johan Falkbergets diktning "Nattens brød". I dalføret Tamlaget ligger det et lite, isolert gårdsmiljø. Dette er unikt ettersom alt fremstår omtrent som for 100 år siden [34, s.3]. Gårdsbygningene bærer imidlertid preg av manglende vedlikehold.

Tabell 10: *Beskrivelse av kulturminner i området (kilde: kulturminnesøk)*

Nummer	Navn	Lokasjon	Beskrivelse	Datering	Status
1	Eidebakk	Sør på vegskjæringens høyeste punkt, SSV for riksvegen:T20292	Arkoelogisk minne	ca. 1970	Uavklart
2	Kvern	Rett sør for Fiskøya på østsiden av Gaula	Kvern for korn	1800-tallet	Ukjent
3	Veg (176431-1)	Ved Eggafossen, vest for Gaula	Vinterveg	1600-tallet	Vernet etter PBL
4	Stormuren	Stormuren, mellom eksisterende vegtrasé og jernbanelinje øst for Gaula nord for Tamlaget	Murt jernbanefundament. Sprengt under 2. verdenskrig for å hindre bruk av Rørosbanen	1800-tallet	Ukjent
5	Åsen	Åsplassen, vest for Gaula	Ovnslokalitet	Uviss tid	Uavklart
6	Vintervegen ved Gaula (V 1644006)	Kleva, vest for Gaula.	Vinteveg ved Gaula	16-1700-tallet	Ikke fredet
7	Eidet Bru	Rett nord for Eidet bru	Gamle Eidet bru	1853	Ikke fredet
8	Dragår smeltehytte	Rett sør for Eidet bru	Området for Dragås smeltehytte. Ingen gjenstående bygninger	1700-tallet	Ikke fredet
9	Eidet smeltehytte	Større område sør for Eidet bru. Begge sider av Gaula	Smeltehytte	1834	Ikke fredet
10	Gamle morkaveg	Ved Nyberg, Et stykke vest for Gaula	Ferdselsveg fra Eidet til Morken	1800-tallet	Ukjent
11	Drøyliene/veganlegg	Starter ved eiendommen Klingenberg (gnr 1/2), vegen krysses to ganger av jernbane.	Vurdering: meget verneverdi, viktig del av Kongevegen mellom Trondheim og Røros	1779	Ikke fredet

Vurdering:

Alternativ 1

Følger eksisterende veglinje og har ingen innvirkning på kulturminner eller kulturmiljø i området.

Vurdering = Liten

Alternativ 2

Det kan forekomme noe endring i lydbilde som følge av økt trafikkstøy i forbindelse med ny tunnel ved Tamlaget. Dette vil ikke ha direkte innvirkning for kulturlandskapet.

Vurdering = Liten

Alternativ 3, Alternativ 4 og Alternativ 5

Har ingen påvirkning på kulturminner eller kulturlandsskap.

Vurdering = Liten

Resultater og oppsummering av konsekvensene på kulturmiljø er gitt i tabell 11. I forhold til referansesituasjon har ingen av alternativene betydelig påvirkning på kulturminner i den grad at kulturmiljø skal få negative påvirkninger som følge av fullført prosjekt.

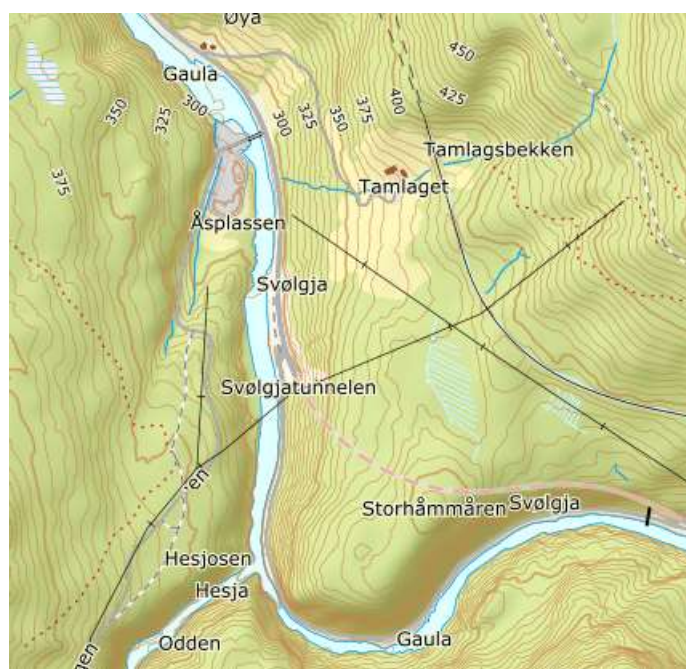
Tabell 11: Vurderingsoppsummering for kulturminner og kulturmiljø

Alternativ	Alternativ 1 Utbedring av veg	Alternativ 2 Heving av veglinje og ny tunnel	Alternativ 3 Tunnel fra Bukkrønningen til Eggafossen	Alternativ 4 Tunnel fra Eidet bro til Fiskøya	Alternativ 5 Trasé på vestsiden av Gaula
Påvirkning/ konsekvens	Liten	Liten	Liten	Liten	Liten
Rangering	1	1	1	1	1

6.3.4 Naturmangfold og naturmiljø

Beskrivelse:

I en rapporten *Oppfølging av særlig verdifulle kulturlandskap i Sør-trøndelag. Rapport: Holtålen kommune* beskrives naturmangfoldet for utvalgte deler av Holtålen kommune. Kun ett av områdene som beskrives er aktuelt for denne rapporten, området rundt Tamlaget.



Figur 25: Tamlaget ligger noe nord for Svølgjaturtunnelen og er et område av interesse sett i sammenheng med kulturhistorie og naturmangfold

Området er fra gammelt av benyttet til landbruk men er nå fraflyttet. Det er imidlertid dyr på beite. Rapporten slår fast at området, på grunn av sin skjermede beliggenhet, er et viktig kulturlandskap i regionen med sin gamle kulturmark. Også området rundt Åsplassen på motsatt side av elven er av samme karakter.

Rapporten konkluderer med at området bør holdes ved hevd som et viktig kulturminne med tanke på den gårdsdrift som har funnet sted her.

Norge oppfattes ofte som et land med store områder preget av tilnærmet urørt natur og derfor er det svært viktig å beholde slike sammenhengene naturområder som ligger minst 1 kilometer fra tyngre tekniske inngrep også i fremtiden. Slike områder karakteriseres som inngrepsfrie naturområder i Norge eller INON-områder og er illustrert i vedlegg 16. Disse områdene er av betydning for arter som forflytningskorridorer og for naturens evne til å tilpasse seg klimaendringer [35]. Offentlige veger med lengde over 50 meter regnes som et "tyngre teknisk inngrep". Dermed må man ta hensyn til slike områder i denne oppgaven. Utbygging av tunneler regnes ikke inn under denne kategorien og kan dermed benyttes for å krysse slike områder ved behov.

Elva Gaula renner også gjennom planområdet. Denne ble vedtatt fredet mot videre kraftsverk-utbygging i 1986. Dette, blant annet, grunnet bestanden av laks og sjøørret. Elva er betraktet som en av landets beste lakseelver og har blitt brukt av laksefiskere i lang tid. Elven dannet grunnlaget for god økonomisk vekst for regionen rundt 1820 da engelske sportsfiskere la igjen store summer i lokalsamfunnene langs elva[36]. Det er fremdeles laksefiske i elva den dag i dag og den er i så måte en viktig inntektskilde for grunneiere som selger fiskekort såvel som at den danner grunnlaget for rekreasjonsaktiviteter for lokalbefolkningen.

Vurdering:

Alternativ 1

Vil ha liten direkte påvirkning på Tamlaget og Gaula sammenlignet med *Alternativ 0*. Ved utbedring av horisontalkurvatur vil man måtte benytte seg av områder som i dag ligger tilnærmet uberørt. Dette vil imidlertid ha svært moderat innvirkning på dyrelivet og berører ingen kjente tilholdsplasser for arter av lokal eller nasjonal interesse.

Vurdering = Liten

Alternativ 2

Kan ha noe innvirkning på Tamlaget i form av endring i støybildet som følge av tunnelmunningen som anlegges i nærheten. Dette antas som moderat endring og vil dermed ikke ha nevneverdig negativ påvirkningsgrad. Dette alternativet påvirker ikke plante- eller dyreliv i særlig stor grad.

Vurdering = Liten

Alternativ 3

For dette alternativet vil vegen passere Tamlaget i tunnel og dermed ha en positiv innvirkning i form av redusert støyforurensing i området. *Alternativ 3* påvirker ikke plante- eller dyreliv i særlig stor grad.

Vurdering = Liten

Alternativ 4

For dette alternativet vil vegen passere Tamlaget i tunnel og dermed ha en positiv innvirkning i form av redusert støyforurensing i området. *Alternativ 4* påvirker ikke plante- eller dyreliv i særlig stor grad.

Vurdering = Liten

Alternativ 5

Anlegges på vestsiden av Gaula og berører derfor ikke Tamlaget. Vil ha minimal påvirkning på plante- og dyreliv for store deler av strekningen men vil kunne påvirke dyreliv i Gaula på grunn av brua ved Fiskøya.

Vurdering = Middels

Resultater presenteres i tabell 12. Som man kan avlese av tabellen, vil ingen av alternativene ha spesielt stor innvirkning på dette fagtema. Alle alternativene i varierende grad kan påvirke vannkvaliteten i planområdet. Avrenninger av sprengstoffrester og steinfyllinger kan skade fisk og andre organismer i det lange løp.

Tabell 12: *Vurderingsoppsummering for naturmangfold*

Alternativ	Alternativ 1 Utbedring av veg	Alternativ 2 Heving av veglinje og ny tunnel	Alternativ 3 Tunnel fra Bukkrønningen til Eggafossen	Alternativ 4 Tunnel fra Eidet bro til Fiskøya	Alternativ 5 Trasé på vestsiden av Gaula
Påvirkning/ konsekvens	Liten	Liten	Liten	Liten	Middels
Rangering	1	1	1	1	2

6.3.5 Naturressurser

Beskrivelse:

En bør forsøke å unngå å planlegge og bygge en veg nær vassdrag som kan bli negativt påvirket. For eksempel, en ny vegkonstruksjon kan påvirke avsetningssystem eller transportsystem til en

elv. Ved utbygging av en bru kan vassdragets biologiske naturverdier bli påvirket. Konsekvenser av dette kan være minking i antall fugle- eller fiskearter, f.eks. laks.

Naturressurser som er gjeldende for planområdet er vannressurser, fuglearter, fiske, berggrunn, landbruk og løsmasser.

Gaula ligger som nevnt i Gauldalen i Holtålen kommune. Den er regnet som en av landets beste lakseelver og i elva er det en betydelig andel laksefangst med gjennomsnittsvekt på 6,15 kg [37, tilgjengelig data fra 2016]. Elven er fiskbar i en strekning på 95km fra sjøen opp til Eggafossen i Holtålen. Man finner også viktige laksefiskeområder i sidevassdrag som Sokna, Bua og Fora [38]. I 1985 vedtok stortinget varig vern av vassdraget.

Naturen er, som regel, sensitiv for store forandringer. Dersom en ny veg blir prosjektert og prosjekterende ikke tar hensyn til områdets naturlig vegetasjon og dyreliv, kan det føre til senking av aktivitet og få store konsekvenser for det biologiske mangfoldet.

I rapporten *Kartlegging av naturtyper i Holtålen kommune, Sør Trøndelag* nevnes kalkpåvirket skog og gammelskog som viktige områder i Holtålen kommune. Ettersom skogene i hovedsak ligger i dalsidene i Gauldalen kan dette være aktuelt for prosjektområdet som naturressurs.

Jordbruksarealer plassert langs fylkesveg 30 presenteres i vedlegg 17. Ifølge Miljøstatus er jordkvaliteten i planområdet dyrkbar, men ikke av høyeste kvalitet.

Naturtyper registrert i miljødirektoratets kartverk innenfor planområdet er vist på vedlegg 18. Tabell 13 beskriver de registrerte naturtyper i området og man kan avlese av tabellen at det er gammel barskog. Det er registrert havørn ved Åsplassen, ifølge Direktoratet for mineralforvaltning. Arten er av særlig stor forvaltningsinteresse [39].

Tabell 13: *Nærmest liggende registrerte naturtyper i planområdet*

ID	Naturtype	Områdenavn/beligenhet
1	Gammel barskog	Egga NV
2	Gammel barskog	Egga SV
3	Gammel barskog	Gauldalen: Sør for Renåa

Området i Holtålen kommune har en rik berggrunn som gir svært gode forhold for en rekke byttedyr. Ved nærmere analyse av jordsmonnet finner en ut at forklaringen er ganske enkel: all kalken ligger i jordsmonnet [40]. Mineralenes tilstedeværelse er et grunnlag for stor variasjon i plantelivet og er årsak til et balansert sesongbeite for villreinen. Villreinsområder er ikke av

stor betydning for dette prosjektet men tas med som viktig naturressurs nært planområdet og er av nasjonal betydning. På grunn av de bratte fjellssidene og elva Gaula på den andre siden vil vilt på strekningen bevege seg mest langs fylkesvegen og ikke på tvers av veggen.

Vurdering:

Alternativ 1

Ettersom *Alternativ 1* i hovedsak baserer seg på utbedring av eksisterende trasé vil denne løsningen ikke ha innvirkning sett opp mot naturressurser sammenlignet med dagens situasjon. Man vil kunne oppleve negativ påvirkning på elven i anleggsperioden.

Vurdering = Liten

Alternativ 2

I forbindelse med tunnelen vil man ta ut større mengder stein. Dette kan ansees som en naturressurs og i så måte vil alle tunneler og inngrep i forbindelse med vegprosjekter påvirke områdets naturressurser. Sammenlignet med *Alternativ 0* vil man likevel kunne si at dette alternativet i liten grad vil påvirke i denne sammenhengen. Dette fordi man ikke berører ressurser som ansees som verdifulle for regionen. Når man i tillegg kan benytte seg av disse massene i arbeidet med hevingen av veggen vil ressursene som hentes ut benyttes og dermed ikke deponeres.

Vurdering = Liten

Alternativ 3

Man vil her bygge en lengre tunnel enn ved realisering av *Alternativ 2*. Dette medfører uthenting av mer masse, noe som kan sees på som et større inngrep. Også for dette alternativet vil man kunne benytte seg av disse til heving av veglinjen.

Vurdering = Liten

Alternativ 4

For dette alternativet vil man ende med et masseoverskudd som ikke kan benyttes på strekningen. Hvorvidt disse kan brukes i forbindelse med resten av utbyggingen mellom Støren og Røros vites ikke og sees derfor bort ifra i denne analysen. Man vil dermed ende med et massivt masseoverskudd som må lagres eller deponeres.

Vurdering = Middels

Alternativ 5

Bruen ved Fiskøya vil kunne påvirke laksebestanden i elva. I tillegg vil det kunne påvirke fiskemulighetene i området og dermed påvirke rettighetshavers inntektsgrunnlag. Dette er det alternativet som har lengst strekning lagt i tunnel. Da det i liten grad kreves fyllinger for dette alternativet vil massene som hentes ut være rene overskuddsmasser som må lagres eller deponeres. Ved Eidet bru vil man måtte legge vegen over dyrket mark, noe som påvirker grunneiers inntektsgrunnlag.

Vurdering = Stor

Ingen av alternativene krever inngrep av de tidligere nevnte og registrerte naturtyper i planområdet som f.eks. Gammel barskog. Det har heller ikke behov for berøring av nærmiljø for den registrerte havørnen i planområdet. Oppsummering av vurderingene for dette fagtema presenteres i tabell 14 og man kan avlese av tabellen at det største utslaget for naturressurser vil følge ved realisering av *Alternativ 5*.

Tabell 14: *Vurderingsoppsummering for naturressurser*

Alternativ	Alternativ 1 Utbedring av veg	Alternativ 2 Heving av veglinje og ny tunnel	Alternativ 3 Tunnel fra Bukkrønningen til Eggafossen	Alternativ 4 Tunnel fra Eidet bro til Fiskøya	Alternativ 5 Trasé på vestsiden av Gaula
Påvirkning/ konsekvens	Liten	Liten	Liten	Middels	Stor
Rangering	1	1	1	2	3

6.4 Oppsummering og konklusjon for ikke-prissatte konsekvenser

Tabell 15: *Oppsummering av ikke-prissatte konsekvenser*

Alternativ	Alternativ 1 Utbedring av veg	Alternativ 2 Heving av veglinje og ny tunnel	Alternativ 3 Tunnel fra Bukkrønningen til Eggafossen	Alternativ 4 Tunnel fra Eidet bro til Fiskøya	Alternativ 5 Trasé på vestsiden av Gaula
Landskapsbildet	1	2	3	1	3
Nærmiljø og friluftsliv	1	1	2	1	3
Kulturminner og kulturmiljø	1	1	1	1	1
Naturmangfold	1	1	1	1	2
Naturressurser	1	1	1	2	3
Samlet resultat	1	2	3	2	4

Alle alternativene, bortsett fra *Alternativ 5*, baserer seg delvis på eksisterende vegbane. Ettersom dette er en trang dal og det meste av vegen allerede ligger i vegskjæring vil innvirkningene i de

fleste kategoriene være moderate sammenlignet med dagens situasjon.

Som man ser av tabell 15 har alle alternativene moderat innvirkning på de fleste områdene omtalt i denne analysen. De fagtema som har størst påvirkningsvariasjon er *Landskapsbildet, Nærmiljø og friluftsliv* og *Naturressurser*. For disse kategoriene skiller *Alternativene 3 og 5* seg ut som de mest belastende. Disse kategoriene vil påvirke inntrykket på området veggen bygges i og spesielt befolkningen og de som benytter seg av naturen vil merke endringene.

Basert på ikke-prissatt konsekvensanalyse, kan man konkludere med at *Alternativene 1, 2 og 4* er de mest gunstige.

6.5 Andre konfliktområder av betydning for prosjektet

6.5.1 Flomsone

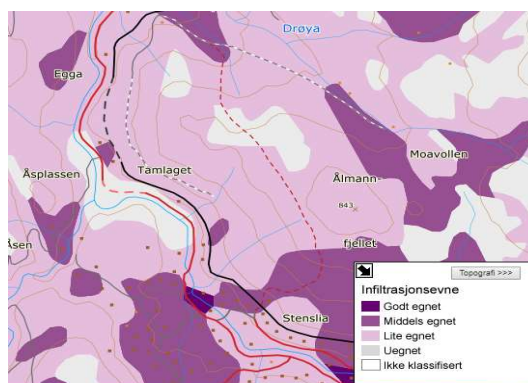
Gaula er en elv med høy vannføring som renner gjennom hele Holtålen kommune og har et høyt skadepotensial ved ekstrem nedbør. I bygdeboka for Horg er større flom i Gaula registrert allerede i 1345 [41]. Man kan dermed dokumentere at elven lenge har vært svært utsatt for dette og historien viser at flommer i elven kan være både store og plutselige. Årsaken til dette er at vassdraget ikke har innsjøer som kan fungere som fordøyningsbassenger og på den måten redusere endringenes hyppighet. Gaula er i hovedsak flomstor på våren som følge av snøsmelting men ved kraftige regnskyll kan flom forekomme også på sommer og høst [42].

Alle typer flom kan føre til store eller små skader i naturen og på infrastruktur. Flom kan også være en årsak til skader på innmark og bebyggelse. Store og økende vannmengder vil gi opphav til erosjon og materialføring i vassdraget.

I august 2011 oppsto det en 100-200-årsflom i Gaula. Denne flommen førte til store skader, blant annet i Svølgjatun-

nelen og det er denne flommen som er bakgrunn for denne oppgaven. Statistisk sett vil en slik flom oppstå mellom 5 og 10 ganger iløpet av 1000 år [43].

I denne oppgaven er flomsonekart fra NVE brukt. Dette viser hvilke arealer som kan være utsatt for flom, men gir ikke et nøyaktig datagrunnlag. Informasjonen fra dette kartet er imidlertid



Figur 26: Løsmasse infiltrasjonsevne [7]

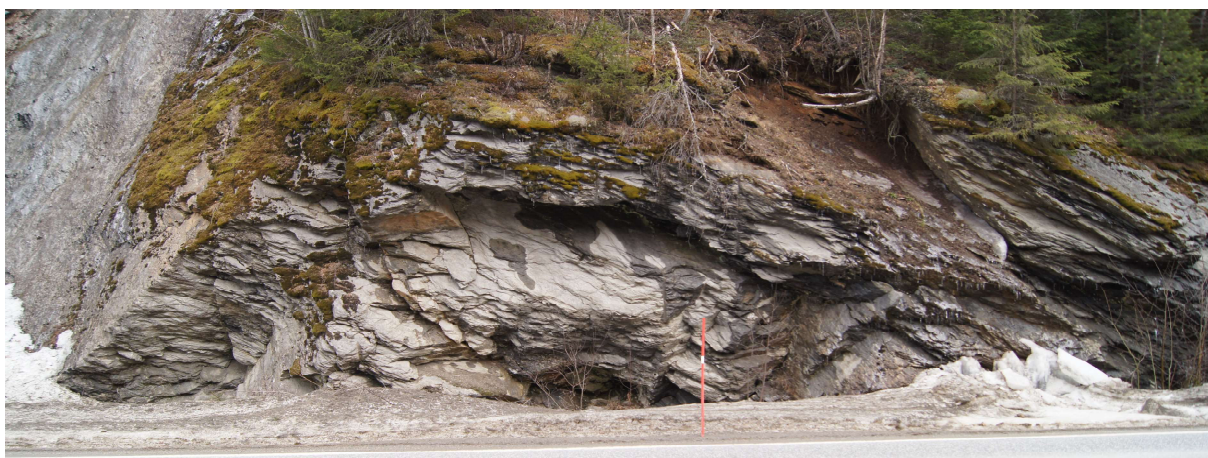
vurdert som god nok for denne oppgaven da det gir nok informasjon i forbindelse med første vurdering i konsekvensutredningen. I tillegg får man en indikasjon på hvilke områder som med høyest sannsynlighet vil bli utsatt for flom.

Figur 26 viser at løsmassene i planområdet er lite egnet for infiltrasjon og er en medvirkende faktor for store overvannsmengder ved hyppige regnskyll. Vedlegg 19 viser kartlagte flomsoneer i planområdet og angir at den maksimale vannstandstigning er ca. 8 meter og ligger ved Svølgjatunnelen. Ifølge Norgeskart ligger Svølgjatunnelen på kote 314.5moh., mens Gaula ligger ca. 310moh.. Dermed vil flomnivå over 5 meter medføre at vannet renner gjennom Svølgjatunnelen, slik det gjorde i august, 2011.

6.5.2 Løsmasseskred og rasfare

Steinskred og steinsprang er den type skred som forekommer hyppigst i Norge. Dette forekommer vanligvis i bratte fjellpartier der terrenghelningen er større enn 40-45grader [44, s.32]. Dersom man analyserer figurer i vedlegg 3 ser én at eksisterende vegen ligger i bratt terreng. Vinkelen til fjellpartiet varierer fra 45 til 90 grader og er en av årsakene til skredfare. Disse områdene preges av steinsprang og løsmasseskred som kan føre til skader på veg og/eller trafikanter.

Vedlegg 20 illustrerer kartlagte skredhendelser langs fylkesveg 30 i planområdet. En oppdragsrapport av Statens vegvesen *Geologi; Skredsfarekartlegging langs fv. 30 Støren - Røros* beskriver berget i Gauldalen og konkluderer med at en stor del av dette består av svake forvitningsbergarter med ugunstig lagdeling og sprekkegeometri som heller ut i vegen (se fig. 27). Disse faktorene kombinert med rotsprengning fører til utglidning av berg.



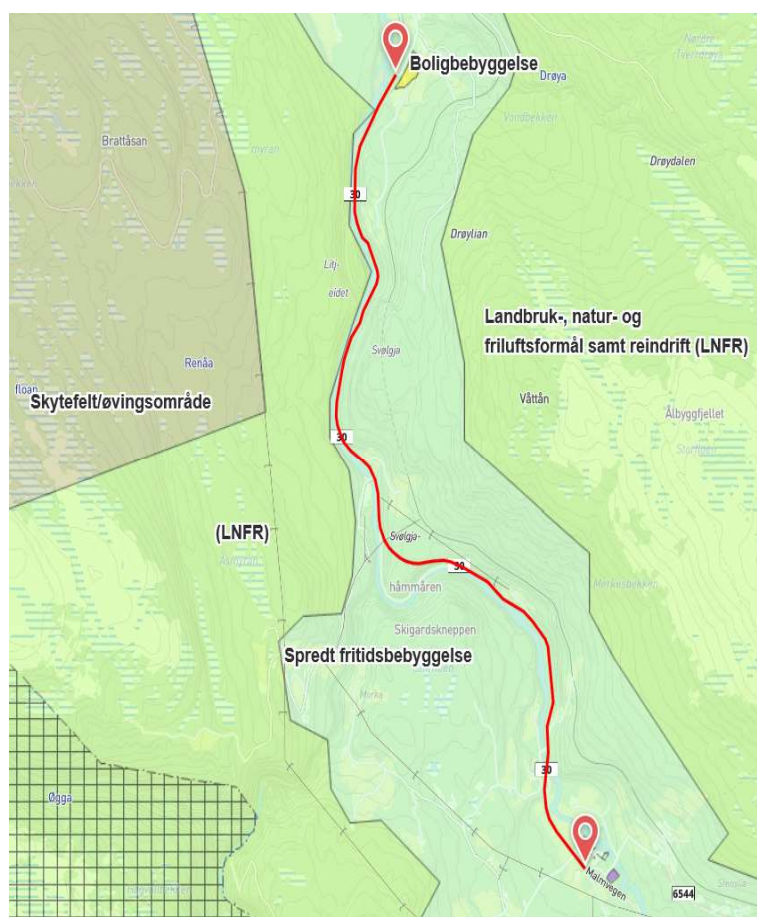
Figur 27: Svake forvitningsbergarter heller ut i vegen langs strekningen (foto: Mads H. Ratvik)

Skredhendelser i planområdet oppstår i stor grad ved vegskjæringer i form av utrasing av stein, jord og vegetasjon. Slike hendelser fører ofte til stenging av Fv30.

Nedbør er også en viktig faktor med tanke på skredhendelser. Som beskrevet i kapittel 6.5.1, påvirkes området i stor grad av kraftige, kortvarige regnskyll. Bergskjæringer med ugunstig geologisk struktur og form langs vegen er en medvirkende årsak til isdannelse i skjæringene. Ved hyppige temperaturforandringer kan skjæringen gå fra stabil tilstand til en skredhendelse.

Et fjellskred er et generelt begrep for skred som stammer fra et ustabil fjellparti og består av ekstremt hurtige, massive flomlignende bevegelser i fragmentert fast fjell. Dette oppstår etter plutselig kollaps i et stort og ustabil fjellparti [45]. Som regel brukes begrepet fjellskred dersom man snakker om svært store skredhendelser og omfanget er fra hundretusener til mange millioner kubikkmeter. Holtålen kommune har ikke rapportert slike hendelser [45, tabell i vedlegg A].

6.5.3 Reguleringsplan for Holtålen kommune



Figur 28: Kartet viser reguleringsplan for området. Eksisterende vegtrasé er merket med rød linje (Kilde: kommunekart)

Som vist i figur 28 er ikke området kraftig regulert fra kommunens side. Området langs Gaula er i hovedsak regulert til spredt fritidsbebyggelse. Ingen av alternativene som legges frem i denne oppgaven berører LNFR-områder⁶ eller skytefeltet. Dermed er det ingen spesielle hensyn som

⁶Arealer avsatt til landbruk, natur, friluftsliv og reindrift.

må tas i forbindelse med kommunens reguleringsplan.

6.5.4 Forsvarets skyte- og øvingsfelt

Forsvaret har et skyte- og øvingsfelt på 13500 daa i Holtålen. Feltet berører en liten del av planområdet ved Eggafossen på vestsiden av Gaula, se figur 64 på vedlegg 21. Området er aktivt brukt hele året og består av 18 skytebaner. Feltet har vært aktivt siden starten av 80-tallet.

6.5.5 Støy

Støy er i utgangspunktet ikke et stort tema for denne vegen. Det er lite bebyggelse langs strekningen og ÅDT er forholdsvis lav. Da de fleste av alternativene innebærer utbygging av tunnel vil det totale lydbildet med stor sannsynlighet endres til det bedre. Det er imidlertid verdt å merke seg at tunnelåpninger avgir mer støyforurensing enn veg i dagen. En utbedring av vegens standard vil sannsynligvis føre til økt hastighet for trafikanter, noe som igjen fører til høyere lydnivå fra vegen. En økning i hastighet fra 80 til 90 km/t vil medføre en økning i lydtryknivå på 1.3 dB [46].

7 Kostnadsutredning

I denne oppgaven er det foretatt en enkel kostnadsutredning etter SVVs *Prosesskode 1, håndbok R761* og *Prosesskode 2, håndbok R762*. Enhetspriser som benyttes er utarbeidet i samarbeid med *Jostein Rindbø*, vegplanlegger hos Asplan Viak AS avdeling Trondheim. Hensikten med denne er å kunne sammenligne kostnader forbundet med de forskjellige alternativene som et hjelpemiddel for å finne den mest hensiktsmessige løsningen.

Tabell 16: *Enhetspriser*

Kategori		Enhetspris
Enkel utbedring	<i>kr/m</i>	30 000
Utbedring	<i>kr/m</i>	60 000
Bru	<i>kr/m²</i>	25 000
Tunnel	<i>kr/m</i>	120 000

For vegbygging opereres det med to kategorier i denne utredningen. Enkel utbedring og utbedring, der enkel utbedring innebærer oppgradering av vegbredde og utretting av kurvatur på strekninger som ikke krever sprengningsarbeid. Utbedring innebærer oppgraderingsarbeid som krever sprengning, heving av vegbane og etablering av ny veg. Ettersom ingen av alternativene har planskilte kryss beregnes pris på kryss samt stopp- og busslommer som inkluderte i enhetsprisen. Det er ikke tatt høyde for rekkverk, el- og VA-installasjoner og skilting med mer i denne utredningen. Enhetspriser presenteres i tabell 16.

Masseforflytning er inkludert i enhetsprisen for alle alternativer. Det er ikke tatt hensyn til mellomlagring og eventuell borttransportering eller deponering av masser.

Tabell 17: *Påslagsprosjenter*

Kategori	Påslagsprosent
Rigg og drift	15 %
Grunnerverv	5 %
Øvrige kostnader for byggherre	5%
MVA	25 %

I tillegg til dette er det lagt inn påslagsprosjenter for rigg og drift, grunnerverv, øvrige kostnader for byggherre og MVA. Disse er satt til en fast verdi for alle alternativene. Verdier for påslagsprosjenter vises i tabell 17.

7.1 Kostnadsestimering og usikkerhet

Ettersom denne kostnadsutredningen i hovedsak skal illustrere forskjellen mellom alternativene, ser man ikke på alle aspekter forbundet med vegbygging. Dette medfører at resultatet av kostnadsutredningen har stor usikkerhet for det enkelte alternativ.

Det er ikke beregnet i hvilken grad de forskjellige alternativene krever grunnerverv. Det vil være naturlig å anta at dette vil variere for de forskjellige løsningene selv om det her opereres med en fast påslagsprosent. Typen tomt som må kjøpes fri vil også være med på å avgjøre prisen for tomten, dermed vil det være knyttet noe usikkerhet til dette punktet.

Det differensieres kun mellom to typer grunnforhold i utredningen, løsmasser og fjell/myr. I virkeligheten vil bildet være noe mer nyansert. Det tas heller ikke hensyn til massebalansen for de forskjellige alternativene.

Kostnader forbundet med omkjøringer i anleggsperioden er ikke medregnet. Dette vil variere veldig for de forskjellige alternativene, men vil ikke påvirke kostnadsrammen i større grad.

For alternativ 1 er ikke kostnaden forbundet med håndtering av flomvann i Gaula regnet inn. Dette fordi man ikke har beregnet størrelse på overvannstunnelen og fordrøyningsbassenget.

Det er ikke tatt hensyn til at det for *Alternativ 3* og *Alternativ 4* må anlegges ny adkomstveg i vanskelig terreng for to gårdsbruk på Åsen. Om dette ikke lar seg gjøre må det foretas grunnerverv på disse.

7.2 Konklusjoner og resultater

Det fullstendige resultatet av kostnadsutredningen presenteres på vedlegg 22.

Alternativ 1 peker seg ut som det rimeligste alternativet etter denne utredningen, med en kostnadsramme på ca. 520 500 000 kr. Denne prisen er nok kunstig lav da kostnader forbundet med håndtering av flomvann fra Gaula ikke er regnet med. Dette vil utgjøre en betydelig kostnad.

Alternativ 2 har en kostnadsramme på ca. 591 000 000 kr og fremstår som det nest rimeligste alternativet. Tar man overvannstunnelen med i betraktningen vil nok dette være det rimeligste alternativet.

Videre får man et hopp på ca. 200 000 000 kr til neste alternativ. Dette skyldes lengre tunneler. For *Alternativ 3* og *4* vil det nok være realistisk å anta at prisen vil være noe høyere grunnet bebyggelsen på Åsen, uten at dette utgjør den store forskjellen. Kostnadsrammene er for

Alternativ 3 ca. 806 500 000 kr og for *Alternativ 4* ca. 909 500 000 kr.

Alternativ 5 fremstår som det dyreste alternativet med en kostnadsramme på ca 1,2 milliarder kroner. Dette alternativet krever mye tunnel samt flere bruer.

Ut i fra denne kostnadsutredningen fremstår alternativ 2 som det mest hensiktsmessige alternativet, tatt i betraktning at kostnader forbundet med overvann i *Alternativ 1* ikke er medregnet.

8 Drøfting

Som et resultat av konsekvensanalysen er det tre alternativer som utpeker seg som aktuelle, *Alternativ 1, 2 og 4*. *Alternativ 1 og 2* baserer seg i stor grad på eksisterende veglinje og vil på den måten kreve små inngrep i naturen. Heller ikke for *Alternativ 4* vil man oppleve store inngrep da de deler av strekningen som legges utenfor dagens trasé ligger i tunnel.

Der *Alternativ 1 og 2* vil kreve stengning av vegen i lengre perioder i anleggsfasen vil *Alternativ 4* kun være stengt under heving av vegbane i nord samt påkobling i begge ender. Stengning vil medføre lange omkjøringer for brukere av vegen, så dette bør unngås i så stor grad som mulig. På grunn av terrenget i området vil det ikke være mulig å lage midlertidige omkjøringer forbi anleggsområdet, med unntak av noen strekninger for *Alternativ 1*. For *Alternativ 2* vil man kunne drive den nye tunnelen samtidig som trafikken går som normalt på den eksisterende traseen.

For *Alternativ 1 og 2* vil man kunne benytte seg av eksisterende tilkomstveg til Åsen. Dette er en stor fordel ettersom anlegging av alternativ trasé opp til området vil medføre en betydelig kostnad sett opp mot samfunnsnyten. Et trolig utfall ved utbygging av *Alternativ 4* er flytting av beboere i dette området. Ettersom dette er gårdsbruk i drift vil dette medføre mye ekstra arbeid samtidig som det vil ha en negativ innvirkning på innbyggere i området.

Alternativ 1 vil kreve omfattende arbeid med sikring av ustabile skjæringer og fyllinger, spesielt i områdets mest rasfarlige strekning. Dette strekket unngås ved valg av *Alternativ 2 og 4*. For *Alternativ 1* vil man heller ikke ta hensyn til problematikken forbundet med flom for andre områder enn strekningen på sørsiden av Svølgjatunnelen. Det er heller ikke utredet hvilke konsekvenser utbygging av en overvannstunnel vil ha for områdene nedstrøms denne.

Reisetiden for brukere av vegen etter ferdigstilling vil være relativt lik for alle alternativer. Det vil imidlertid være vanskelig å anlegge omkjøringsmuligheter for tunnelene i *Alternativ 2 og 4*. Ved å utvide områdene rundt tunnelportalene for disse, vil man kunne lage en bomregulert omkjøring via den eksisterende traseen. Dette innebærer imidlertid at denne vegstrekningen må vedlikeholdes, selv om man vil kunne gjøre det ved en lavere vegklasse enn dagens situasjon. Man vil i tillegg måtte utbedre ustabile fyllinger og skjæringer på eksisterende veg.

Økonomisk sett er det ikke så stor forskjell på *Alternativ 1 og 2*, spesielt ettersom man må anta en stor kostnad forbundet med utbygging av overvannstunnel og fordrøyningsmagasin for *Alternativ 1*. *Alternativ 4* vil være ca. dobbelt så dyrt som *1 og 2* og man kan dermed sette spørsmålsteget ved om gevinsten for dette alternativet står i stil med den ekstra kostnaden sett i

et samfunnsøkonomisk perspektiv.

Et usikkerhetsmoment forbundet med *Alternativ 1* er kravet om at 50% av eksisterende vegareal må bestå ved utbedringsstandard. Det er ikke foretatt finberegning av dette da kun valgte alternativ skal prosjekteres i denne oppgaven. Det er imidlertid grunn til å anta at dette kravet ikke vil oppfylles.

På bakgrunn av dette ser man flere fordeler ved alle alternativene. Det største fordelen med *Alternativ 4* er den begrensede perioden med stengning av vegen. På grunn av de svært lange omkjøringsmulighetene vil stengning medføre store kostnader for brukere i tillegg til å være en stor ulempe. *Alternativ 4* er imidlertid så mye dyrere enn de andre alternativene at det forkastes av den grunn.

Alternativ 1 kommer best ut av konsekvensanalysen men kostnader forbundet med overvannstunnelen samt det faktum at vegen fortsatt vil ligge i flomsonen på store deler av strekningen gjør dette til et lite egnet alternativ. Tar man i tillegg hensyn til usikkerheten forbundet med bruk av eksisterende vegareal ved utbedringsstandard kan dette alternativet utelukkes helt.

Dermed står man igjen med *Alternativ 2* som det mest gunstige. Her heves vegbanen over flomnivå i de områder det er nødvendig, man unngår det mest rasfarlige området og beboerne på Åsen beholder sin adkomstveg, samtidig som det er blant de rimeligste alternativene.

9 Dimensjonering av overbygning

9.1 Veg i dagen

Overbygningen på Fv30 er dimensjonert for veg med bituminøst dekke etter krav definert i Statens vegvesens håndbok N200.

Ved dimensjonering av overbygning antas det at stedlige masser som f.eks. knust berg benyttes. Disse skal være sortert og ikke inneholde mer enn 7,0% finnstoff, regnet i forhold til mengden av materiale mindre enn 90mm. Samtidig skal andelen finnstoff mindre enn 0,063mm minst være 1,0%. Et krav er at største steinlengde på knust berg i frostsikringslaget ikke overstiger halve lagtykkelsen. Ved bruk av knust berg antas vanninnholdet å være 2,0% [5, Tabell 521.1, s.149].

Parametre brukt for dimensjonering av vegens overbygning er som følger:

- Dimensjonerende trafikkbelastning, N - summen av ekvivalente 10 tonns aksler per felt i dimensjoneringsperioden
- Andel tunge kjøretøy er lik 13%, $\text{ÅDT-T}_{2040} = 1887 \cdot 0,13 = 245$
- Dimensjoneringsperiode - 20 år
- Trafikkvekst på 11%⁷
- Trafikkmengde - $\text{ÅDT}_{2040} = 1700 \cdot 1,11 = 1887$
- Grunnforhold og klimatiske forhold der vegen skal bygges

I de neste kapitlene angis framgangsmåte og beskrivelse av hvordan man har kommet frem til overbygningstykkelse på strekningen.

9.2 Dimensjonerende telefarlighetsklasse

Som nevnt er det ikke foretatt grunnundersøkelser for denne strekningen. Dermed foretas alle beregninger mhp. telefarlighetsklasse på bakgrunn av informasjon hentet fra kvartærgeologiske kart.

Grunnforholdene i planområdet er noe varierende med hovedandel av breelavsetninger, morenemateriale og fjellmasse. Fjell- og bergskjæringer klassifiseres med telefarlighetsklasse T2

⁷Hentet fra rapport Rute 30 - Forprosjekt Bompengfinansiering Fv30 Støren-Røros [47]

og bæreevnegruppe 3. Dette tilsier litt telefarlig, men ikke så mye at det er behov for frostsikring. Morenemasser og breelavsetninger klassifiseres som *T3*-materiale i bæreevnegruppe 5. Streknings på dette underlaget skal frostsikres. Vurderingene er gjort ut ifra *Tabell 512.3* i håndbok N200.

9.3 Dimensjonerende trafikkbelastning

Forventet trafikkvekst er 11% for en periode på 20 år. Dette medfører en årlig forventet trafikkvekst på 0,5%⁸. Dette medfører at strekningen tillegges trafikkgruppe B med $\dot{A}DT_{2040} = 245$ med en tillatt akselast på 10 tonn. Estimering av trafikkgruppe ble utført ved hjelp av diagram og ligning presentert på vedlegg 23 hentet fra håndbok N200.

9.4 Dimensjonerende frostmengde

Registrerte frostmengde som statistisk sett kun overskrides en gang over en 10-årsperiode er $F_{10} = 26\ 000h^{\circ}C$ [5, Vedlegg 1 - Årsmiddeltemperatur og frostmengder]. Kommunens minimale/maksimale korreksjonsfaktor er 0,74/1,30. Disse faktorene gir uttrykk for variasjoner i statistiske frostmengder i kommunen. I denne oppgaven korrigeres frostmengden med en faktor på 1,25. Dette gir en dimensjonerende frostmengde lik $33\ 000h^{\circ}C$.

9.5 Vegdekke og bærelag

9.5.1 Dekkelag

I henhold til figur 71 på vedlegg 24 skal dekket bestå av 3,5cm slitelag og 3,0cm bindelag. Valgt materiale i vegdekket er varmblandet asfalt med vegbitumen, kvalitet PBM 50/70-160/220.

9.5.2 Bærelag

Trafikkgruppe B gir fem typer aktuelle bærelag (se figur 72 på vedlegg 24):

1. 10cm asfaltert grus (Ag)
2. 6cm Ag over 7cm asfaltert pukk (Ap)
3. 6cm Ag over 10cm knust asfalt (Ak)
4. 6cm Ag over 7cm gjenbruksasfalt⁹ (Gja)

⁸Resultat er basert på følgende: $\dot{A}DT_{20} = \dot{A}DT_{na} \cdot p^{20} \Rightarrow p = e^{\frac{1}{20} \cdot \ln 1.11} = 1,0052 \Rightarrow p = 0.5\%$

⁹Bruken av Gja bør vurderes i hvert enkelt tilfelle

5. og 6cm Ag over 10cm knust fjell (Fk)

I denne oppgaven velges bærelag bestående av 6cm Ag over 7cm Gja. Lastfordelingskoeffisienter for disse er hentet fra figur 73 på vedlegg 24 og fremstilles i tabell 18. Det velges gjenbruksasfalt i nedre bærelag av miljømessige hensyn dersom den foreslåtte vegen skal ligge over eksisterende veg og den gamle vegens dekke kan skrapes av.

Tabell 18: Beregning av bærelagsindeksen

Lag	Lagtykkelse	Lastfordelingskoeffisient	Del-resultat
Slitelag	3,5cm	× 3,00	= 10,5
Bindelag	3,0cm	× 3,00	= 9,0
Bærelag - øvre (Ag)	6,0cm	× 3,00	= 18,0
Bærelag - nedre (Gja)	7,0cm	× 1,75	= 12,25
<i>Total tykkelse:</i>	19,5cm	<i>BI_{total}:</i>	49,75

Den totale bærelagsindeksen, BI_{total} , estimert i tabell 18, er mer enn kravet på 45 presentert i figur 72 på vedlegg 24. Dette gir en samlet tykkelse for slite-, binde- og bærelag på 19,5cm.

9.6 Overbygningstykkelse, forsterkningslag og frostsikring

9.6.1 Frostsikring med knust fjell

Ved dimensjonering av overbygningens tykkelse skal knust, ikke telefarlig fjell benyttes både i forsterknings- og frostsikringslag.

I samsvar med figur 75, skal total overbygningstykkelse være 2,20m ved frostmengde $F_{10} = 33\ 000h^{\circ}C$. Siden årsmiddeltemperaturen i Holtålen kommune er $2,3^{\circ}C$, skal verdien for overbygningstykkelse justeres med en korreksjonsfaktor på 1,1275. Beregning av korreksjonsfaktor er utført på vedlegg 25, ligning 9. Etter justering med korreksjonsfaktor blir forventet frostdybde 2,5m, men ved bruk av tabell 520.1 i håndbok N200 fremkommer det at maksimal¹⁰ overbygningstykkelse skal være 1,8 meter.

Dersom vegen bygges over grunnforhold med telefarlighetsklasse T2 (bart fjell), er det ikke behov for frostsikringstiltak.

¹⁰Med "maksimal" menes at den angitte tykkelsen normalt er tilstrekkelig for å unngå uakseptable telehiv selv om frostdybden er større. Dette fordrer at materialer tilfredstiller kravene slik at det ikke oppstår deformasjoner i vegkonstruksjon som følge av telehiv [5, s.147]

9.6.2 Forsterkningslag

I henhold til figur 72 tilhører forsterkningslag av knust fjell i fylling over bergskjæring telefarlighetsklasse T2 og bæreevnegruppe 3. Dette gir et forsterkningslag på 30cm. Dersom man kan bruke materialer fra tunnelen, f.eks. knust fjell (pukk), kan tykkelsen på forsterkningslaget reduseres med ca. 3cm. Dette fordi lastfordelingskoeffisienten for slike materialer er 1, 1, se figur 73. I denne oppgaven dimensjoneres forsterkningslag over sprengt fjell med tykkelsen 30cm.

Løsmassene på strekningen tilhører telefarlighetsklasse T3 og bæreevnegruppe 5. Som følge av dette skal forsterkningslaget være minst 60cm. Forsterkningslagets tykkelse kan reduseres dersom pukk benyttes, dette på grunn av lastfordelingskoeffisienten på 1, 1, figur 73. I denne oppgaven dimensjoneres forsterkningslag på løsmasser med tykkelsen 60cm.

9.6.3 Frostsikringslag

I samsvar med Statens vegvesen skal alle veger med ÅDT større enn 1500 i åpningsåret og telefarlige grunnforhold (telefarlighetsklasse T3 og T4) frostsikres. Forstsikringstiltak skal benyttes der problemer knyttet til ujevne telehiv kan forventes [5, s.147].

Ettersom vegens overbygning over løsmasse skal bestå av 19,5cm bærelag og 60cm forsterkningslag, blir den nødvendige tykkelsen på frostsikringslaget 1,01¹¹ meter.

9.6.4 Kontroll mot anleggstekniske forhold

Ifølge håndbok N200 bør tykkelsen på frostsikringslaget oppfylle minimumskravene med hensyn på anleggstekniske tiltak dersom materialtyper i grunn er av telefarlighetsklasse høyere enn T2. Disse er presentert i figur 74 på vedlegg 24. Siden vegen i enkelte strekninger skal ligge på både breelavsetninger og morenmateriale med telefarlighetsklasse T3, bør minimumstykkelse på nederste lag mot undergrunn være 30cm. Ettersom den estimerte tykkelsen til frostsikringslaget er 1,01m er kravene for anleggstekniske forhold oppfylt.

9.6.5 Kontroll av styrkeindeks

Figur 72 angir at tykkelsen på forsterkningslaget over morenmaterialet med telefarlighetsklasse T3 minst bør være 60cm, 30cm dersom forsterkningslaget ligger over fjellmasse. Dette gir følgende krav til styrkeindeksen:

¹¹1, 80m – 0, 195m – 0, 60m = 1, 01m

- $SI_{L\emptyssmasse, T3, krav} = 45 + 60 = 105$
- $SI_{Fjell, T2, krav} = 45 + 30 = 75$

Ved bruk av lastfordelingskoeffisienter fra figur 73 på vedlegg 24, er den estimerte¹² styrkeindeksen for vegkonstruksjonen:

- $SI_{L\emptyssmasse, T3, estimert} = 49,75 + 60 \cdot 1,1 + 101 \cdot 1,0 = 216,75$
- $SI_{Fjell, T2, estimert} = 49,75 + 30 \cdot 1,1 = 82,75$

Kravet til styrkeindeks er dermed oppfylt for begge tilfeller.

9.7 Oppsummering

Resultatet av overbygningsdimensjonering presenteres i tabell 19 og illustreres på figur 29.

Tabell 19: *Total beskrivelse av overbygning, mål i cm (TFK = telefarlighetsklasse)*

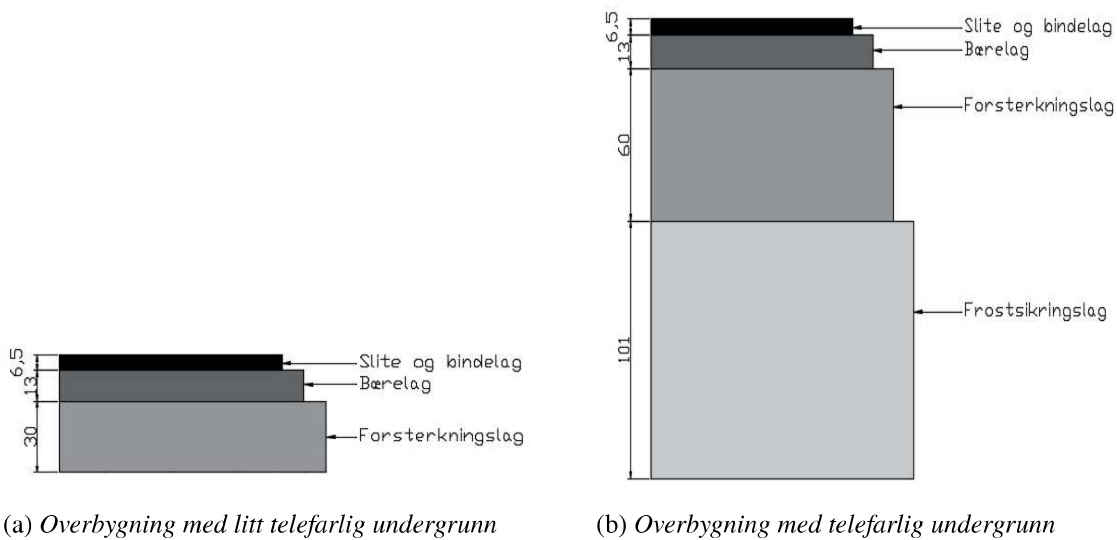
	Materialer	TFK = T2	TFK = T3
Slitelag	Ab	3,5	3,5
Bindelag	Ab	3,0	3,0
Bærelag - øvre	Ag	6,0	6,0
Bærelag - nedre	Gja	7,0	7,0
Forsterkningslag	Knust fjell 0/90	30	60
Frostsikringslag	Knust fjell 0/90		101
Total overbygningstykkelse:		49,5	180,5

9.8 Veg i tunnel

Ifølge håndbok N200 skal overbygning for veg i tunnel dimensjoneres etter de samme regler som for veg i dagen. Dimensjonering av overbygning for veg i tunnel gjøres i samsvar med håndbok N500. De forhold som er av betydning er som følger:

- kostnader under anleggsarbeid,

¹² $SI_{Beregnet} = \text{Dekke og bærelag} \times a + \text{Forsterkningslag} \times a + \text{Frostsikringslag} \times a$



Figur 29: Total overbygning for vegen i dagen over telefarlig og litt telefarlig undergrunn

- dimensjonerende frostmengde,
- plassering av installasjoner,
- grøftedybder,
- fundamenteringsnivå for valgt frostnivå.

Dimensjonerende frostmengde som overskrides statistisk sett 1 gang i løpet av en 10-års periode er $F_{10T} = 33\ 000h^{\circ}C$ for planområdet.

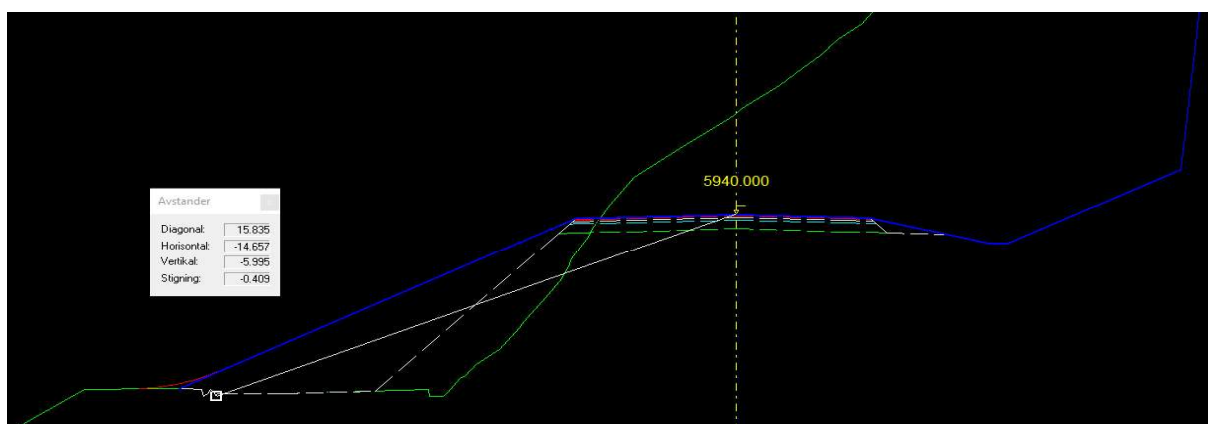
I denne oppgaven er det kun linjeføring som prosjekteres i forbindelse med tunnel.

10 Beskrivelse av valgt alternativ

10.1 Veg i dagen

Vegen prosjekteres etter dimensjoneringsklasse H_01 med to felt og total vegbredde på 7,5m. Vegen har breddeutvidelser der horisontalkurveradius er mindre eller lik 500 meter. Breddeutvidelser er beregnet av Novapoint.

Heving av vegbanen krever nye, høye fyllinger. Dette er nødvendig for å håndtere problematikken forbundet med høy vannføring i Gaula ved flom, spesielt ved Svølgjatunnelen og den nordlige delen av strekningen. Figur 30 viser profil 5940. Her er vegen løftet ca 6m over eksisterende veglinje. I tillegg er den flyttet ca 14m østover for å unngå at nye fyllinger går ut i elva. Hevingen av vegbanen starter i profil 1360, ved Bukkrønningen. Hevingen starter noe før eksisterende veglinje ligger under kritisk nivå for å unngå for bratt stigning. Hevingen fortsetter gjennom Svølgjatunnelen, forbi Åsbrua og frem til den nye tunnelen ved Tamlaget. Vegen vil også i nord gradvis legge seg på samme nivå som eksisterende veg før påkobling til eksisterende veglinje.



Figur 30: Ny-prosjektert vegen ligger ca. 6m høyere enn eksisterende veg i profil 5940

Vegen prosjekteres med asfaltert skulder med bredde på 0,75m. De deler av strekningen med behov for rekkverk får et rekkverksrom på 0,75m. Dette kommer i tillegg til vegskulderen.

Veglinjens stigning i lengdeprofilet ligger i hovedsak over 1% med noen unntak. Disse er strekningen over Eidet bru, pga. tilpansing til eksisterende veglinje, sør for Svølgjatunnelen, lavbrekk går til høybrekk og ved påkoblingen til eksisterende ved i nordlig ende. Største stigning er 2,61% i området mellom Bukkrønningen og Svølgjatunnelen.

10.2 Tunnel

Strekningen får to tunneler.

- Svølgjatunnelen fra profil 3974 til profil 3512
- Ny tunnel (Øyatunnelen) fra profil 4173 til profil 5224.

I Svølgjatunnelen heves senterlinjen ca. 4m for å unngå flomvann i tunnelen ved 200-årsflom (dimensjonerende flommengde). I horisontalplanet ligger tunnelen på eksisterende linje. Figur 31 viser senterlinjen gjennom tunnelen i vertikalplanet.



Figur 31: Vertikal linjeføring - illustrasjon av den nye høyden ved innløp og utløp av eksisterende Svølgjatunnel i rødt. Eksisterende vegen ligger nær terrenget - gul linje.

Øyatunnelen har innløp ved Tamlaget, noe som kan medføre økt støyforurensning for dette området. Tunnelen er 1051 meter og kommer ut ved Eggafossen. Tunnelportalen tilpasses slik at den i størst mulig grad treffer en fjellvegg vinkelrett for å redusere naturinngrep.

Ettersom tunneler ikke prosjekteres i denne oppgaven presenteres kun senterlinjene for disse på C-tegningene. Tunnelene prosjekteres fra det punkt der overdekningen er 10m i alle portaler.

I horisontalplanet krysser senterlinjen den eksisterende jernbanelinjen ca. i profilene 4275 og 4960. I profil 4275 ligger senterlinjen ca. 307moh., men jernbanelinjen ligger ca. 380moh.. Dette gir en tilstrekkelig overdekning på rundt 73 meter. I profil 4950 ligger senterlinjen 295moh.. Overdekningen er på ca. 81m ettersom jernbanelinjen ligger 376moh..

10.3 Bussholdeplass, stopplommer og raste plass

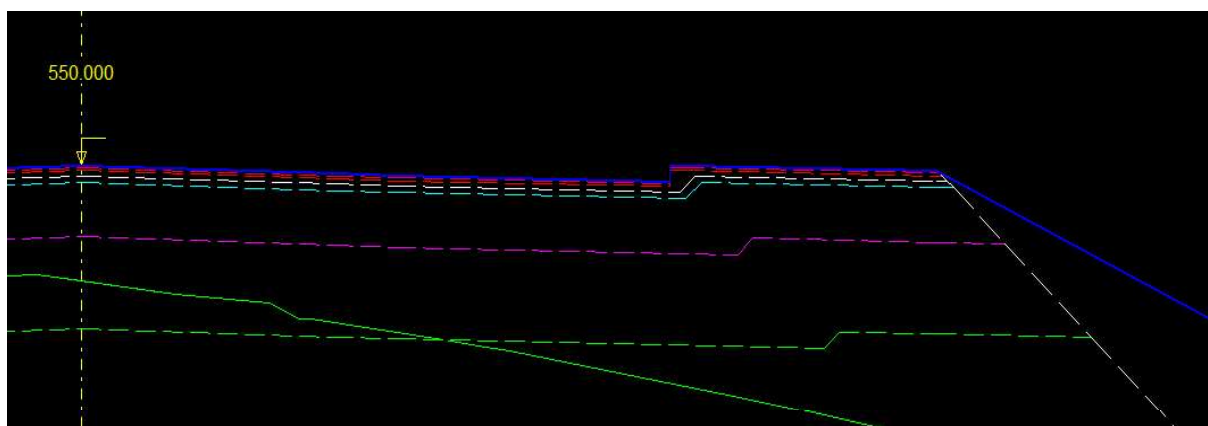
Bussholdeplass og stopplommer er prosjektert på følgende strekninger:

- Venstre side:
 - Busslomme - profiler 375 - 450
 - Stopplomme - profiler 6520 - 6600
- Høyre side:

- Busslomme - profiler 515 - 590
- Stopplomme - profiler 3900 - 3980

Bussholdeplassene legges inn på samme plass som i eksisterende situasjon. Dette fordi plasseringen er gunstig med tanke på vegens stigning og siktkrav forbundet med trafikksikkerhet, se kapittel 10.3.1 for siktberegninger. Begge busslommer utformes med kantstein og venteplattform med helning på 2%.

For å øke overbygningens kapasitet ved busslommen projekteres det overgang i overbygningen slik figur 32 viser. Ved å utforme overbygningen på denne måten vil man oppnå gode lastfordelende evner etter som lasten forplantes gjennom lagene med en vinkel på 45grader.



Figur 32: Lastkapasiteten til busslommen vil øke ved kantstein dersom overgagen fra busslomme til venteareal forlenges og lastfordelingen forplantes med en vinkel på 45-grader

Det anlegges en stopplomme på østsiden av vegen ved Tamlaget (høyre side sett i profileringsretning). Denne stopplommen skal ha dobbel funksjon. Selv om det i håndbok N100 sies at det ikke skal legges til rette for parkering lags denne typen veg, er dette vurdert som det beste alternativet for å sikre tilgang til Tamlaget. I den nordlige enden vil eksisterende tilkomstveg til området kobles til. Det vites ikke i hvilken grad dette området besøkes, og dermed er ikke dette tatt hensyn til i prosjekteringen av stopplommen.

Det plasseres også en stopplomme på vestsiden av vegen (venstre side i profileringsretning). Denne lommen sammenfaller med stopplomme på eksisterende veg. Dette fordi plasseringen er gunstig både med med hensyn på sikt og grunnforhold. Denne kan ved behov projekteres med bredde inntil 10m.

Utforming av sideanlegg følger krav definert av Statens vegvesen. Busslomme er prosjektert for stopp av en buss av gangen og har en lengde på 75m. Den totale lengden av hver stopplomme er 80m, slik beskrevet i kapittel 3.10.5.

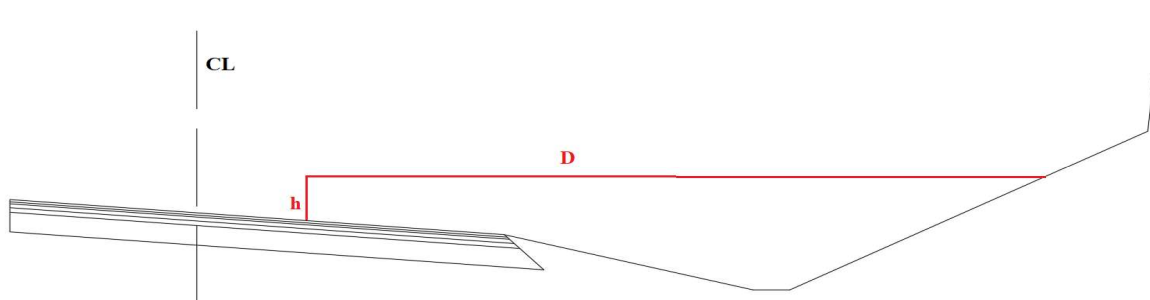
Eksisterende rasteplass ligger allerede godt plassert ved Eidet bru med utsikt til Hyttfossen. Som følge av bergskjæring langs vegen ligger den beskyttet med tanke på støyforurensing fra vegen. Ny veg ligger i samme høyde som eksisterende ved inn- og utkjørsel fra rasteplassen, noe som medfører at det ikke er behov for endringer. På bakgrunn av dette planlegges det ikke ny rasteplass for strekningen.

10.3.1 Siktkontroll

Siktkontroll skal utføres fordi dimensjoneringstabell for hver dimensjoneringsklasse presenterer stoppsiktslengder med stigning lik null, men stigningen i planområde varierer.

Siktkontroll langs strekningen er gjennomført i Novapoint. Denne ga godkjent for alle strekninger med unntak av tunnelene. Dette fordi tunnelene fremstår som brudd i linjeføringen.

Ettersom i profilet 1410 ble det linjeført sirkelkurve med minste tillatte radius, $R_{min} = 225m$, er det utført siktkontroll i dette profilet. Beregninger i samsvar med figur 33 er som følger:



Figur 33: Skisse av tverrprofil i profil 1410 for beregning av siktkontroll

- Nødvendig avstand, B , i profilet $B = \frac{L^2}{8R} = \frac{105^2}{8 \cdot 225} = 6,125m$
- Øyehøyde: $h = \frac{1}{2} \times (a_1 + a_2) = \frac{1}{2} \times (1,10 + 0,25) = 0,675m$
- Avstand D :

$$D = (4,2 - 1,5) + (0,85 \times 4) + 0,5 + (1,741 \times 0,5) = 2,70 + 3,40 + 0,5 + 3,48 = 10,08m$$
- Ettersom $B < D \quad \Rightarrow \quad OK \text{ stoppsikt i profil 1410}$

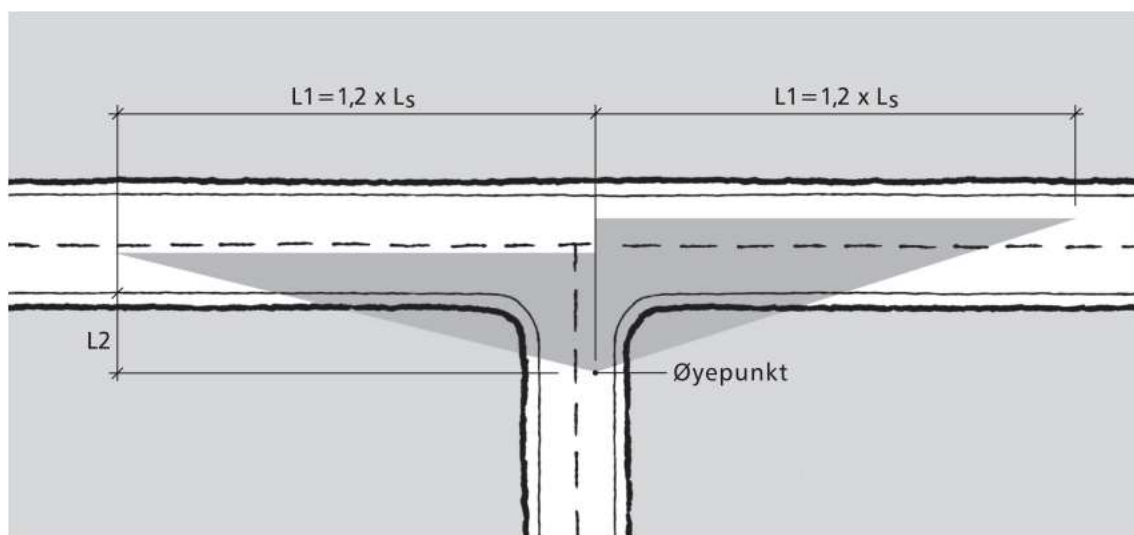
Stopsikt:

Etter samtale med veileder ble det bestemt at verdier oppgitt i dimensjoneringstabell skal benyttes i henhold til Asplan Viaks praksis. For siktberegninger vil derfor verdier fra *Tabell C.3* i håndbok N100 benyttes. Stoppsikt for strekningen blir da $105m$ med et tillegg på $15m$ ved fall og et fratrekk på $10m$ ved stigning.

Sikt i T-kryss:

Ved kontroll om sikt i T-kryss tilfredstiller kravene for H_0 1-veg antas at sikthindringer plassert nært krysset er ikke høyere enn $0,5m$ [26, s.48].

Krysset mellom Åsvegen og Fv30 planlegges som et forkjørregulert T-kryss i henhold til håndbok N121. Dette medfører et siktkrav tilsvarende $L_s \times 1,2$. Siktkravene forbundet med et slik kryss presenteres i figur 34.



Figur 34: Siktkrav i forkjørregulerte T-kryss. Hentet fra håndbok V121

Dette gir:

- $L1 = L_s \times 1,2 = (105m + 15m) \times 1,2 = 144m$
- $L2 = 10m$ (Hentet fra tabell 3.6, V121[26])

10.4 Rekkverksrom

Strekninger med behov for rekkverk på venstre og høyre side presenteres i tabell 20 og 21. Som det fremkommer av tabellene får man ca. $2,3km$ med rekkverk på venstre side og $280m$ på høyre. Hovedårsaken til at rekkverk kreves på venstre side er vegens beliggenhet nær Gaula. Enkelte steder får man på denne siden fyllinger som ikke oppfyller krav satt for å unngå at de går i elva. For strekninger med for bratt fylling er det prosjektert inn rekkverk. På høyre side kommer rekkverk som følge av fyllinger høyere enn $3m$ med skråningsforhold 1:2.

Tabell 20: Plassering av rekkverk - venstre side i profileringsretning

Profil		Helning	Lengde [m]	Kommentar
Fra	Til			
820	850		30	Høy fylling
1106	1209		103	Bru
1209	1330	1:2	121	Høy fylling på bratt terreng
1470	1606		136	Kort avstand til vann
2136	2850	1:2	714	Høy fylling på bratt terreng
2850	2920		70	Kort avstand til vann
3566	3622	1:2	56	Høy fylling på bratt terreng
3622	3658	1:1,5	36	Høy fylling på bratt terreng
3658	3836		178	Stabil støttemur kreves pga. høy fylling og nærhet til Gaula
3836	3873	1:1,5	37	Høy fylling på bratt terreng
3873	4059		186	Lav jordskjæring på bratt terreng
5732	5854		122	Kort avstand til vann
5854	6070	1:2	216	Høy fylling på bratt terreng
6070	6162		92	Kort avstand til vann
6162	6220	1:2	58	Høy fylling på bratt terreng
6220	6254		34	Kort avstand til vann
6254	6420	1:2	166	Høy fylling
Totalt - venstre side:			2355	

Slutt tabell 20

Fra tabell 20 ser man at strekning 3622 - 3873 har behov for brattere fyllingsskråninger enn det er definert på andre fyllinger langs vegen. Dette på grunn av nær beliggenhet til Gaula og ettersom vegen er hevet med ca. 4m, ligger fyllingsfoten med skråningshelning på 1:2 i elven. Slik utformet fylling kan føre til erosjon og ustabil vegkonstruksjon i fremtiden. Av den grunn er det foreslått enkelte strekninger med fyllingsskråning på 1:1,5, men fra profil 3658 til profil 3836 har behov for enda brattere skråning. Skråningens helning bør være 1:1 eller brattere og derfor vil man si at det er behov for stabil støttemur under vegkonstruksjon.

Tabell 21: Plassering av rekkverk - høyre side i profileringsretning

Profil		Helning	Lengde [m]	Kommentar
Fra	Til			
510	682	1:2	172	Høy fylling
776	876	1:2	100	Høy fylling
3736	3744	1:2	8	Høy fylling
Totalt - høyre side:			280	

10.5 Bru og kryssløsninger

Eidet bru beholdes som den ligger i dag. Ut ifra den informasjon som er tilgjengelig ligger det en kurve ute på bruene, selv om dette ikke er i henhold til krav/anbefalinger for bru. Dette for å unngå tverrfallsendring på brua. Dersom man skulle konstruert en ny bro etter gjeldende dimensjoneringskrav på samme plass ville dette fått konsekvenser for den etterfølgende strekningen nord for brua. Man ville da måtte rive gården på Klingenberg og utformet høye skjæringer i dette området. Brua prosjekteres derfor med en klotoide på den nordlige enden, slik den fremstår i dag, noe som medfører at man kan unngå store inngrep nord for bruene. Dette gjøres i samråd med ekstern veileder. Bruens lengde er oppgitt til 84m, men fremkommer av tegningene som noe lengre. Dette er gjort av flere årsaker. For å kunne prosjektere vegen etter krav for $H_{\emptyset}1$ -veg vil man få flyllinger som går ut i elva. For å unngå dette vil man måtte etablere en støttemur. Siden denne oppgaven ikke omhandler prosjektering av slike er denne løsningen brukt for å få et renere tegningsgrunnlag

Ettersom strekningen mellom Svølgja- og Øyatunnelen heves vil man måtte tilpasse høyden på Åsbrua for å unngå en stigning fra denne opp til påkobling med Fv30 som ikke tilfredsstiller dimensjoneringskrav. Maksimal stigning fra brua opp mot Fv30 skal altså ikke overstige 3%. Dette er viktig med tanke på sikt i T-krysset som etableres i sammenkoblingen. Det er dette krysset som sørger for tilkomst til bebyggelsen på Åsen. Krysset utformes etter kjøremåte B. Det vil si at dimensjonerende kjøretøy i kryss, vogntog, ikke vil benytte seg av motgående kjørefelt på Fv30 ved avkjøring, men kan benytte seg av motgående kjørefelt på Åsvegen.

Krysset vil plasseres i profil 3950. Dette medfører at siktkrav på 144m overholdes da vegen ligger på fylling, på venstre side sett i profileringsretning, i tilstrekkelig strekning på begge sider av krysset. Horisontalkurveradiusen på stedet er 885m. Ved å plassere krysset i dette profilet vil

også krav til avstand mellom tunnelportal og forkjørsregulert T-kryss, $2 \times L_s = 240m$, oppfylles.

Omlagging av traseen vil kreve nye adkomstveger for noe av bebyggelsen langs vegen. Prosjektering av disse gjøres ikke i denne oppgaven. Bebyggelse som krever ny adkomst er:

- Klingenberg og Storlia i profil 1350
- Bukkrønningen i profil 2220
- Tamlaget i profil 3950

11 Utførte tegninger

Alle tegninger og presentasjoner i denne oppgaven er utarbeidet i henhold til Asplan Viaks praksis og håndbok R700, *Tegningsgrunnlag*. Håndboken angir de krav og anbefalinger som skal følges ved utarbeiding av tekniske tegninger og inneholder en oversikt over alle tegningstyper som skal brukes ved forskjellige prosjekter. Etter avtale med ekstern veileder vil det være noen avvik fra R700. Følgende tegninger er utarbeidet i dette prosjektet:

- A-tegning - Forside og tegningsliste
- B-tegning - Oversikt - plan og profil
- C-tegning - Primærveg - plan og profil
- U-tegning - Tverrprofiler hver 50m

Alle tegninger ligger i tegningsheftet.

12 Bruk av droner ved ingeniørgeologiske undersøkelser

Dette kapittelet belyser muligheten for å bruke droner i forbindelse med ingeniørgeologiske undersøkelser. For å begrense omfanget noe ble det valgt å fokusere på forundersøkelser i forbindelse med Q-metoden. Droner brukes allerede i vegprosjekter og i ingeniørgeologisk sammenheng.

12.1 Bakgrunn

Droner brukes, som nevnt, allerede i veg- og byggeprosjekter. Dette kan være som grunnlag for visualisering, som grunnlag for prosjektplanlegging, til landmålinger og inspeksjoner og til å foreta volumberegninger med mer. Ved å benytte droner til slike oppgaver vil man spare både tid og penger sammenlignet med å la personell samle inn informasjonen manuelt. Det vil være spesielt gunstig i områder med ulendt terreng der det kan være vanskelig og farlig å ferdes. Det er imidlertid ikke registrert bruk av droner i forbindelse med ingeniørgeologiske undersøkelser til klassifisering av bergmasser. Hvorfor dette ikke gjøres og hvorvidt noen har forsøkt vites ikke. I dette kapittelet vil vi se nærmere på muligheter og begrensninger ved bruk av drone til slike oppgaver og spesielt ved bruk av Q-metoden.

12.2 Presentasjon av Q-metoden

Metoden som beskrives er Q-metoden og informasjonen er hentet fra NGIs hefte *Bruk av Q-systemet* [48].

12.2.1 Generelt

Q-metoden ble utviklet av NGI tidlig på 1970-tallet og er senere oppdatert samt at datagrunnlaget er utvidet. Metoden er en av de mest brukte og best dokumenterte klassifiseringssystemene for bergmasser.

Ved å bestemme 6 bergmasseparametre i tunneler og bergrom kan en Q-verdi for hver bergmasse regnes ut. Denne verdien gir en beskrivelse av bergmassens kvalitet som kan relateres til stabiliteten i tunneler og bergrom. Ved sammenligning med erfaringsdata fra tidligere anlegg kan man lett kunne finne ut hvilken sikring som tidligere er brukt i tilsvarende bergmasser.

Sikringen av anlegget vil utgjøre en stor del av kostnadene forbundet med tunelen. Ved å gjøre en grundig kartlegging på forhånd vil man kunne ta et valg basert på et økonomisk aspekt. I tillegg til dette vil man kunne sikre at anlegget kan utformes på beste måte.

Metoden kan brukes under selve anleggsarbeidet men også ved forundersøkelser og planlegging av nye anlegg. Det er i denne forbindelse metoden her kobles inn.

Ved bruk av metoden i forundersøkelser vil det kunne være relativt stor usikkerhet knyttet til bestemmelse av enkelte parametre men det kan likevel være til stor hjelp å anslå en Q-verdi.

Metoden angir en Q-verdi, som sier noe om stabiliteten i bergmassen. Høy Q-verdi tilsier god stabilitet og dermed mindre behov for sikring. Q-verdien beregnes ut ifra ligning 3:

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \times \frac{J_r}{J_a} \times \frac{J_w}{SRF} \quad (3)$$

der:

- RQD = Oppsprekkingstall (Rock Quality Design)

Regnes ut på grunnlag av antall sprekker per m^3 .

- J_n = Tall for sprekkesett

Et sprekkesett defineres som parallelle sprekker som opptrer systematisk med en karakteristisk avstand.

- J_r = Sprekkeruhetstall

Beskriver om friksjonsforholdene langs sprekkeflaten er bølget, plan, ru eller eller glatt.

- J_a = Tall for sprekkefylling

Beskriver fyllingen i bergsprekker. Hva fyllingen består av er avgjørende for friksjonen langs sprekkeflaten.

- J_w = Sprekkvannstall

Vann i sprekkefyllingene vil kunne påvirke mineralfylling slik at den blir glattere og svakere. Høyt vanntrykk kan nedsette normalkraften på sprekkeflaten slik at blokker kan gli ut.

- SRF = Spenningstall (Stress Reduction Factor)

Beskriver forholdet mellom bergspenninger og bergartsstyrken i et bergrom. SRF er forholdet mellom bergartens enaksiale trykkstyrke og største hovedspenning eller forholdet mellom maksimal tangentialspenning og enaksial trykkstyrke.

Til forundersøkelser med Q-metoden kan man ved kartlegging av bergblotninger i dagen danne seg et bilde av bergmassekvalitetene dypere i berget. Ved kartlegging i dagen kan man bestemme parametrene RQD , J_r , J_n og J_a . De resterende parametrene, J_w og SRF settes normalt lik 1 ved kartlegging i dagen, men er avhengig av bergoverdekningen for eksempelvis en tunnel og kan dermed variere over en lengre tunnelstrekning.

12.2.2 Bruk av Q-metoden til forundersøkelser

Flere av parametrene vil kunne beregnes ved undersøkelser av berg i dagen og/eller nærliggende skjæringer i forbindelse med tidligere prosjekter. I disse undersøkelsene er presisjon svært viktig. Man må ha en nøyaktighet ned til millimeternivå, da spesielt i forbindelse med beregning av parameterene J_r og J_a . RQD og J_n vil kunne beregnes visuelt ved overflaten da dette ikke er like avhengig av presisjon i målinger. Det er imidlertid viktig at man har et koordinatsystem man kan referere til da sprekkesett beregnes ved at man måler retningen for et visst antall sprekker og plotter observasjonene i et stereonett.

En utfordring ved undersøkelser av skjæringer er tilgjengelighet. Dersom skjæringen ligger ved en trafikkert veg vil man måtte benytte seg av utstyr som for eksempel lift for å komme til eller å stå på motsatt side av vegen for å gjøre målinger. I så tilfelle vil man måtte stenge av ett, eller flere felt for å kunne foreta undersøkelser. Ved svingete veg kan slike sperringer kommer overraskende på bilister, selv ved god merking, og kan utgjøre en fare både for trafikanter og de som utfører undersøkelsene. Resultatet av dette er at kun de nederste metrene av skjæringen blir undersøkt, noe som kan føre til et mindre nøyaktig resultat.

12.3 Metode

Grunnlaget for kapittelet er hentet inn via samtaler med:

Navn	Stilling	Firma
Øystein Brujordet	Dronepilot	Trondheim Kommune
Ole Hartvik Skogstad	Siv.ing. Ingeniørgeologi	Asplan Viak AS
Svein Sæterbø	Vegplanlegger/Dronepilot	Asplan Viak AS
Håkon Andresen	Adm. dir.	Geomatikk survey

Da det ikke er anledning til å kjøre tester i felt i forbindelse med denne oppgaven vil den fremstå som en teoristudie der slutninger trekkes på studentenes skjønn på bakgrunn av samtaler med eksterne parter. Det forutsettes at resultatene testes i praksis før endelig konklusjon slutes.

I møte med Øystein Brujordet fikk vi innblikk i hvordan Trondheim eiendom benytter seg av droner i forbindelse med inspeksjon av eiendommer i kommunen, regelverk forbundet med flyving av droner og utfordringer i forbindelse med vær og føreforhold. Det fremkommer av møtet at det er opprettet en egen droneavdeling i Trondheim kommune som et prøveprosjekt. Prosjektet har vært i drift i to år og er fremdeles under utvikling.

12.4 Møter

Trondheim eiendom benytter seg i dag av droner, blant annet, til inspeksjon av hustak. Dette gjøres ved at en drone flys opp og tar bilder av det aktuelle taket. Disse bildene blir deretter inspisert for å avdekke mangler og feil. Brujordet fremhever effektivitet som et viktig aspekt i denne bruken. Fremfor å måtte sperre av en hel gate for å sette opp lift for å sikre tilgang, kan man nå sperre et begrenset landingsområde og operere derifra. Man vil kunne inspirere flere tak fra samme utgangsposisjon, noe som sikrer effektive undersøkelser av større områder på en gang. Bildene som tas av dronen overføres direkte til dronepiloten som på stedet kan gjøre en vurdering om hvorvidt et område må undersøkes nærmere, om det må iverksettes umiddelbare tiltak eller om tiltak ikke er nødvendig. Han viser også til et mulig samarbeid med brannvesenet. Ved brann kan man sende opp en drone og kjapt danne seg et oversiktsbilde fra luften som viser omfang med mer.



(a) *Mavic pro brukes av Trondheim kommune og har en kostnadsramme på ca. 10 000kr*



(b) *Phantom 3 Professional var den første dronen som ble innkjøpt av Trondheim kommune*

Figur 35: *Droner brukt av Trondheim kommune (kilde:produsenten)*

Ettersom flyvingen skjer i kommunal regi er det viktig at operasjonen fremstår som ryddig ovenfor publikum og offentlige instanser. Når man flyr droner er det mange regler og rutiner som må overholdes. Disse er satt av Avinor og omhandler blant annet sertifisering av dronepiloter, avstander til bebygde område, private tomter og luftfartsanlegg og varslingsrutiner ved flyvning. I tillegg til å overholde disse har avdelingen opprettet egne sett med rutiner og regler for å sikre en så smertefri som mulig innføring av ny teknologi i bybildet.

Brujordet viser til utfordringer med bildekvalitet som følge av vær- og lysforhold. Dronene er,

avhengig av modell, forholdsvis stabile, spesielt ved rolige vindforhold. Dette er avgjørende for å få gode bilder, spesielt dersom panoramabilder kreves. Deres erfaring er at lysforhold spiller veldig inn på kvaliteten på bildene. Det kan være en utfordring å få gode nok bilder dersom man får partier med sol og skygge i samme bilde. Han påpeker at utstyret de bruker er standardutstyr som følger med dronen, fig. 35, og sier at man ved å spesialbygge en drone kan få vesentlig bedre utstyr. De har også vurdert å tilknytte seg ansatte med spesialisering på foto.

I møte med Ole Hartvik Skogstad og Svein Sæterbø fikk vi av Sæterbø innblikk i hvordan droner benyttes i vegprosjekter, blant annet i forbindelse med utbyggingen av E6 Trondheim - Melhus over Heimdalsmyra i Trondheim. Her brukes de til å dokumentere fremdrift, for å informere publikum og media samt annen dokumentasjon. De brukes også til mapping. Det vil si produksjon av ortofoto og punktskyer. Disse kan igjen brukes til masseberegninger. Drone brukes også til kontroll av for eksempel avstander mellom KC-peler, fig. 36.



Figur 36: *Bilde tatt fra drone for kontroll av KC-peler. Bilde: Statens Vegvesen*

Også SVV benytter seg av standardiserte droner da de etter evaluering har kommet til at disse er gode nok. De bruker droner av typen Phantom 4 som ligger mellom 10 og 15 tusen i innkjøpspris. Dette representerer en liten investering for firmaet sett opp mot de mulighetene utstyret gir samt den tid de sparer i felt.

Muligheten til å informere publikum og media trekkes også frem. Ved bruk av droner kan man kjapt skaffe oversiktsbilder som kan brukes til å forklare utbyggings- og fremdriftplaner, omkjøringer og lignende, fig. 37.

Etter det Skogstad kjenner til benyttes ikke droner aktivt i forbindelse med klassifisering av



Figur 37: Illustrasjon av ny trasé etter ombygging (Bilde: Statens Vegvesen)

bergmasser. Teknologien benyttes i forbindelse med kartlegging av skredområder og er også brukt til deformasjonsanalyser av bratte fjellsider. Han peker på utfordringer ved å få nøyaktige målinger, spesielt i forbindelse med fastsetting av sprekkeruhetstall og sprekketryll. Dette vil være svært vanskelig å fastslå ut ifra bilder. Han påpeker at det likevell er grunn til å tro at den rivende utviklingen som har vært innen dronebruk og -skanning i de senere år, vil bidra til at det i større grad vil bli tatt i bruk også til ingeniørgeologisk kartlegging av bergmassekvalitet i nær fremtid.

Geomatikk survey benytter seg av droner til å gjøre laserscanninger av områder. I slike skanninger opererer de med en nøyaktighet på 1-3 cm i en flyhøyde på 120 meter over terreng. Andresen sier at absolutt posisjonering vil være vanskelig. Bevegelser i dronen og prosessering i droneposisjonen er hovedårsakene til dette. Dette vil dog ikke være avgjørende for bruk av droner ved Q-metoden da man ikke er avhengig av å vite nøyaktig hvor sprekkene ligger men heller hvordan de er posisjonert i forhold til hverandre og ruheten i overflatene i sprekkåpningen. Videre sier Andresen at man kan måle relative forskjeller ned til millimeternivå.

12.4.1 Bruk av drone

Nøyaktighet vil altså være viktig når man foretar disse undersøkelsene. Ifølge Brujordet vil kvalitet på bilder tatt med drone variere veldig med lys- og vindforhold. Dette er imidlertid en

utfordring som lett kan løses om man er villig til å bruke litt ekstra midler ved innkjøp av droner.

Ved å utstyre drone med laserskanner kan man lage en nøyaktig modell av overflatene i bergsprekken så lenge man har vinkel til å gjennomføre en god skanning. På den måten vil man komme til på plasser det ellers ville vært vanskelig å nå. Man vil også kunne bruke mindre tid i felt da resultatene i hovedsak vil analyseres på kontoret. Dette vil spare bedriften for tid og penger. Ved å analysere flere sprekker enn det man gjorde før vil man også kunne bergets kvalitet med større nøyaktighet, noe som igjen vil kunne føre til færre ubehagelige overraskelser i konstruksjonsfasen.

Ved å benytte seg av drone vil man kun være avhengig av å sperre av en "home base", eller landingssone. Dersom man undersøker skjæringer vil dette gjøre at man slipper å sperre av kjørefelt eller gang-/sykkelveg for bruk av lift. Landingsområdet må, ifølge Brujordet, ikke være et flatt, asfaltert område. Dermed kan man etablere denne ved siden av anlegget uten å sjenere publikum.

Skogstad påpeker også muligheten for en fastmontert scanner fremfor bruk av drone i noen tilfeller, da spesielt ved undersøkelser av skjæringer. Ved en slik løsning vil man kunne dele inn skjæringen i seksjoner og skanne dem i henhold til dette.

12.5 Konklusjon

Ved å utstyre drone med kamera og laserskanner vil man kunne utføre ingeniørgeologiske undersøkelser forbundet med Q-metoden ved hjelp av denne. Man kan ved hjelp av kameraet beregne sprekketall og sprekkeretning samtidig som man ved hjelp av skanneren kan forsøke å måle ruheten i sprekkeflaten samt sprekkefyllingen. Dette forutsetter at man kan fly tett på og at værforholdene ikke gjør dronen for ustabil i luften. Det at man kan etablere en landingssone utenfor vegbanen er en stor fordel da man ikke er avhengig av å hindre trafikkflyten for å undersøke sprekker høyt oppe i skjæringer. Det vil også gjøre det tryggere å undersøke sprekker i skråninger som kan være vanskelig å nå til fots.

Ved bygging av ny tunnel i et område som ikke har skjæringer som kan undersøkes vil man raskt kunne få oversikt over området og identifisere interesseområder med berg i dagen. På den måten vil man raskere kunne nå disse områdene og gjøre de nødvendige undersøkelsene i en operasjon.

Å utstyre en drone med det nødvendige utstyret samtidig som man har god nok batterikapasitet betyr at man må opp i pris sammenlignet med droner med standardutstyr. Denne kostnaden vil

tjenes inn ved bruk da tiden som brukes i felt vil kunne reduseres, som igjen vil føre til raskere analyser.

Bibliografi

- [1] Statens vegvesen. *"Veg- og gateutforming. Håndbok N100"*. Vegdirektoratet, 2017.
- [2] Ingerlise Amundsen. *Vegen i landskapet. Statens vegvesens rapporter*, 2014.
- [3] Nils Kobberstad. "Lokalisering av veglinjer". *TBYG3012 Veg, VA og arealplan*, høst 2018. URL https://ntnu.blackboard.com/bbcswebdav/pid-448761-dt-content-rid-17243914_1/courses/194_TBYG3012_A_2018_H_1/1_Lokalisering%20av%20veglinjer.pdf.
- [4] Statens vegvesen. *"Rekkverk og vegens sideområder. Håndbok N101"*. Vegdirektoratet, 2014.
- [5] Statens vegvesen. *"Vegbygging. Håndbok N200"*. Vegdirektoratet, 2018.
- [6] Nils Kobberstad. "Mengder - kostnadsoverslag". *TBYG2005 Vegbygging og geomatikk*, høst 2017. URL https://ntnu.blackboard.com/bbcswebdav/pid-327617-dt-content-rid-16636131_1/courses/194_TBYG2005_A_2017_H_1/14c_Mengder%20-%20kostnadsoverslag.pdf.
- [7] Norges geologiske undersøkelse. "Landskap - Løsmasser - Infiltrasjonsevne; Holtålen kommune", . URL <http://geo.ngu.no/kart/minkommune/?kommunenr=5026>.
- [8] Carl Bugge. *Den kaledonske fjellkjede i Norge. Norges Geologiske Undersøkelse Nr. 189*, 1954.
- [9] Norges geologiske undersøkelse. "Glimmerskifer", . URL <https://www.ngu.no/emne/glimmerskifer>.
- [10] Statens vegvesen. *"Analyse av ulykkessteder. Håndbok V723"*. Vegdirektoratet, 2014.
- [11] Alena Høye. "1.2 Moteorveger". URL <https://tsh.toi.no/index.html?21686>.
- [12] Gunne Håland. *Geologi skredfarekartlegging langs fv30 støren-røros*, 2014019120-008. 2015.
- [13] Christopher Tunnard and Boris Pushkarev. *Man-made america: Chaos or control?* 1963.
- [14] Ana María Eigen. "Rollover crash mechanisms and injury outcomes for restrained occupants. Report DOT HS 809 894". 2005.

- [15] Sunnevåg Cecilia. Characteristics of nearside car crashes – an integrated approach to side impact safety. 2016.
- [16] Nils Kobberstad. "Sikt og siktkontroll". *TBYG2005 Vegbygging og geometikk*, høst 2017. URL https://ntnu.blackboard.com/bbcswebdav/pid-314172-dt-content-rid-15245924_1/courses/194_TBYG2005_A_2017_H_1/12b_Sikt%20og%20siktkontroll%281%29.pdf.
- [17] Statens vegvesen. *"Premisser for geometrisk utforming av veger. Håndbok V120"*. Vegdirektoratet, 2014.
- [18] Statens vegvesen. *"Vegetasjon i veg og gatemiljø. Håndbok N271"*. Vegdirektoratet, 2014.
- [19] Statens vegvesen. *"Bruprosjektering. Håndbok N400"*. Vegdirektoratet, juni 2015.
- [20] Statens vegvesen. *"Trafikkskilt. Håndbok N300"*. Vegdirektoratet, 2014.
- [21] Statens vegvesen. *"Rasteplasser - Planlegging og utformin. Håndbok 2604"*. Vegdirektoratet, 2000.
- [22] Statens vegvesen. *"Kollektivhåndboka. Håndbok V123"*. Vegdirektoratet, 2014.
- [23] Statens vegvesen. *"Vegoppmerking - Tekniske bestemmelser og retningslinjer for anvendelse og utforming. Håndbok N302"*. Vegdirektoratet, 2015.
- [24] Statens vegvesen. *"Vegtunneler. Håndbok N500"*. Vegdirektoratet, juni 2016.
- [25] Statens vegvesen. *"Linjeføringsteori. Håndbok 265"*. Vegdirektoratet, 2008.
- [26] Statens vegvesen. *"Geometrisk utforming av veg- og gatekryss. Håndbok V121"*. Vegdirektoratet, 2014.
- [27] Statens vegvesen. *"Veg- og gateutforming. Håndbok N100"*. Vegdirektoratet, juni 2014.
- [28] Kartverket. Høydedata. URL <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>.
- [29] Statens vegvesen. *"Konsekvensanalyser. Håndbok V712"*. Vegdirektoratet, 2018.
- [30] Lars Erikstad, Gunnar Halvorsen, Arvid Odland og Tor Spidsø. *"Vegbygging - behov for naturfaglige konsekvensvurderinger"*. Stiftelsen Norsk institutt for naturforskning, Oslo, august 1993.
- [31] Oskar Puschmann. Nasjonalt referansesystem for landskap-beskrivelse av Norges 45 landskapsregioner. *NIJOS-rapport*, 2005.

- [32] Kjell Nordseth. Trøndelag. *LOKALITETER I NORSK GEOTURISME* 7, 2016.
- [33] Holtålen kommune. "Natur og miljø". URL <https://holtalen.kommune.no/>.
- [34] Vigleik Stusdal. Oppfølging av særlig verdifulle kulturlandskap i sør-trøndelag. *Rapport: Holtålen kommune*, 2007.
- [35] Miljødirektoratet. "Inngrepsfri natur". URL <https://www.miljostatus.no/tema/naturmangfold/inngrepsfri-natur/>.
- [36] Gaula Natursenter. Gaula. URL <http://www.gaula.no/sider/tekst.asp?side=61>.
- [37] Midtre Gauldal kommune. "Fangststatistikk", . URL http://www.gaula.no/sider/artikler.asp?mal=fiske_fangstrapport&valgtmenypunkt=150&Vald=-1&year=2016.
- [38] Oslo Economics. Verdier i gaulavassdraget, midtre gauldal kommune i sør-trøndelag. 2000. URL <http://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/201600028/1663852>.
- [39] Direktoratet for mineralforvaltning. "Arter av særlig stor forvaltningsinteresse". URL <https://minit.dirmin.no/kart/>.
- [40] villerein.no. "Nasjonalt villreinområde i europeisk region nord. Forollhogna villreinområde". URL <http://www.villrein.no/forollhogna-2>.
- [41] Interkommunalt Arkiv Trøndelag. "Flom i Gaula". URL <https://www.ika-trondelag.no/flomgaula/>.
- [42] Norsk Skogsmuseum. "Gaula. Noges verste flomelv?". URL http://www.flommer.no/gaula/side.cfm?ID_art=82.
- [43] Henning Weyergang-Nielsen. "Flom i Gaula – i 1940 og 2011". URL <https://museumsordningen.wordpress.com/2011/08/18/flom-i-gaula-i-1940-og-2011/>.
- [44] Redaktør: Steinar Schanche. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak. *Sikkerhet mot skred i bratt terreng*, 2014.
- [45] Redaktør: Graziella Devoli. Plan for skredfarekartlegging. *Delrapport steinsprang, steinskred og fjellskred*, 2011.

- [46] Statens vegvesen. Vegtrafikkstøy. URL <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/miljo+og+omgivelser/stoy>.
- [47] Midtre Gauldal kommune. "Rute 30 - Forprosjekt Bompengefinansiering Fv30 Støren-Røros", . URL <https://einnsyn.mgk.no/Innsyn/RegistryEntry/ShowDocumentFromDmb?registryEntryId=133471&documentId=213394>.
- [48] NGI Stiftelsen Norges Geotekniske Institutt. Bruk av q-systemet. 2015.

Vedlegg

Vedlegg 1 Artikkel

Store ødeleggelser på ulykkesbelastet veg som følge av flom i Gaula i 2011. Vannet ødela vegbanen gjennom Svølgjatunnelen og rev bort Åsbrua. Store områder ble lagt under vann.



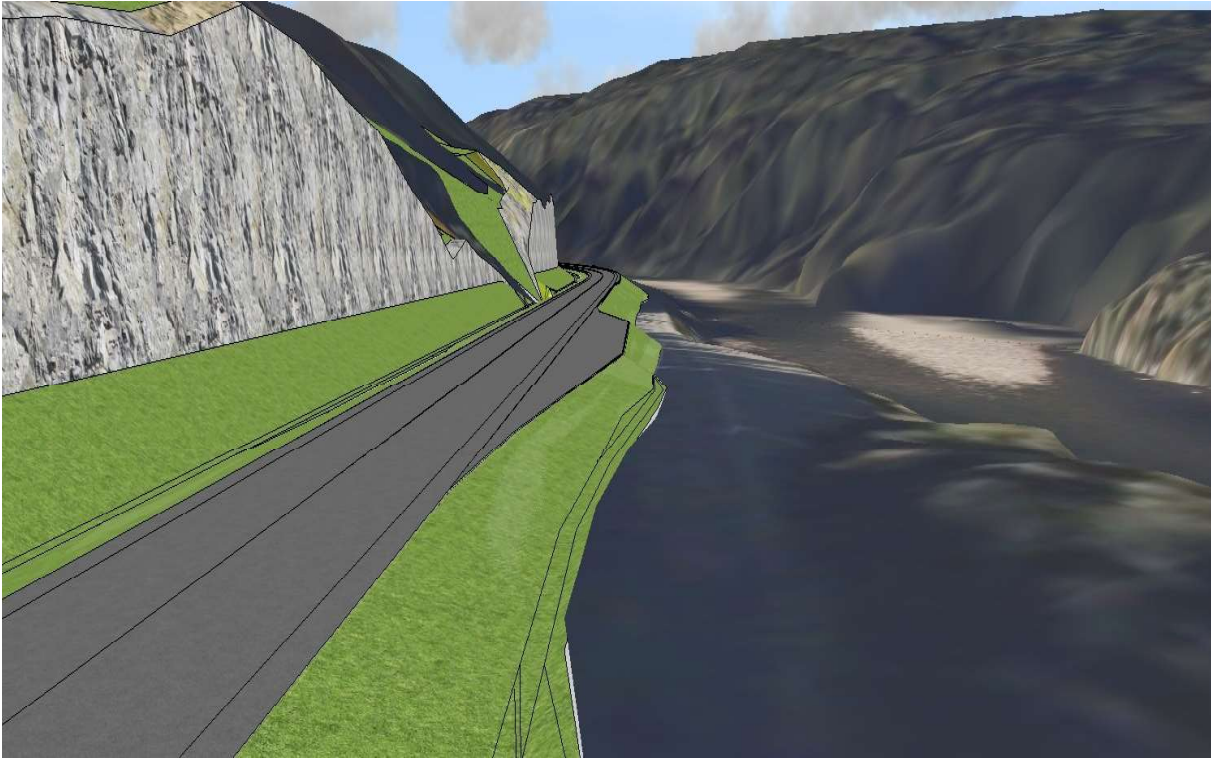
Slik så det ut i Svølgjatunnelen 2011 (Foto: Adresseavisen)

Som følge av dette har studenter ved NTNU fått i oppdrag å finne en alternativ løsning for trafikkavvikling i området. I samarbeid med veileder fra Asplan Viak har studentene produsert fem alternative løsninger der alle har vært utsatt for en konsekvensanalyse og en kostnadsutredning. Kostnadsrammene for de forskjellige alternativene strekker seg fra drøye 500 millioner til 1,2 milliarder. Disse løsningene innebærer nye tunneler, nye bruer og heving av veglinjen.

Ut ifra en samlet vurdering der konsekvenser, kostnad, tilgjengelighet og trafikksikkerhet ble vektlagt har man kommet frem til en anbefalt løsning. For denne løsningen skal vegbanen heves over flomnivå på to strekninger, fra Bukkrønningen til Tamlaget og fra Eggafossen til Fiskøya. Hevingen gjennom Svølgjatunnelen medfører at tunnelprofilen må endres. I tillegg til dette skal vegen legges i tunnel fra Tamlaget frem til Eggafossen. Dette fordi denne strekningen på eksisterende veg er den som, av Statens Vegvesen, er definert som mest utsatt for nedfall fra fjellskjæring.

Slik Fv30 fremstår i dag er det flere deler av vegen som er for smal og har for krappe kurver.

Dette er årsaken til at man har gått bort ifra løsningen som innebærer utbedring av eksisterende veg. SVV stiller krav til at 50% av eksisterende vegareal skal inngå i utbedret veg. Det er dette, samt at denne løsningen ikke tar hensyn til flomføringen, som setter en stopper for dette alternativet. Den nye vegen vil ha en bredde på minst 7,5 meter over hele strekningen. I tillegg vil alle kurver oppfylle dimensjoneringskrav satt av SVV.



Den nye vegen vil kreve høye skjæringer i området rundt Eggafossen (Illustrasjonsfoto)

Basert på en forenklet kostnadsutredning vil den nye vegen koste minst 600 millioner kroner, dersom den bygges. Hvordan dette skal finansieres vites ikke, men det foreligger planer om en bompengefinansiert utbedring for hele strekningen mellom Støren og Røros.

Vedlegg 2 Plakat



Institutt for bygg- og miljøteknikk

Linjeoptimalisering med kostnadsutredning og konsekvensanalyse for Fv30 mellom Eidet og Fiskøya i Holtålen kommune

Line Optimization of Road Alignment for Fv30 Between Eidet and Fiskoya in Holtaalen County Including Cost Estimate and Consequence Analysis

Studenter: Arnis Orskis, Mads H. Ratvik

Prosjektnr 2019-24

Intern veileder: Nils Kobberstad

Ekstern kontakt: Janne Karin Solemsmo Iversen, Asplan Viak AS

Som følge av flom i Gaula i 2011 ble vegkonstruksjonen i Svølgjattunnelen ødelagt. Vegen ligger ikke i tilstrekkelig høyde over elva, noe som fører til problemer ved 200-årsflom. For å unngå dette er det utarbeidet et forslag til en alternativ trasé.



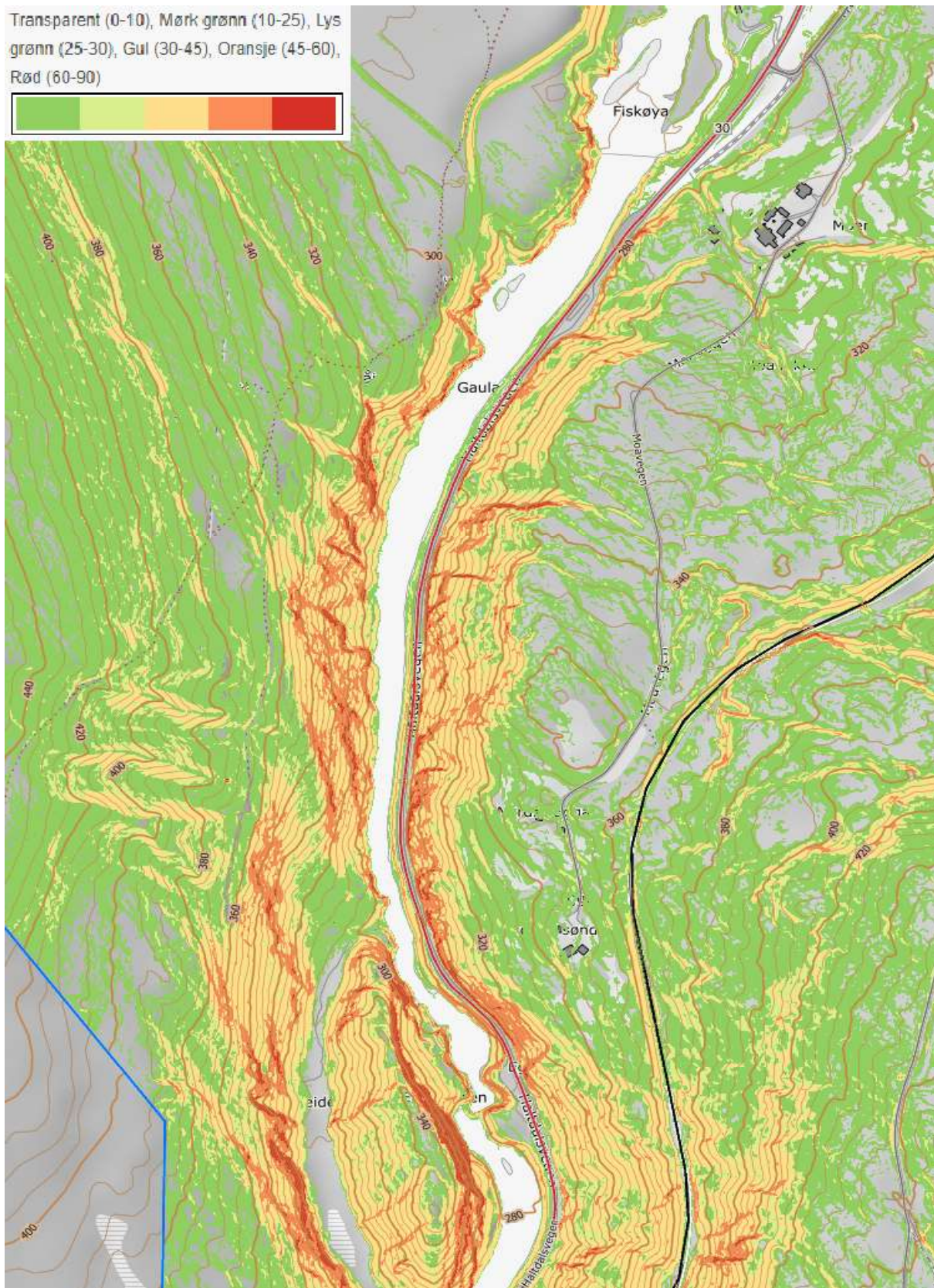
Veglinjen heves for deler av strekningen. Ved å gjøre dette unngås problematikk forbundet med 200-årsflom i Gaula. Da elven er vernet på grunn av laksebestanden, er tillatte tiltak forbundet med overvannshåndtering svært begrenset.

Ved å anlegge tunnel mellom Tamlaget og Eggafossen omgås områdets mest rasutsatte strekning. Dette ansees som et mindre naturinngrep enn å legge vegen lengre opp i dalsiden. Dette på grunn av Gauldalens utforming med svært bratte dalsider.

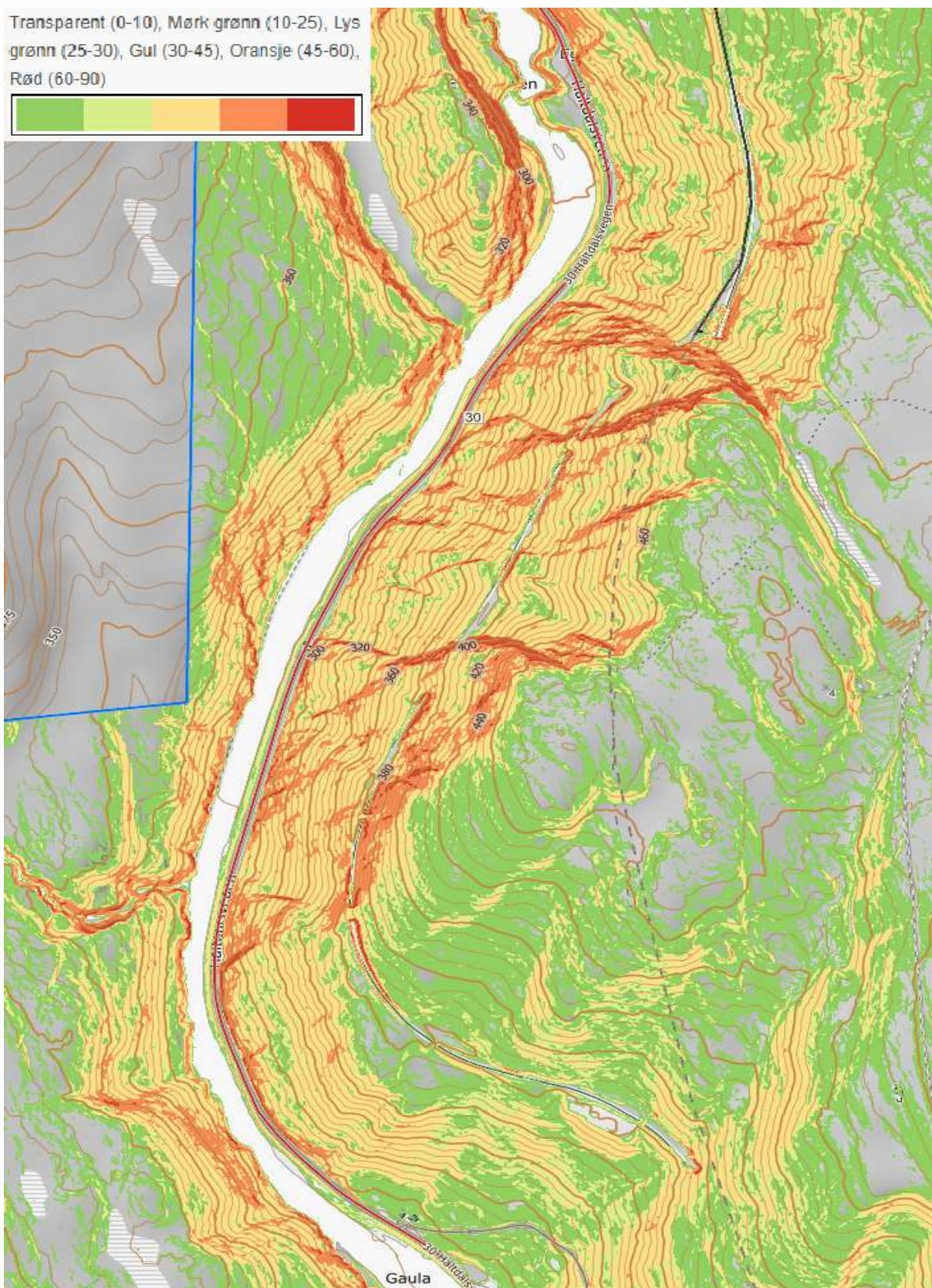


Flere elementer fra den eksisterende vegen beholdes. Eidet bru vil ligge som den ligger i dag sammen med rasteplassen ved Hyttfossen. Veglinjen gjennom Svølgjattunnelen heves og dermed må også tunnelprofilen endres. Horisontallinjeføringen gjennom tunnelen beholdes.

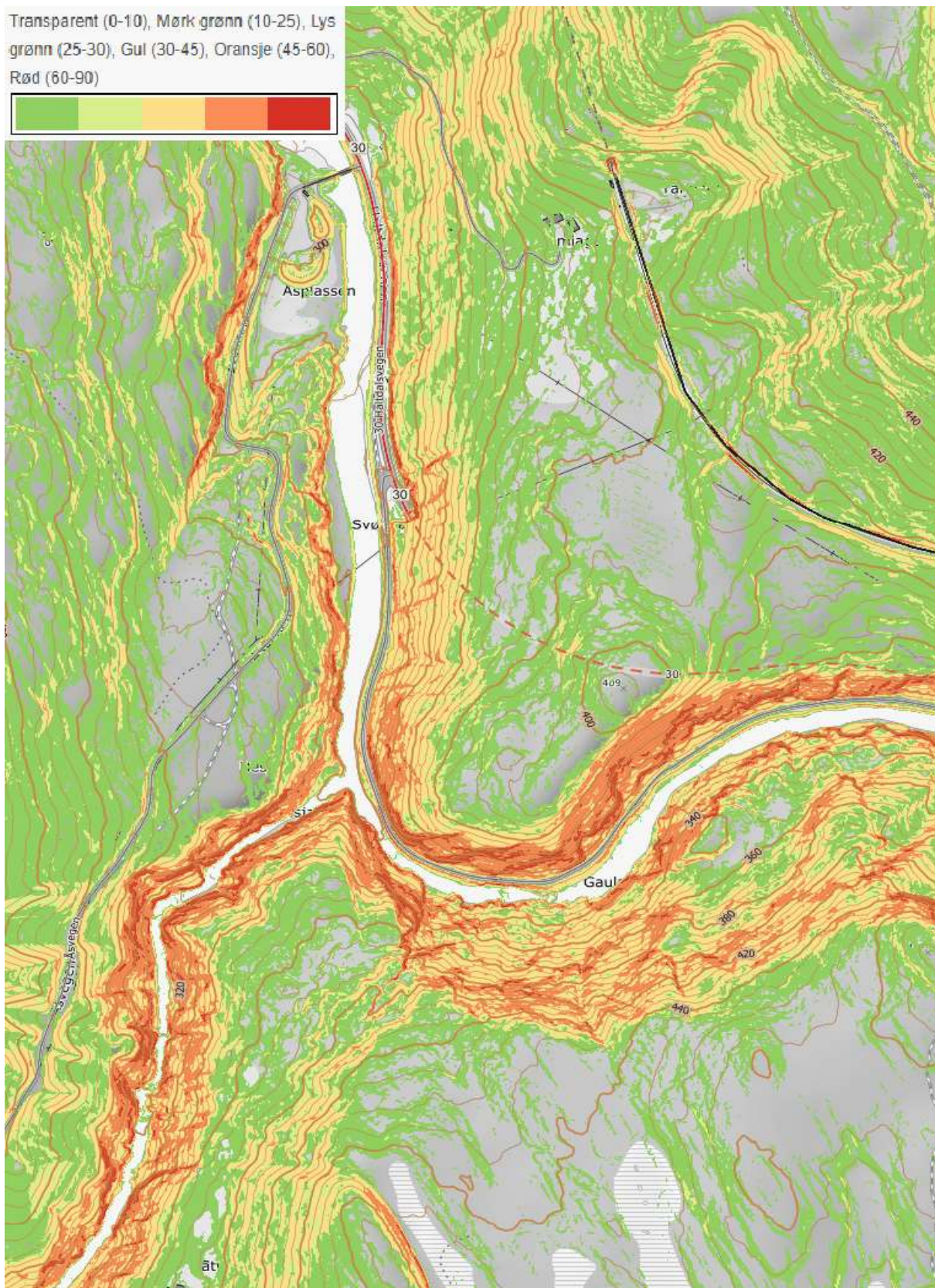
Vedlegg 3 Terrenghelning i planområdet



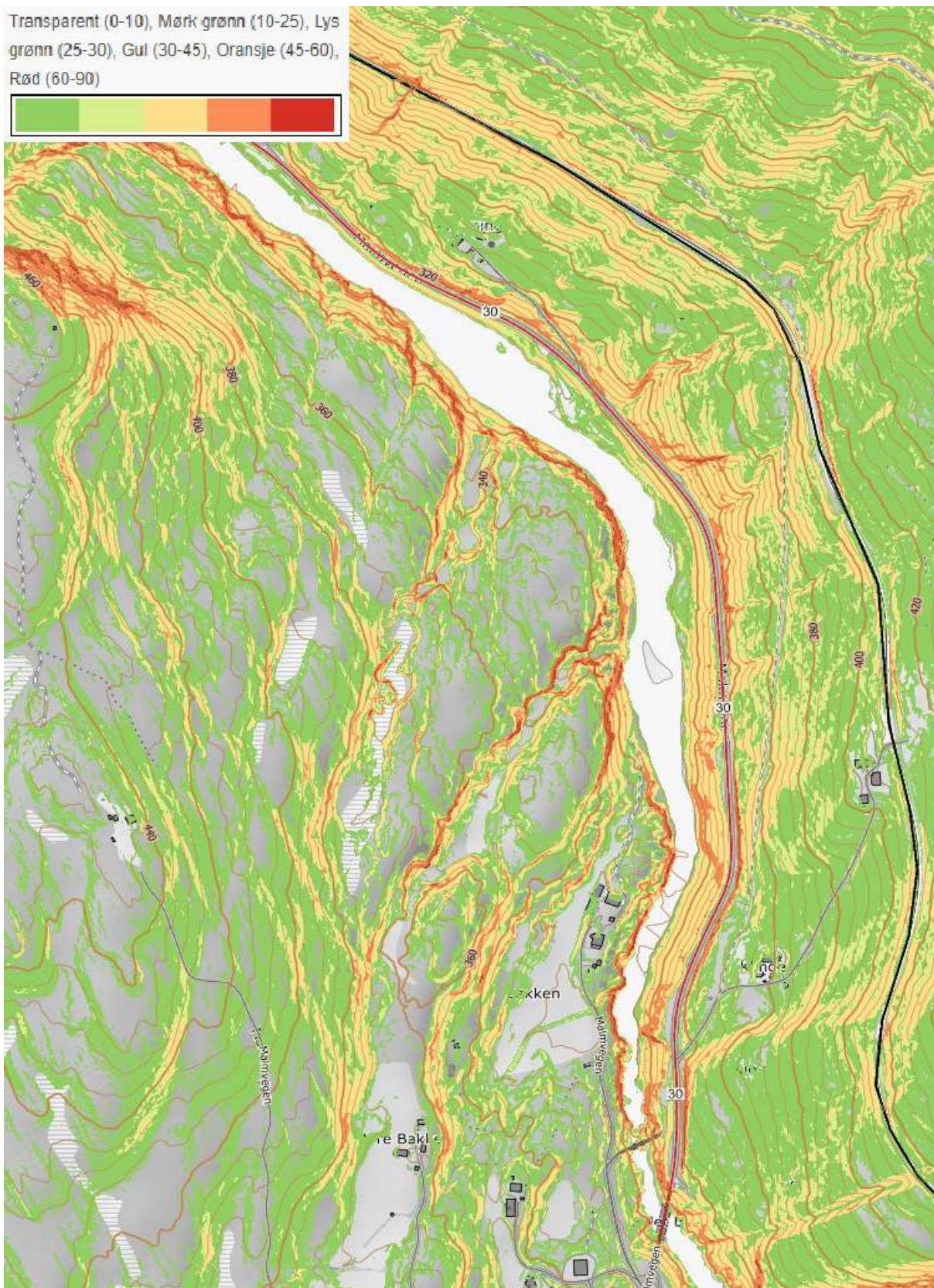
Figur 38: Fargelagt terrenghelning i grader langs strekningen (kilde: Høydedata)



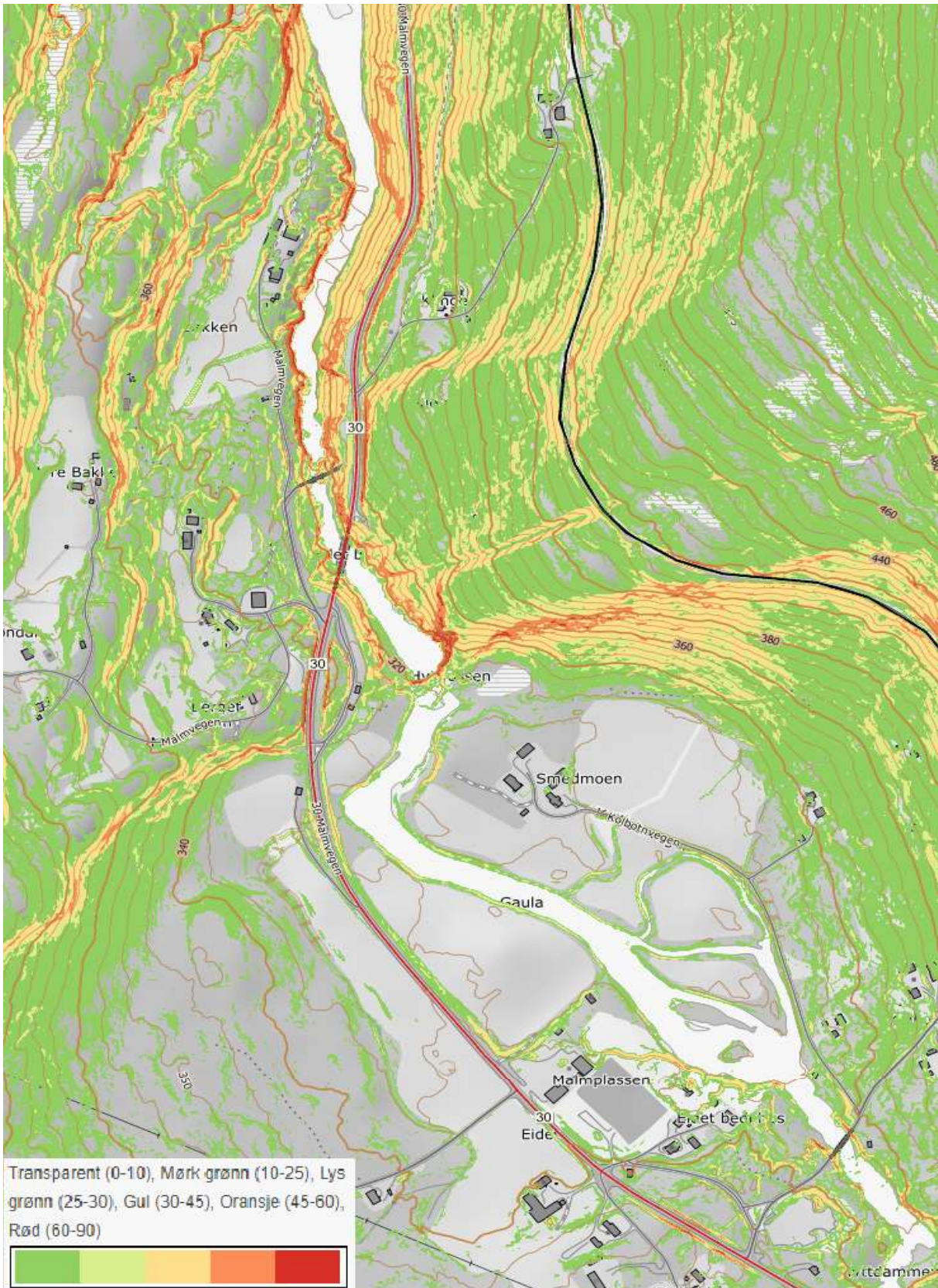
Figur 39: Fargelagt terrenghelning i grader langs strekningen (kilde: Høydedata)



Figur 40: Fargelagt terrenghelning i grader langs strekningen (kilde: Høydedata)



Figur 41: Fargelagt terrenghelning i grader langs strekningen (kilde: Høydedata)



Figur 42: Fargelagt terrenghelning i grader langs strekningen (kilde: Høydedata)

Vedlegg 4 Estimering av siktlengde

På dette vedlegg gis uttrykk for beregning av stoppsikt og møtesikt i henhold til V120 - *Premisser for geometrisk utforming av veger*.

- **Stoppesikt**, L_s , beregnes ved formelen:

$$L_s = L_r + L_b \quad (4)$$

der

- L_r er reaksjonslengden som beregnes etter følgende formel:

$$L_r = t_r \times \frac{V}{3,6} = 0,878 \times t_r \times V \quad (5)$$

der:

- * t_r = reaksjonstid [s]

Reaksjonstiden settes til 2 sekunder som fast verdi for alle forhold

- * V = Fartsgrense med eventuelle tillegg [km/t]

- Bremselengden, L_b , beregnes etter følgende formel:

$$L_b = 1/2 \times \frac{\left(\frac{V}{3,6}\right)^2}{9,81 \times (f_b + s)} = \frac{V^2}{254,3 \times (f_b + s)} \quad (6)$$

der:

- * V = fartsgrense med eventuelle fartstillegg [km/t]

- * f_b = bremsefrikjson

Bestemmes på grunnlag av sikkerhetsfaktor og fartsgrense på stedet.

- * s = stigningsgraden på stedet

- **Møtesikt**, L_m , beregnes ved formelen:

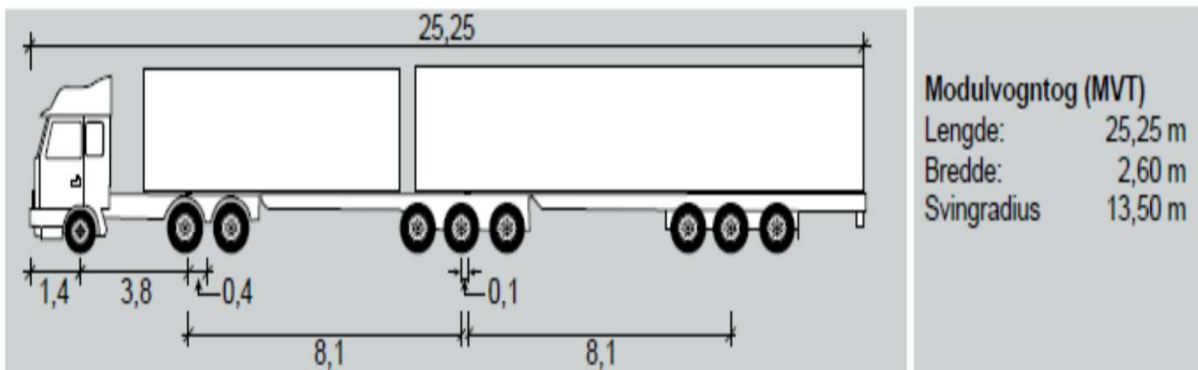
$$L_m = 2 \times L_s + 10 \quad (7)$$

der:

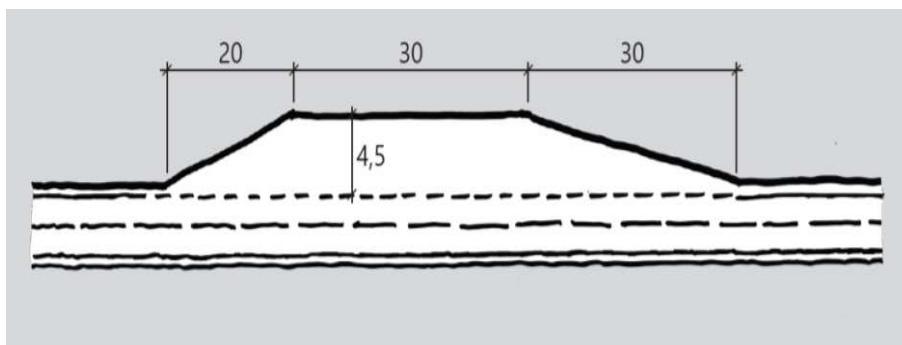
- * L_s = Stoppesikt

- * 10 representerer 10 meters sikkerhetsavstand

Vedlegg 5 Dimensjonerende kjøretøy og utforming av stopplomme



Figur 43: Dimensjonerende kjøretøy - modulvogntog (MVT), mål i meter [1, utklipp, s.98]



Figur 44: Utforming av stopplomme (mål i meter) [1, utklipp, s.90]

Vedlegg 6 Oppsummering av standardkrav

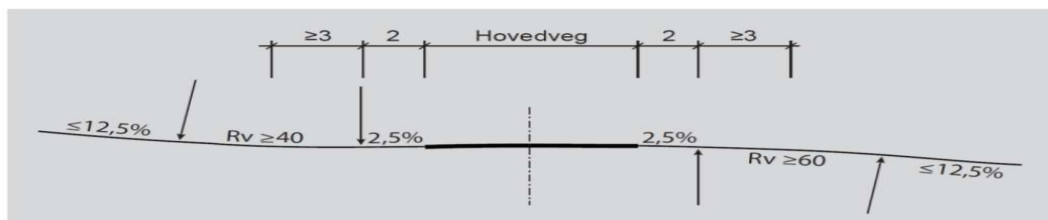
	H1	H2	H3	Hø1	Hø2	Lokal veger	Øvrige veger
Vegtype	H/Hø	H/Hø	H/Hø	Hø	Hø	L1	L2
ÅDT	< 6'	6'-12'	> 12'	< 4'	< 12'	< 1,5'	< 500
Fartsgrense [km/t]	80	90	110	80	60	80 / 60	50
Tverrprofil [m]	9	12,5	23	7,5	7,5	7,5	4,5
Skulder 1 [m]	1	1,5	2,75	0,75	0,75	0,5	0,5
Kjørefelt 1 [m]	3,25	3,5	3,5 / 3,5	3	3	2,75	3,5
Indre skulder 1 [m]		0,5	0,75				
Skillemønstre [m]	0,5 FM	1,5 MR	2 MR				
Indre skulder 2 [m]		0,5	0,75				
Kjørefelt 2 [m]	3,25	3,5	3,5 / 3,5	3	3	2,75	
Skulder 2 [m]	1	1,5	2,75	0,75	0,75	0,5	0,5
Alternativ utforming [m]				4,5		4,5	3,5
Min. horisontalkurveradius [m]	250	400	800	225	125	225	60
Min. klotoide [m]	125	170	260	115	75	115	
Stoppsikt [m]	115	160	230	105	65	105	45
Δst1 (stigning)	-9	-14	-20	-10	-4	-10	
Δst2 (fall)	12	20	26	15	5	15	
Møtesikt [m]				220		220	100
Forbikjøringssikt [m]	600			600			
Min. vertikalkurveradius, høy [m]	2 800	5 300	11 000	2 300	900	2300	1100
Min. vertikalkurveradius, lav [m]	1 900	2 300	3 700	1 000	600	1000	400
Maks. overhøyde [%]	8	8	7,5	8	8	8	8
Maks. stigning [%]	6	6	5	8	6	8	8
Maks. resulterende fall [%]	10	10	9	11,3	10	11,3	11,3
Min. resulterende fall [%]	2	2	2	2	2	2	2
Kryssløsning	T	P evt.T	P	T,R	T,X,R	T	
Avstand mellom kryss [m]	500	1 000	5 000				
Min. horisontalkurveradius [m]	450	700		400 (T)	200 (T,X)		
Min. vertikalkurveradius, høy [m]	7 100	12 400		5 500	2 200	5500	
Avkjørsler	B	AF	AF	B	B	T	T
Avstand mellom stopplommer [km]	5	5					
Forbikjøring							
Eget- eller motg. felt	M	E	E	M			
Belysning	I	B	B	I	I/B	I	
Dimensjonerende kjøretøy	MVT	MVT	MVT	VT/MVT	VT/MVT	VT/L	L
Dimensjonerende kjøremåte	A	A	A				

Figur 45: Oppsummering av standardkrav for ulike dimensjoneringsklasser - aktuell dimensjoneringsklasse for planområdet er markert i rødt [1]

Vedlegg 7 Datagrunnlag for dimensjonering

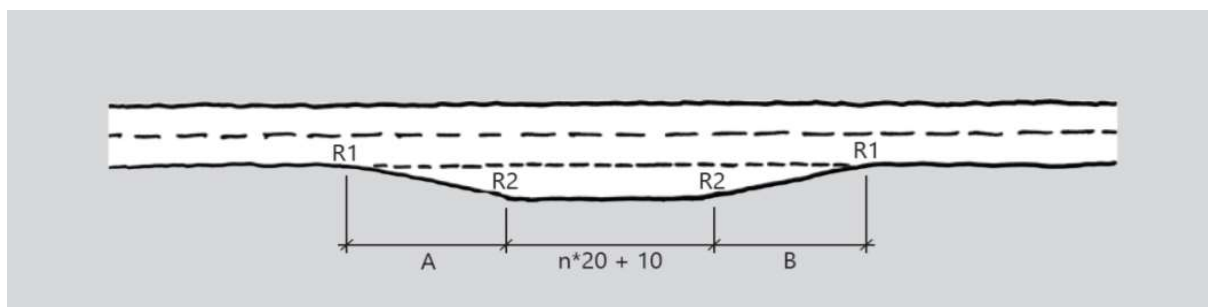
R_h^1	Horisontalkurvatur						Vertikalkurvatur				
	Nabokurve		Klotoide	Sikt lengde			$R_{v,høy}^4$	$R_{v,høy}^5$	$R_{v, lav}$	Overhøyde	Stigning ⁶
	Min	Maks	Min	Stopp ²	Møte ³	Forbi	Min	Min	Min	e	Maks ⁷
225	225	350	115	105	220	600	2300	5200	1000	8,0	8,0
250	225	400	125	105	220	600	2300	5200	1000	8,0	8,0
275	225	550	130	105	220	600	2300	5200	1000	8,0	8,0
300	225		135	110	230	600	2500	5600	1000	8,0	8,0
350	225		145	110	230	600	2500	5600	1000	7,6	8,0
400	250		150	110	230	600	2500	5600	1100	7,3	8,0
450	270		155	110	230	600	2500	5600	1100	6,9	8,0
500	270		160	110	230	600	2500	5600	1100	6,5	8,0
550	275		165	115	240	600	2800	6100	1100	6,2	8,0
600	280		165	115	240	600	2800	6100	1100	5,8	8,0
700	290		170	115	240	600	2800	6100	1100	5,1	8,0
800	290		170	115	240	600	2800	6100	1100	4,4	8,0
900	290		170	115	240	600	2800	6100	1100	3,7	8,0
≥ 1000	300		170	115	240	600	2800	6100	1100	3,0	8,0

Figur 46: Prosjekteringstabell for H_ϕ 1-veg (mål i meter) [1, s.43]



Figur 47: Krav til vertikal linjeføring i avkjørsler (mål i meter) [1, s.66]

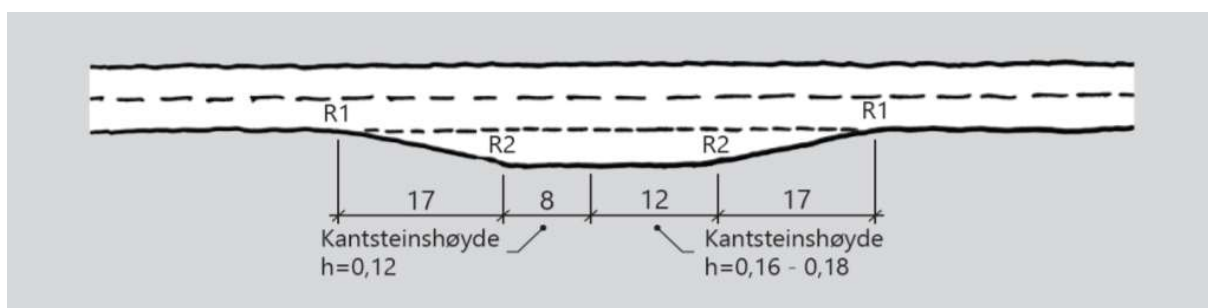
Vedlegg 8 Utforming av busslomme og holdeplass både ved utbygging av ny veg og ved utbedringsstandard



Figur 48: Busslommeutforming ved bygging av ny veg. n angir hvor mange busser som forventes å stoppe samtidig (mål i meter) [1, s.75]

Fartsgrense (km/t)	Innkjøringslengde A	Lengde oppstillingsplass	Utkjøringslengde B	R1	R2	Bredde på busslomme
<80	20	$n \times 20 + 10$	20	20	20	3
≥80	25	$n \times 20 + 10$	20	40	20	3,25

Figur 49: Mål for busslomme, markert området er aktuelt i planområdet ved utbygging av ny veg (mål i meter) [1, s.75]

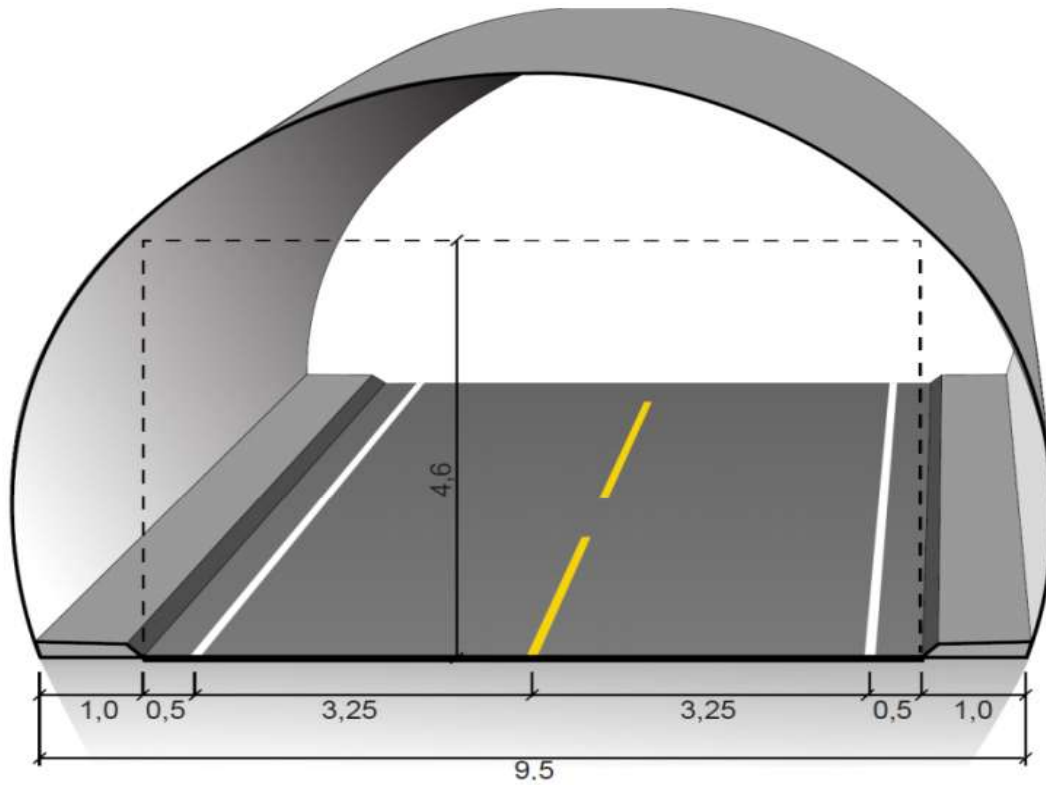


Figur 50: Busslomme ved utbedringsstandard (mål i meter) [1, s.76]

Fartsgrense (km/t)	Innkjøringslengde	Lengde oppstillingsplass	Utkjøringslengde	R1	R2	Bredde på busslomme
≤80	17	$n \times 20$	17	20	20	3

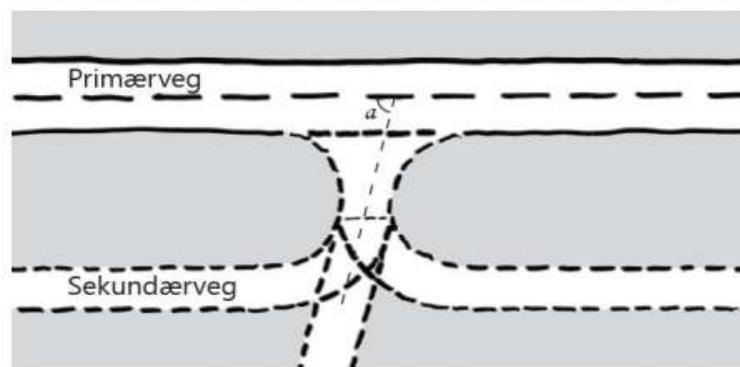
Figur 51: Mål for busslomme ved utbedringsstandard (mål i meter) [1, s.76]

Vedlegg 9 Tunnelprofil for dimensjoneringsklasse $H_{\phi}1$

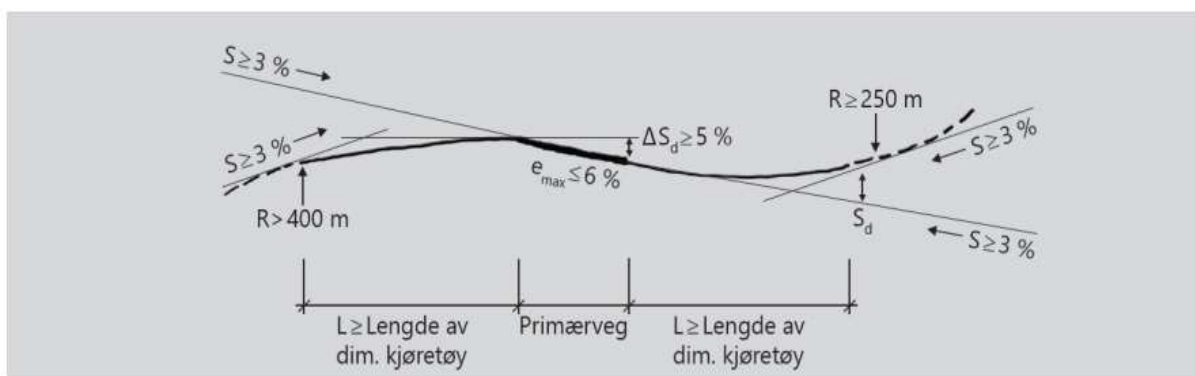


Figur 52: Tunnelprofil T9,5 (mål i meter) [1, s.114]

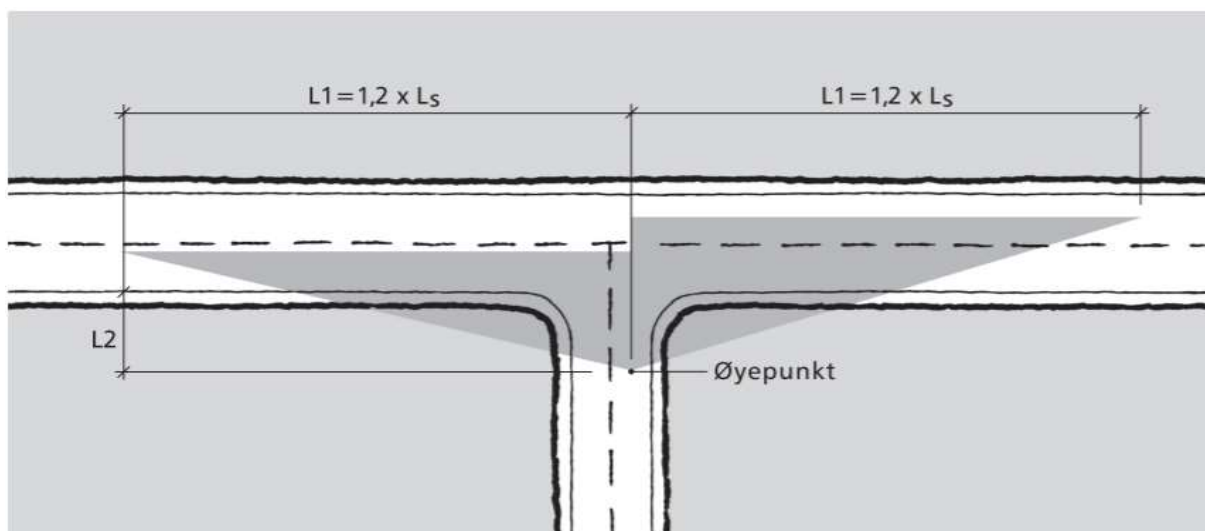
Vedlegg 10 Linjeføring i kryss- $H_{\theta}1$



Figur 53: Standardisert utforming av kryss ved tilkobling for primær- og sekundærveg [1, utklipp, s.51]



Figur 54: Krav til sekundærvegens linjeføring i vertikalplanet i kryssområdet [1, utklipp, s.52]



Figur 55: Krav til sikt i forkjørsregulerte T-kryss [1, utklipp, s.54]

Vedlegg 11 Vegbredder - eksisterende veg

Tabell 22: Vegbredder - eksisterende veg - Alternativ 0

Vegobj.- ID	Vegbredder, tot	Dekke- bredde	Kj.-bane- bredde	Fra meter	Til meter	Fra profil	Til profil
85326480	7,35	6,4		41000	41198	0	198
85326481	8,6	6,7		40800	41000	198	398
85326482	7,45	6,9		40701	40800	398	497
85326483	7,2	6,7		40600	40701	497	598
85326484	7,2	6,3		40400	40600	598	798
85326485	7,4	6,7		40198	40400	798	1000
85326486	6,8	6,3		40148	40198	1000	1050
85326487	7,4	6,6		40049	40148	1050	1149
85326488	7,8	6,6		39900	40049	1149	1298
85326489	7,5	6,3		39801	39900	1298	1397
85326490	8,2	7		39702	39801	1397	1496
85326491	8,1	6,9		39653	39702	1496	1545
85326492	8,4	6,6		39603	39653	1545	1595
85326493	8,1	6,8		39405	39603	1595	1793
85326494	7,4	6,5		39355	39405	1793	1843
85326495	7,8	6,4		39306	39355	1843	1892
85326496	7,4	6,5		39206	39306	1892	1992
85326497	6,95	6,4		39008	39206	1992	2190
85326498	8,5	7,9		38858	39008	2190	2340
85326499	8,3	7,4	6,9	38857	38858	2340	2341
85326500	8,3	7,4	6,9	38785	38857	2341	2413
85326501	7,25	7	6,5	38059	38785	2413	3139
85326502	8,3	7,4	6,9	37958	38059	3139	3240
85326503	7,8	6,9		37809	37958	3240	3389
85326504	7,5	6,5		37614	37809	3389	3584
85326505	7,1	6,1		37564	37614	3584	3634

Tabellen fortsetter på neste side

Vegobj.- ID	Vegbredde, tot	Dekke- bredde	Kj.-bane- bredde	Fra meter	Til meter	Fra profil	Til profil
85326506	6,9	6		37514	37564	3634	3684
85326507	6,9	5,9		37464	37514	3684	3734
85326508	7,4	6,3		37414	37464	3734	3784
85326509	8	6,6		37294	37414	3784	3904
85326510	7,2	6,1		37244	37294	3904	3954
85326511	8	6,6		37144	37244	3954	4054
85326512	7,1	6,2		37094	37144	4054	4104
85326513	7,4	6,2		37044	37094	4104	4154
85326514	7,4	6,5		36994	37044	4154	4204
85326515	7,4	6,3		36814	36994	4204	4384
85326516	7,4	6,5		36614	36814	4384	4584
85326517	8,1	7,3		36514	36614	4584	4684
85326518	7,4	6,3		36414	36514	4684	4784
85326519	7,3	6,4		36314	36414	4784	4884
85326520	7,2	6,2		36164	36314	4884	5034
85326521	7,7	7,2		36114	36164	5034	5084
85326522	7,9	6,9		36065	36114	5084	5133
85326523	8,3	6,9		36015	36065	5133	5183
85326524	8	7,3		35915	36015	5183	5283
85326525	6,3	6		35865	35915	5283	5333
85326526	8,1	6,9		35815	35865	5333	5383
85326527	6,7	6,2		35715	35815	5383	5483
85326528	7,6	6,5		35615	35715	5483	5583
85326529	7,3	6,7		35465	35615	5583	5733
85326530	7,7	6,6		35447	35465	5733	5751
219135782	7,6	7,2	6,3	34847	35447	5751	6351
219135781	8,4	7,3	6,4	34426	34847	6351	6772

Vedlegg 12 Horisontalkurveradius - eksisterende veg

Tabell 23: Horisontalkurveradius - eksisterende veg - Alternativ 0

VegobjektID	Type	Radius	Fra meter	Til meter	Til profil	Til profil
323332158	Sirkelbue	606	34560	34732	6450	6622
323332159	Rettlinje	0	34732	34791	6391	6450
323332160	Sirkelbue	-1318	34791	34847	6335	6391
323332161	Sirkelbue	-581	34847	34899	6283	6335
323332162	Rettlinje	0	34899	35078	6104	6283
323332163	Sirkelbue	-292	35078	35103	6079	6104
323332164	Rettlinje	0	35103	35180	6002	6079
323332165	Sirkelbue	-163	35180	35214	5968	6002
323332166	Rettlinje	0	35214	35284	5898	5968
323332167	Sirkelbue	-372	35284	35403	5779	5898
323332168	Sirkelbue	509	35403	35450	5732	5779
323332169	Rettlinje	0	35450	35531	5651	5732
323332170	Sirkelbue	2178	35531	35601	5581	5651
323332171	Sirkelbue	-183	35601	35657	5525	5581
323332172	Sirkelbue	-440	35657	35708	5474	5525
323332173	Rettlinje	0	35708	35772	5410	5474
323332174	Sirkelbue	-83	35772	35795	5387	5410
323332175	Sirkelbue	-210	35795	35815	5367	5387
323332176	Sirkelbue	-107	35815	35838	5344	5367
323332177	Sirkelbue	150	35838	35909	5273	5344
323332178	Sirkelbue	155	35909	35922	5260	5273
323332179	Rettlinje	0	35922	36034	5148	5260
323332180	Sirkelbue	211	36034	36110	5072	5148
323332181	Sirkelbue	83	36110	36134	5048	5072
323332182	Sirkelbue	265	36134	36239	4943	5048
323332183	Sirkelbue	-495	36239	36300	4882	4943
323332184	Rettlinje	0	36300	36352	4830	4882

Tabellen fortsetter på neste side

VegobjektID	Type	Radius	Fra meter	Til meter	Til profil	Til profil
323332185	Sirkelbue	-121	36352	36378	4804	4830
323332186	Sirkelbue	617	36378	36421	4761	4804
323332187	Sirkelbue	1969	36421	36445	4737	4761
323332188	Sirkelbue	187	36445	36503	4679	4737
323332189	Sirkelbue	-335	36503	36621	4561	4679
323332190	Rettlinje	0	36621	36712	4470	4561
323332191	Sirkelbue	-516	36712	36795	4387	4470
323332192	Rettlinje	0	36795	36994	4188	4387
323332193	Sirkelbue	-374	36994	37022	4160	4188
323332194	Rettlinje	0	37022	37063	4119	4160
323332195	Sirkelbue	-235	37063	37128	4054	4119
323332196	Sirkelbue	-9999	37128	37155	4027	4054
323332197	Sirkelbue	-166	37155	37196	3986	4027
323332198	Rettlinje	0	37196	37262	3920	3986
323332199	Sirkelbue	-182	37262	37335	3847	3920
323332200	Rettlinje	0	37335	37385	3797	3847
323332201	Sirkelbue	-292	37385	37463	3719	3797
323332202	Sirkelbue	439	37463	37555	3627	3719
323332203	Sirkelbue	117	37555	37591	3591	3627
323332204	Sirkelbue	2869	37591	37633	3549	3591
323332205	Sirkelbue	181	37633	37683	3499	3549
323332206	Rettlinje	0	37683	37741	3441	3499
323332207	Sirkelbue	181	37741	37773	3409	3441
323332208	Sirkelbue	1765	37773	37825	3357	3409
323332209	Sirkelbue	275	37825	37858	3324	3357
323332210	Sirkelbue	-224	37858	37894	3288	3324
323332211	Rettlinje	0	37894	37946	3236	3288
323332212	Sirkelbue	-125	37946	37974	3208	3236
323332213	Sirkelbue	417	37974	37997	3185	3208
323332214	Sirkelbue	-248	37997	38092	3090	3185

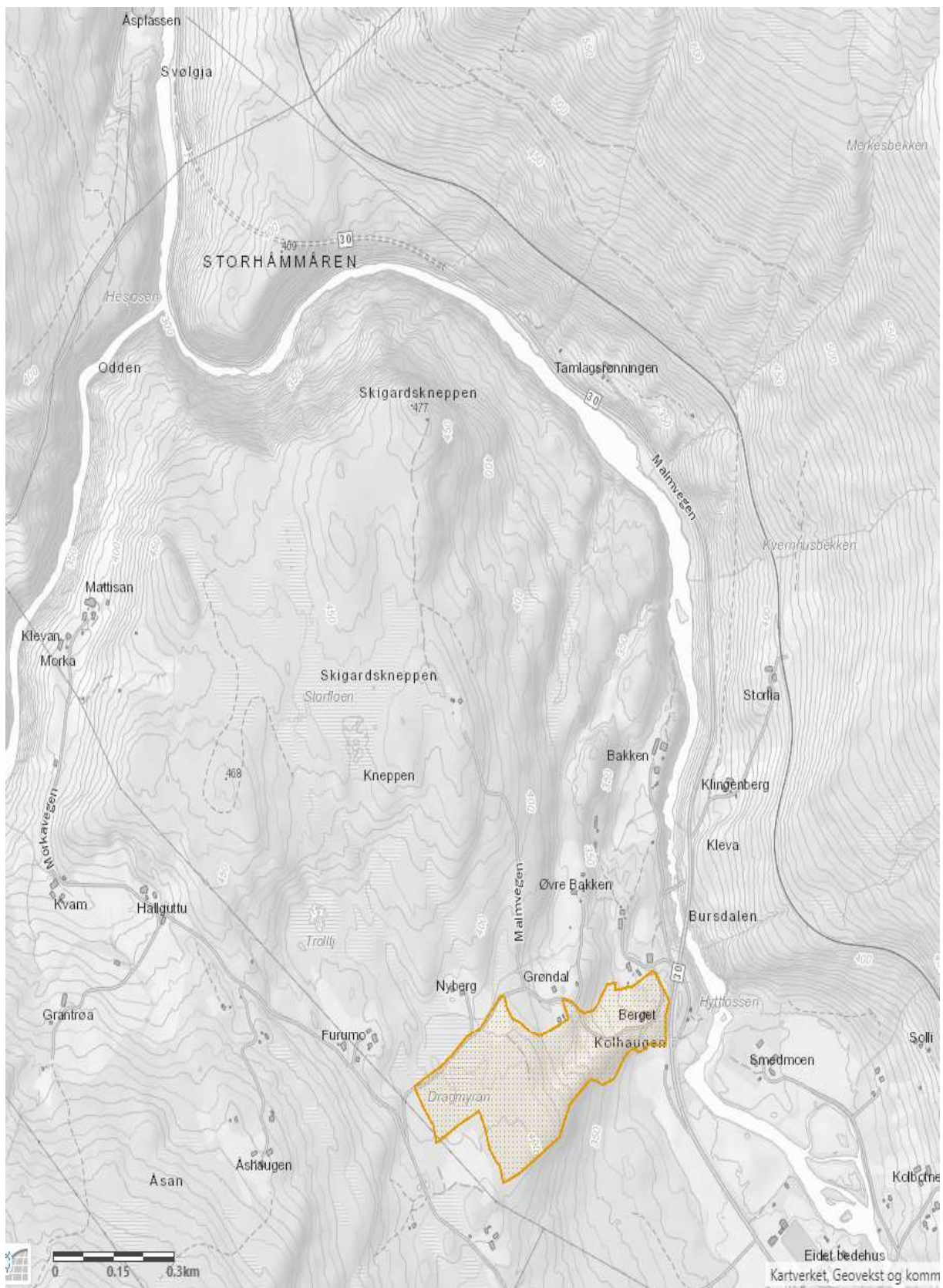
Tabellen fortsetter på neste side

VegobjektID	Type	Radius	Fra meter	Til meter	Til profil	Til profil
323332215	Sirkelbue	854	38092	38119	3063	3090
323332216	Sirkelbue	-180	38119	38165	3017	3063
323332217	Sirkelbue	-681	38165	38231	2951	3017
323332218	Sirkelbue	-162	38231	38272	2910	2951
323332219	Sirkelbue	-7897	38272	38315	2867	2910
323332220	Sirkelbue	-187	38315	38364	2818	2867
323332221	Sirkelbue	-850	38364	38424	2758	2818
323332222	Sirkelbue	-152	38424	38451	2731	2758
323332223	Rettlinje	0	38451	38557	2625	2731
323332224	Sirkelbue	245	38557	38644	2538	2625
323332225	Sirkelbue	1484	38644	38684	2498	2538
323332226	Sirkelbue	216	38684	38728	2454	2498
323332227	Rettlinje	0	38728	38971	2211	2454
323332228	Sirkelbue	146	38971	39014	2168	2211
323332229	Sirkelbue	6984	39014	39056	2126	2168
323332230	Sirkelbue	1100	39056	39125	2057	2126
323332231	Sirkelbue	-278	39125	39226	1956	2057
323332232	Rettlinje	0	39226	39329	1853	1956
323332233	Sirkelbue	209	39329	39395	1787	1853
323332234	Sirkelbue	852	39395	39476	1706	1787
323332235	Rettlinje	0	39476	39577	1605	1706
323332236	Sirkelbue	319	39577	39637	1545	1605
323332237	Sirkelbue	115	39637	39685	1497	1545
323332238	Rettlinje	0	39685	39795	1387	1497
323332239	Sirkelbue	4188	39795	40025	1157	1387
323332240	Sirkelbue	118	40025	40084	1098	1157
323332241	Sirkelbue	-466	40084	40161	1021	1098
323332242	Sirkelbue	651	40161	40189	993	1021
323332243	Sirkelbue	-109	40189	40220	962	993
323332244	Sirkelbue	-545	40220	40301	881	962

Tabellen fortsetter på neste side

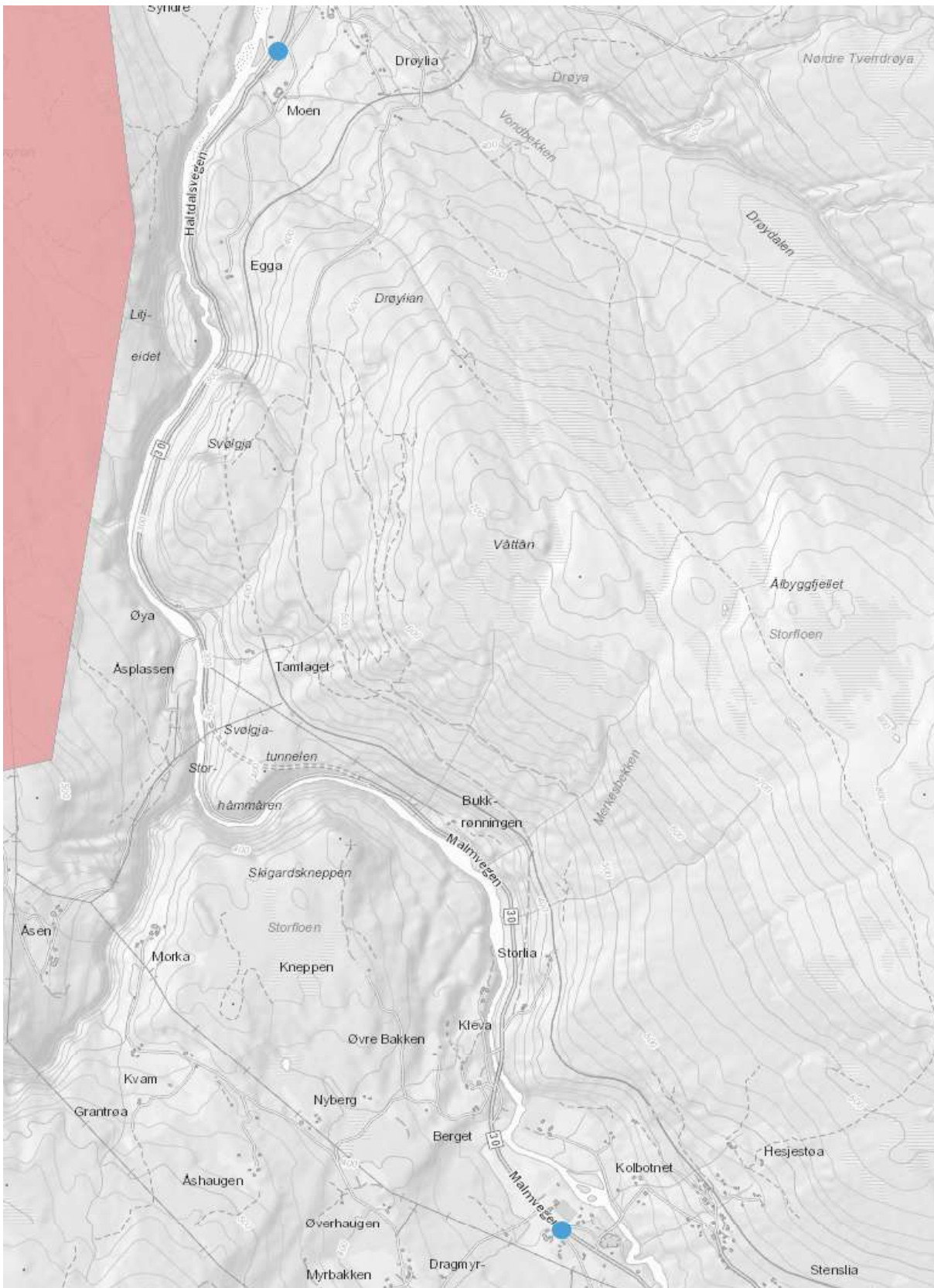
VegobjektID	Type	Radius	Fra meter	Til meter	Til profil	Til profil
323332245	Sirkelbue	268	40301	40341	841	881
323332246	Rettlinje	0	40341	40395	787	841
323332247	Sirkelbue	189	40395	40426	756	787
323332248	Rettlinje	0	40426	40535	647	756
323332249	Sirkelbue	-312	40535	40550	632	647
323332250	Rettlinje	0	40550	40618	564	632
323332251	Sirkelbue	-277	40618	40687	495	564
323332252	Rettlinje	0	40687	40739	443	495
323332253	Sirkelbue	-185	40739	40786	396	443
323332254	Sirkelbue	649	40786	40814	368	396
323332255	Sirkelbue	-202	40814	40876	306	368
323332256	Rettlinje	0	40876	40931	251	306
323332257	Sirkelbue	-431	40931	40962	220	251
323332258	Rettlinje	0	40962	41052	130	220
323332259	Sirkelbue	-538	41052	41067	115	130
323332260	Rettlinje	0	41067	41182	0	115

Vedlegg 14 Verdifullt kulturlandskap i området



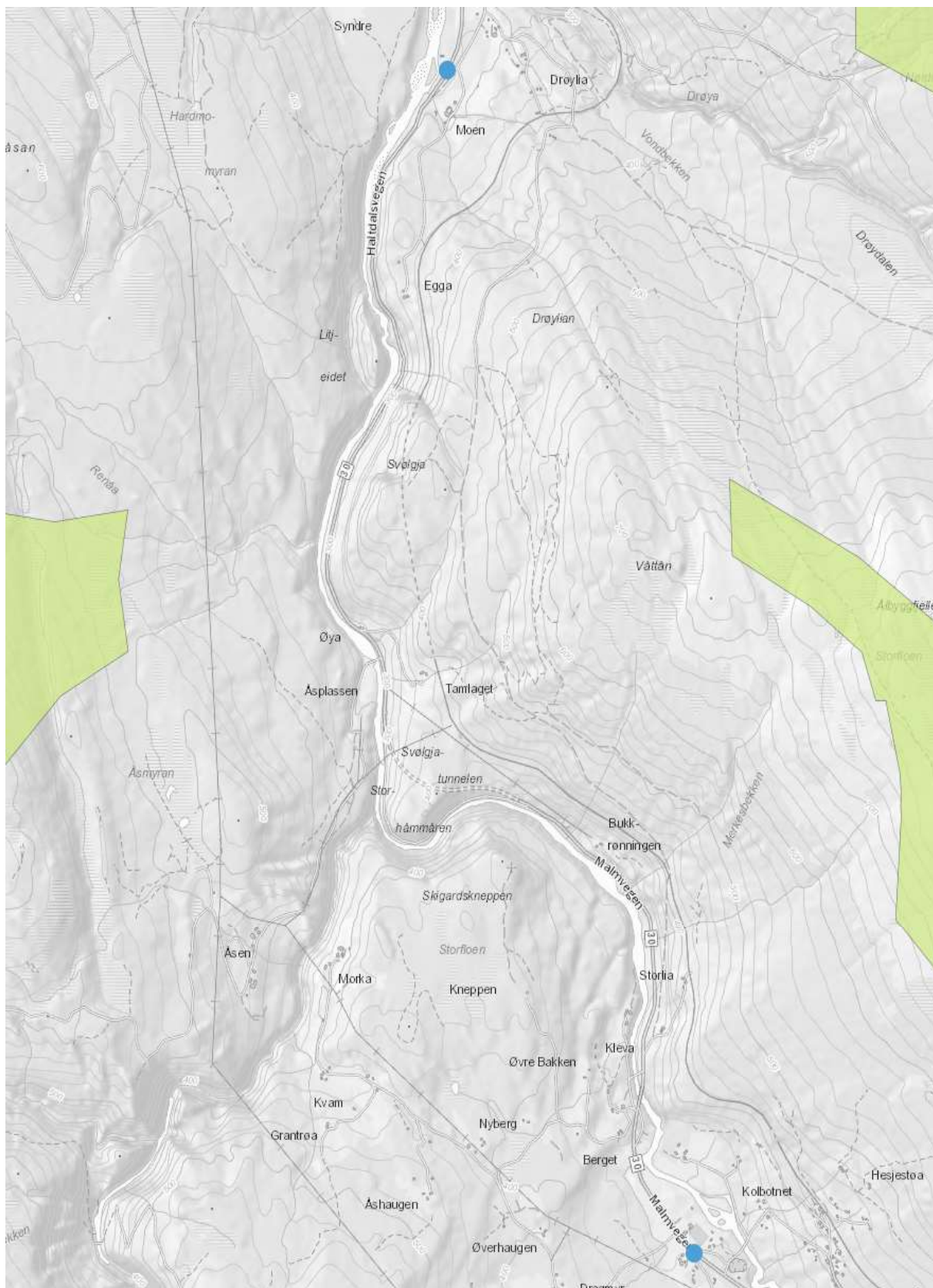
Figur 57: Verdifullt kulturlandskap - markert med gult (kilde: miljødirektoratet)

Vedlegg 15 Friluftsområder



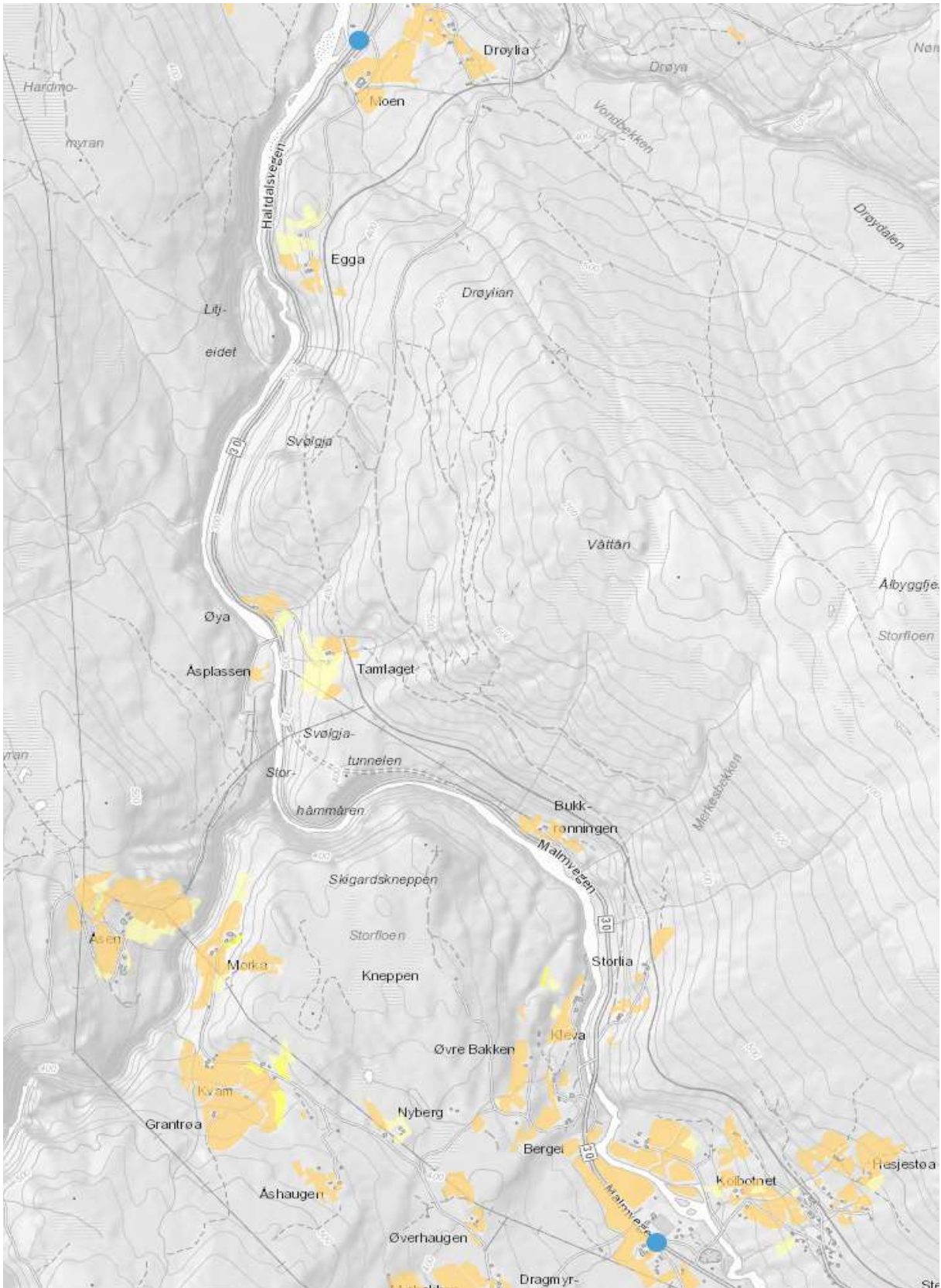
Figur 58: Friluftsområder nært planområdet - markert med rødt (kilde: miljødirektoratet)

Vedlegg 16 Inngrepsfrie naturområder



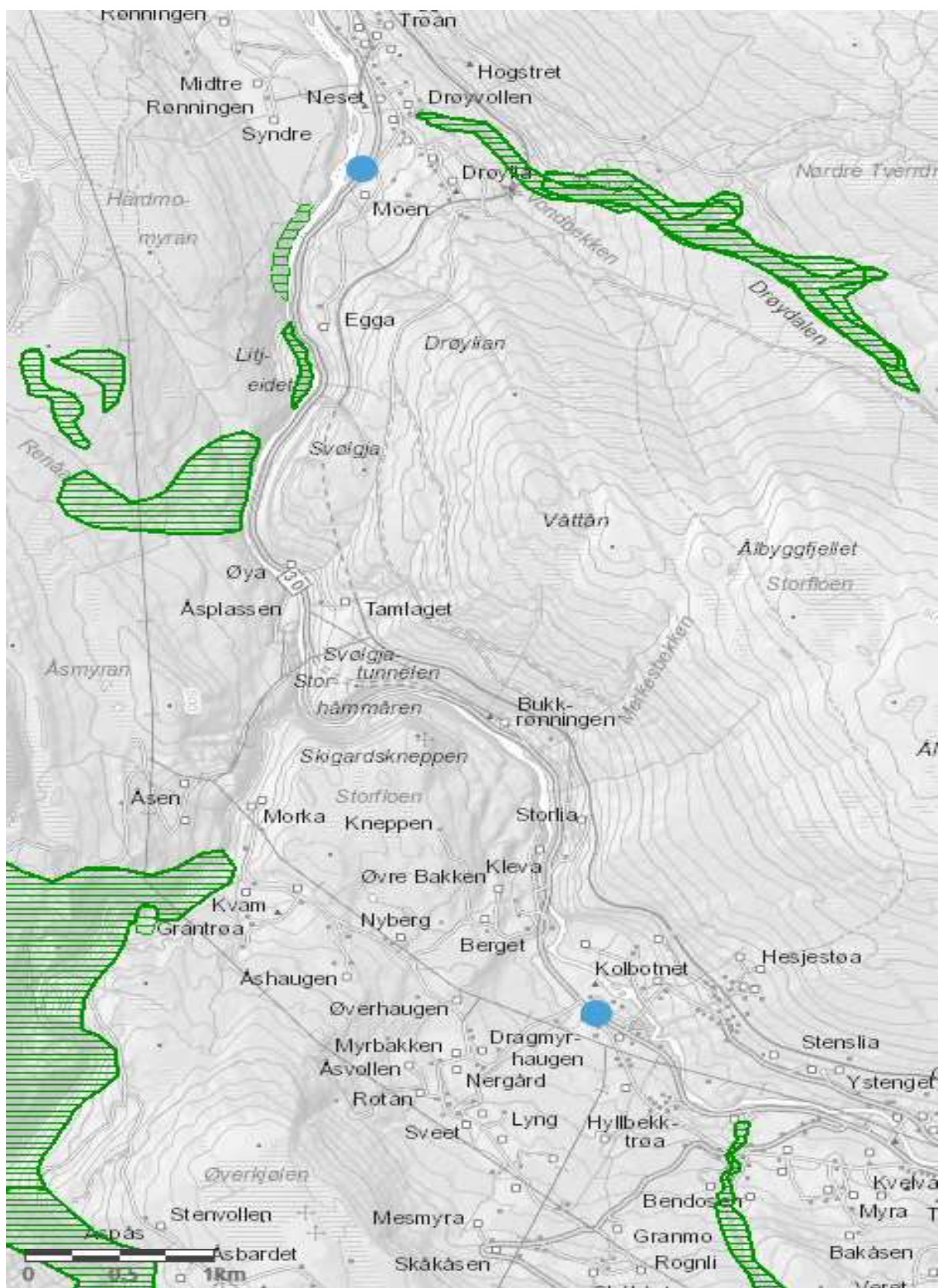
Figur 59: Inngrepsfrie naturområder - planområdet ligger mellom de blå punktene (kilde: miljødirektoratet)

Vedlegg 17 Jordbruksområder



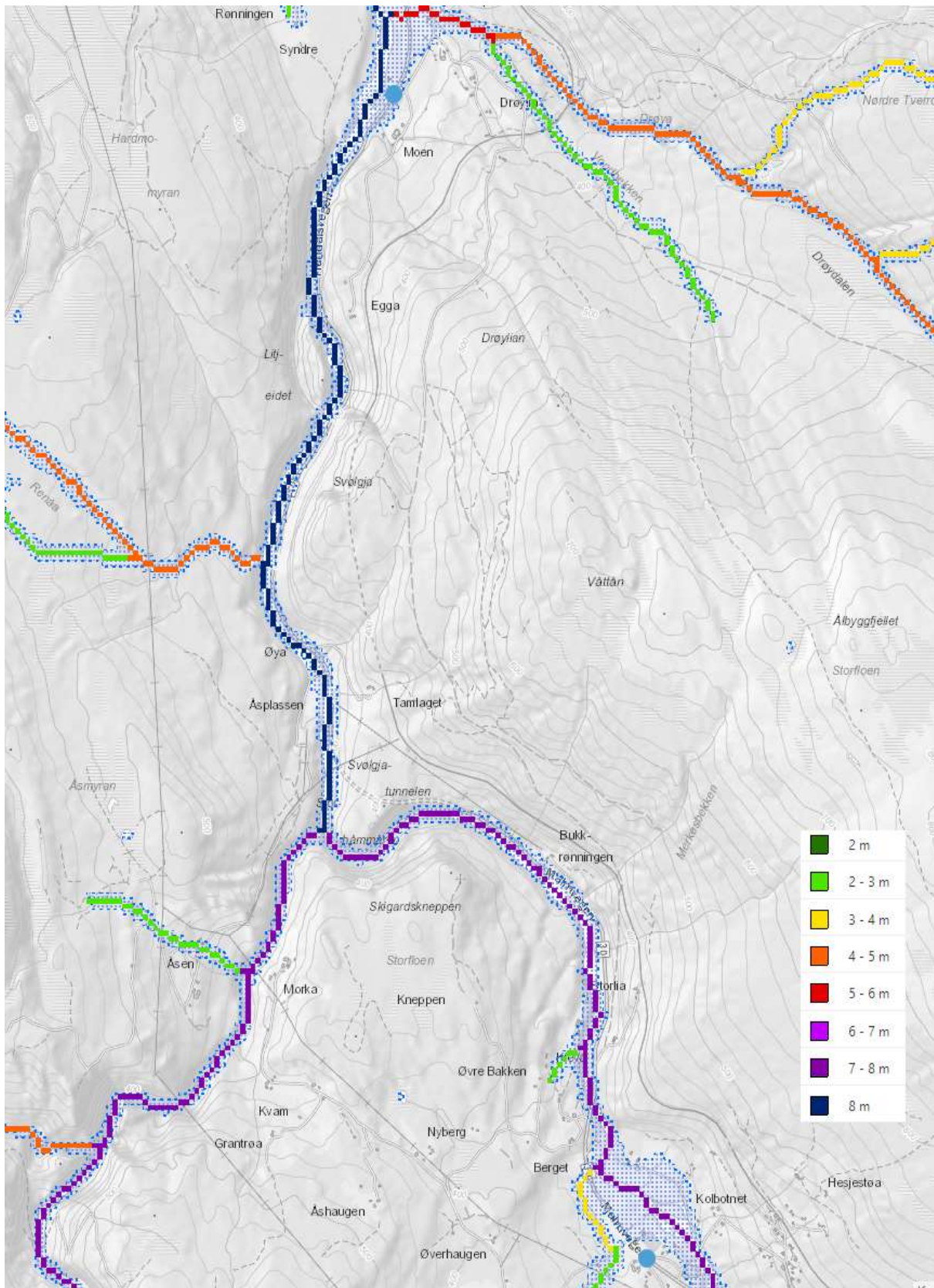
Figur 60: Jordbruksområder i planområdet markert i gult. Planområdet ligger mellom de blå punktene (kilde: miljødirektoratet)

Vedlegg 18 Varierende naturtyper nært eller i planområdet



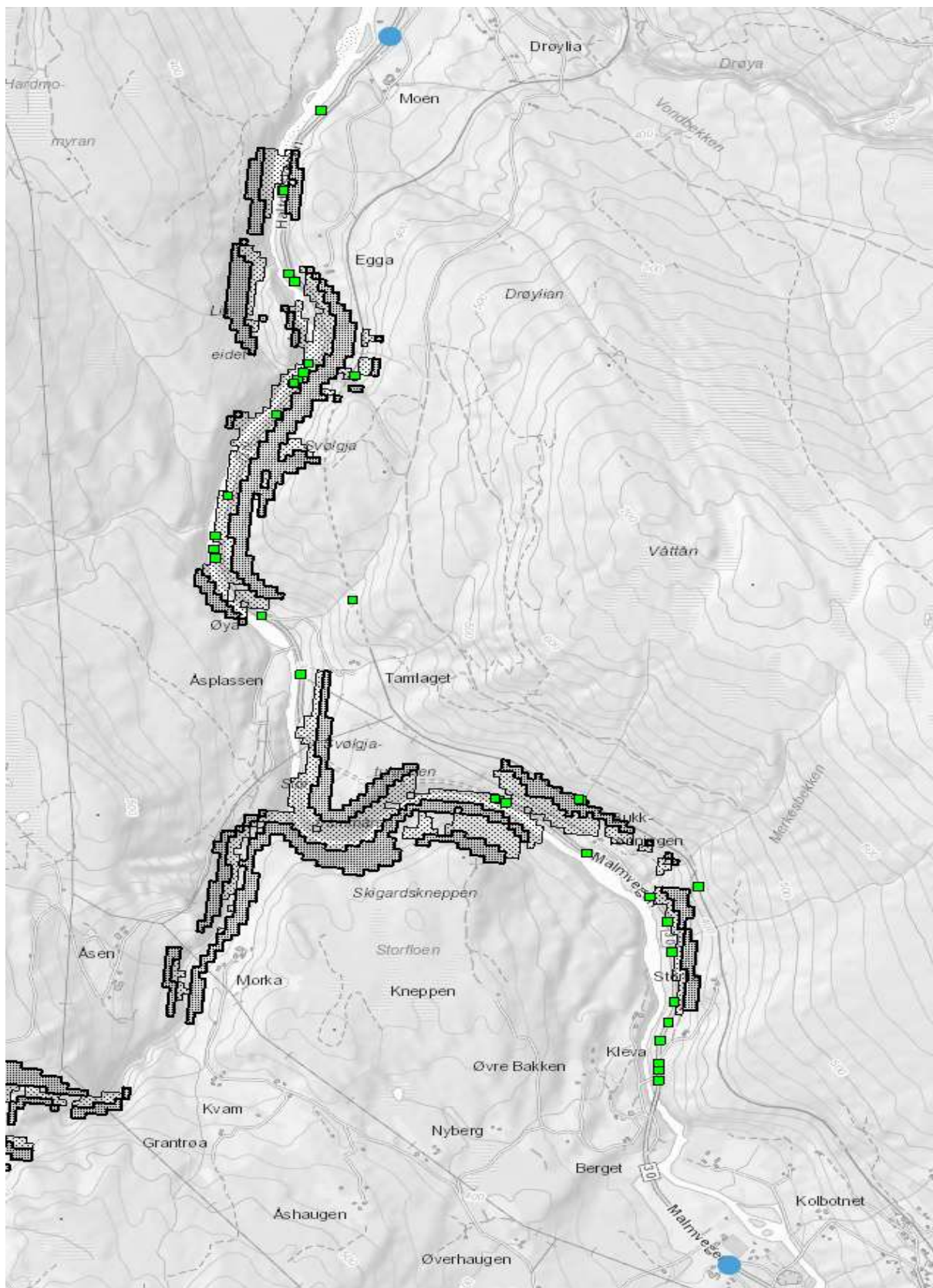
Figur 61: Varierende naturtyper - Planområdet ligger mellom de blå punktene (kilde: miljødirektoratet)

Vedlegg 19 Aktsomhetsområde for flom



Figur 62: Aktsomhetsområde for flom - planområdet ligger mellom de blå punktene (kilde: NVE Atlas) Maksimal vannstandstigning illustreres med fargekoden.

Vedlegg 20 Kartlagte skredhendelsesområder



Figur 63: Kartlagte skredhendelser, planområdet ligger mellom de blå punktene - grønne prikkene viser områder der steinskred har ført til vegskade (kilde: NVE Atlas)

Vedlegg 21 Forsvarets skyte- og øvingsfelt



Figur 64: Forsvarets skyte- og øvingsfelt i skravert område. Planområdet ligger mellom de blå punktene (hentet fra: Norgeskart.no)

Vedlegg 22 Kostnadsutredning

Alternativ 1						
Entreprenskostnader						
Profilintervall						
Fra	Til	Kommentar	Lengde/ kvadratmeter	Enhetspris		Kostnad
0	1 100	Enkel utbedr.	1 100	30 000	kr	33 000 000
1 200	2 700	Utbedring	1 500	60 000	kr	90 000 000
3 450	6 952	Utbedring	3 502	60 000	kr	210 120 000
1 100	1 200	Bru (Eksist.)	900	25 000		
2 700	3 450	Tunnel (Eksist.)	750	120 000		
Sum						kr 333 120 000
Øvrige kostnader						
Rigg og drift	Grunnerverv	Øvrige kostnader, byggherre	Prosjekt- kostnader	MVA	Totale kostnader	
Påslags- prosjenter	15 %	5 %	5 %	25 %		
kr 49 968 000	kr 16 656 000	kr 16 656 000	kr 416 400 000	kr 104 100 000	kr 520 500 000	

Figur 65: Kostnadsutredning Alternativ 1

Alternativ 2						
Entreprenskostnader						
Profilintervall						
Fra	Til	Kommentar	Lengde/ kvadratmeter	Enhetspris		Kostnad
0	1 100	Enkel utbedr.	1 100	30 000	kr	33 000 000
1 200	2 700	Utbedring	1 500	60 000	kr	90 000 000
5 125	5 832	Utbedring	707	60 000	kr	42 420 000
5 972	6 843	Utbedring	871	60 000	kr	52 260 000
1 100	1 200	Bru (Eksist.)	900	25 000		
5 832	5 972	Bru	1 260	25 000	kr	31 500 000
2 700	3 450	Tunnel (Eksist.)	750	120 000		
4 050	5 125	Tunnel	1 075	120 000	kr	129 000 000
Sum						kr 378 180 000
Øvrige kostnader						
Rigg og drift	Grunnerverv	Øvrige kostnader, byggherre	Prosjekt- kostnader	MVA	Totale kostnader	
Påslags- prosjenter	15 %	5 %	5 %	25 %		
kr 56 727 000	kr 18 909 000	kr 18 909 000	kr 472 725 000	kr 118 181 250	kr 590 906 250	

Figur 66: Kostnadsutredning Alternativ 2

Alternativ 3						
Entreprensekostnader						
Profilintervall						
Fra	Til	Kommentar	Lengde/ kvadratmeter	Enhetspris	Kostnad	
0	1 100	Enkel utbedr.	1 100	30 000	kr	33 000 000
1 200	2 100	Utbedring	900	60 000	kr	54 000 000
5 000	6 353	Utbedring	1 353	60 000	kr	81 180 000
1 100	1 200	Bru (Eksist.)	900	25 000		
2 100	5 000	Tunnel	2 900	120 000	kr	348 000 000
Sum					kr	516 180 000
Øvrige kostnader						
Rigg og drift	Grunnerverv	Øvrige kostnader, byggherre	Prosjekt- kostnader	MVA	Totale kostnader	
Påslags- prosjenter	15 %	5 %	5 %	25 %		
kr 77 427 000	kr 25 809 000	kr 25 809 000	kr 645 225 000	kr 161 306 250	kr	806 531 250

Figur 67: Kostnadsutredning Alternativ 3

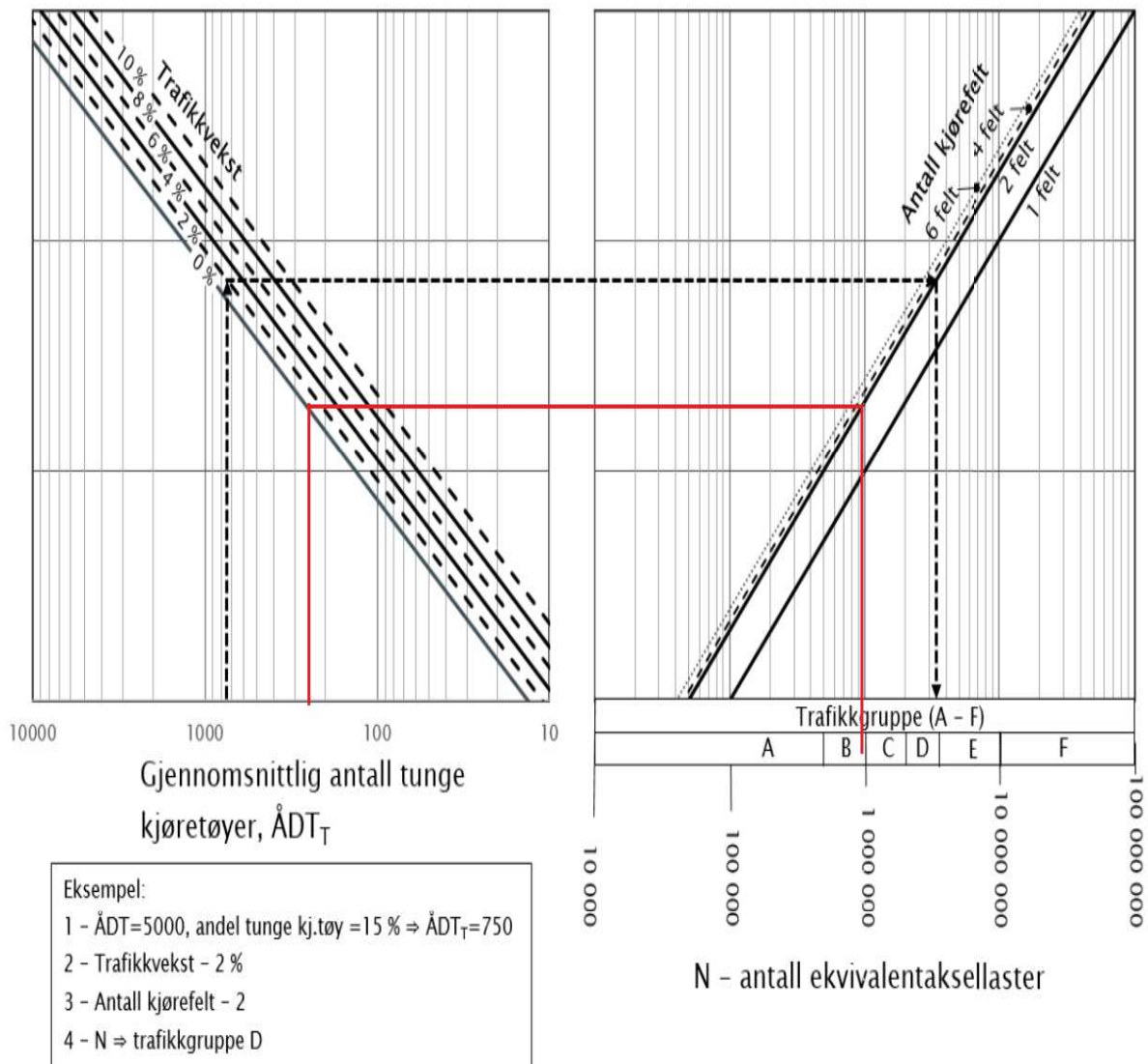
Alternativ 4						
Entreprensekostnader						
Profilintervall						
Fra	Til	Kommentar	Lengde/ kvadratmeter	Enhetspris	Kostnad	
0	1 100	Enkel utbedr.	1 100	30 000	kr	33 000 000
1 200	1 700	Utbedring	500	60 000	kr	30 000 000
5 700	6 350	Utbedring	650	60 000	kr	39 000 000
1 100	1 200	Bru (Eksist.)	900	25 000		
1 700	5 700	Tunnel	4 000	120 000	kr	480 000 000
Sum					kr	582 000 000
Øvrige kostnader						
Rigg og drift	Grunnerverv	Øvrige kostnader, byggherre	Prosjekt- kostnader	MVA	Totale kostnader	
Påslags- prosjenter	15 %	5 %	5 %	25 %		
kr 87 300 000	kr 29 100 000	kr 29 100 000	kr 727 500 000	kr 181 875 000	kr	909 375 000

Figur 68: Kostnadsutredning Alternativ 4

Alternativ 5						
Entreprensekostnader						
Profilintervall						
Fra	Til	Kommentar	Lengde/ kvadratmeter	Netto veglengde	Enhetspris	Kostnad
0	1 050	Enkel utbedring	1 050		30 000 kr	31 500 000
1 050	1 325	Ny veg	275		60 000 kr	16 500 000
3 025	3 125	Ny veg	100		60 000 kr	6 000 000
4 300	4 575	Ny veg	275		60 000 kr	16 500 000
6 250	6 475	Ny veg	225		60 000 kr	13 500 000
6 825	6 900	Ny veg	75		60 000 kr	4 500 000
2 825	3 025	Bru	1 800		25 000 kr	45 000 000
4 175	4 300	Bru	1 125		25 000 kr	28 125 000
6 475	6 825	Bru	3 150		25 000 kr	78 750 000
1 325	2 825	Tunnel	1 500		120 000 kr	180 000 000
3 125	4 175	Tunnel	1 050		120 000 kr	126 000 000
4 575	6 250	Tunnel	1 675		120 000 kr	201 000 000
Sum					kr	747 375 000
Øvrige kostnader						
Rigg og drift	Grunnerverv	Øvrige kostnader, byggherre	Prosjekt- kostnader	MVA	Totale kostnader	
Påslags- prosenter	15 %	5 %	5 %	25 %		
	kr 112 106 250	kr 37 368 750	kr 37 368 750	kr 934 218 750	kr 233 554 688	kr 1 167 773 438

Figur 69: Kostnadsutredning Alternativ 5

Vedlegg 23 Beregning av trafikkbelastning, N, og trafikkgruppe



Figur 70: Beregning av trafikkbelastning, N, og trafikkgruppe ved bruk av diagram [5, s.140]

Ifølge N200 beregnes trafikkbelastning, N, ved bruk av følgende uttrykk:

$$\begin{aligned}
 N &= 365 \cdot C \cdot E \cdot \text{ÅDT}_T \cdot f \cdot \frac{(1,0 + 0,01 \cdot p)^{20} - 1}{0,01 \cdot p} = \\
 &= 365 \cdot 2,4 \cdot 0,427 \cdot 245 \cdot 0,5 \cdot \frac{(1,0 + 0,01 \cdot 0,5)^{20} - 1}{0,01 \cdot 0,5} = \\
 &= 961\,291,8107 \quad (8)
 \end{aligned}$$

Resultatet i ligning 8 viser at dimensjonerende trafikkbelastning, N, for Fv30 er akkurat under 1 million ekvivalentaksellaster og beregninger stemmer bra med resultatet som kommer frem ved bruk av diagram presentert i figur 70 ⇒ **Trafikkgruppe B**.

Faktorverdier brukt i ligning 8 er som følger:

- C gjennomsnittlig antall aksler pr. tungt kjøretøy og settes normalt til $C=2,4$
- E gjennomsnittlig ekvivalensfaktor for akslene på tunge kjøretøy. Ettersom maksimalt tillatte akselast i Norge er 10 tonn, settes verdien til $E = 0,427$
- ÅDT_T gjennomsnittlig antall tunge kjøretøy per døgn
- $f = 0,50$ fordelingsfaktor. Ettersom Fv30 er planlagt som 2-feltsveg settes verdien til 0,5
- $p = 0,5\%$ prosentuell andel årlig trafikkvekst for tunge kjøretøy

Vedlegg 24 Vegdekke og bærelag

DEKKE (SLITELAG OG BINDLAG) AV BITUMINØSE MASSER (lagtykkelser i cm)				
Dekketype	ÅDT (i åpningsåret)			
	0 - 1000	1000 - 3000	3000 - 5000	> 5000
Myke dekketyper	4,0			
Stive dekketyper	3,0 over 3,0	3,5 over 3,0	4,0 over 3,0	4,0 over 4,0

Figur 71: Med den aktuelle trafikkmengde i åpningsåret skal dekke bestå av 3,5cm slitelag og 3,0cm bindelag [5, utklipp, s.154]

DIMENSJONERINGSTABELL FOR VEGER MED BITUMINØST DEKKE (lagtykkelser i cm)							
		TRAFIKKGRUPPE (Antall ekvivalente 10 t aksler per felt i dimensjoneringsperioden, N, mill.) Beregning av trafikkgruppe, se kapittel 511.					
		A (< 0,5)	B (0,5 - 1)	C (1 - 2)	D (2 - 3,5)	E (3,5 - 10)	F (> 10)
DEKKE		Dekketype og tykkelse velges på grunnlag av ÅDT i åpningsåret, se kapittel 530.					
BÆRELAG							
Anbefalte materialer:		Tykkelse (cm), bærelag					
Ag		9	10	11	12	13	14
Ag over Ap		5 over 6	6 over 7	6 over 8	7 over 8	7 over 9	7 over 10
Ag over Ak		5 over 10	6 over 10	7 over 10	8 over 10		
Ag over Gja		6 over 5	6 over 7	6 over 9	6 over 10		
Ag over Fk		5 over 10	6 over 10	7 over 10			
Fk		20					
FORSTERKNINGSLAG PÅ							
Materialtype i grunnen:	Bæreevne-gruppe	Tykkelse (cm), forsterkningslag med lastfordelingskoeffisient a = 1,0					
Bergskjæring, steinfylling, T1 ³⁾	1	30	30	30	30	30	30
Grus C _u ≥ 15, T1	2	30	30	30	30	30	30
Grus C _u < 15, T1 Sand C _u ≥ 15, T1 Bergskjæring, steinfylling T2 ³⁾	3	30	30	30	40	50	50
Sand C _u < 15, T1 Grus, sand, morene, T2	4 ⁴⁾	40	40	50	60	70	80
Grus, sand, morene, T3	5	50	60	70	70	80	90
Silt, leire, T4, c _u ≥ 50 kPa	6	60	70	70	80	90	100
Silt, leire, T4, c _u 37,5-50 kPa	6	60	70	80	80	90	100
Silt, leire, T4, c _u 25-37,5 kPa	6	60+20 ¹⁾	70+10 ¹⁾	80	80	90	100
Silt, leire, T4, c _u < 25 kPa	6	60+50 ¹⁾	70+40 ¹⁾	80+30 ¹⁾	80+30 ¹⁾	90+20 ¹⁾	100+10 ¹⁾
BÆRELAGSINDEKSKRAV, B_{Ik} ²⁾		39	45	50	54	62	65

Figur 72: Dimensjoneringstabell for veger med asfaltdekke, aktuelle data for strekningen er markert i rødt, mål i cm [5, utklipp, s.156]

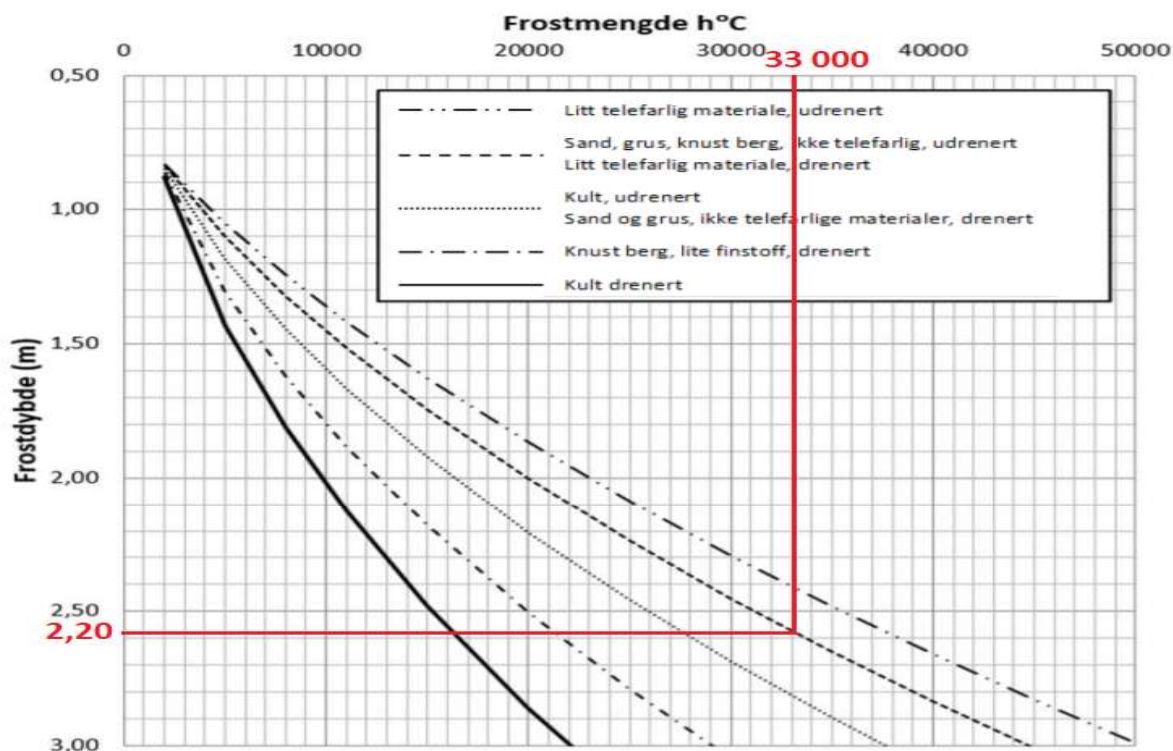
a	Material- betegnelser	Bindemiddel Kvalitet vegbitumen Kvalitet myk bitumen	Verdi, normal ⁴⁾	Verdi, krakelert ⁴⁾	Verdi, vannømfintlig materiale ⁴⁾	
					7-15 % < 63 µm	>15 % < 63 µm
Vegdekker						
Varmblandet asfalt unntatt drensasfalt	Sta, Top, Ab, Agb, Ska	35/50 Vegbitumen, PMB 50/70-160/220 ≥250/300	3,5 3,0 2,5	1,5 1,5 1,5		
Drensasfalt	Da	Vegbitumen, PMB	2,0	1,5		
Mykasfalt	Ma	Myk bitumen V≥6000 V<6000	1,5 1,25	1,25 1,25		
Emulsjonsgrus, tett	Egt	Vegbitumen Myk bitumen V≥12000	2,0 1,5	1,25 1,25		
Asfaltskumgrus	Asg	Vegbitumen Myk bitumen ≥330/430 V≥6000	1,75 1,5	1,25 1,25		
Enkel/dobbel overflatebehandling ⁵⁾	Eo/Do	Vegbitumen, PMB Myk bitumen	1,5 1,25	1,25 1,25		
Enkel/dobbel overflate- behandling med grus ⁵⁾	Eog/Dog	Myk bitumen V≥6000 V<6000	1,5 1,25	1,25 1,25		
Oljegrus/asfaltløsn.grus	Og/Alg	VO/BL		1,25		
Bærelag						
Sementstab.matr.	Cg, Cp		2,25	1,25		
Asfaltert grus	Ag	Vegbitumen 50/70-160/220 ≥250/300	3,0 2,75	1,5 1,5		
Asfaltert sand	As	Vegbitumen	2,0	1,25		
Asfaltert pukk	Ap	Vegbitumen	2,0			
Penetrert pukk	Pp	Vegbitumen	1,5			
Emulsjonsgrus Skumgrus	Eg/Sg		2,0 ¹⁾ 1,75 ²⁾ 1,5 ³⁾	1,25 1,25 1,25		
Bitumenstabilisert grus	Bg		1,75 ²⁾ 1,5 ³⁾ 1,25	1,25 1,25 1,25		
Gjenbruksasfalt, kaldprodusert	Gja	Vegbitumen Myk bitumen	1,75 1,5	1,25 1,25		
Knust betong	Gjb		1,25			
Forkilt pukk	Fp		1,25			
Knust berg	Fk		1,35			
Knust asfalt	Ak		1,35		0,75	0,5
Knust grus	Gk		1,25		0,75	0,5
Forsterkningslag						
Sand, grus, C _u < 15			0,75		0,5	0,5
Sand, grus, C _u ≥ 15			1,0		0,75	0,5
Pukk, kult			1,1		0,75	0,5
Resirkulerte materialer	Gjb Bm		1,0 1,0			

Figur 73: Lastfordelingskoeffisienter [5, utklipp, s.145]

Materialtype i grunnen	Nødvendig tykkelse, cm
Grus, sand, morene, T3, T4	30
Silt, leire, T4, c _u ≥ 50 kPa	50
Silt, leire, T4, c _u 37,5-50 kPa	60
Silt, leire, T4, c _u 25-37,5 kPa	80
Silt, leire, T4, c _u < 25 kPa	110

Figur 74: Minimumstykkelse på nederste lag mot undergrunnen ut fra anleggstekniske forhold [5, utklipp, s.149]

Vedlegg 25 Estimering av frostdybde



Figur 75: Estimert av frostdybde ved frostsikring med knust berg (årsmiddeltemp. 4°C [5, utklipp, s.148]

Utgangsdata for interpolasjon er vist i figur 76.

Frostsikringslag	Antatt vanninnhold i frostsikringslag	Årsmiddeltemperatur $^{\circ}\text{C}$					
		-2	0	2	4	6	8
Kult, drenert	1,0 %	-	1,66	1,21	1,00	0,87	0,79
Knust berg, lite finstoff, drenert	2,0 %	1,92	1,40	1,15	1,00	0,90	0,82
Kult, udrenert	4,0 %	1,43	1,23	1,10	1,00	0,92	0,86
Sand, grus, knust berg, ikke telefarlig, drenert							
Sand, grus, knust berg, ikke telefarlig, udrenert	6,0 %	1,29	1,17	1,08	1,00	0,94	0,89
Litt telefarlig materiale, drenert							
Litt telefarlig materiale, udrenert	8,0 %	1,22	1,13	1,06	1,00	0,95	0,90

Figur 76: Korreksjonsfaktor for korruksjon av frostdybde ved frostsikring med knust berg [5, utklipp, s.149]

Ettersom Holtålen kommune har årsmiddeltemperatur på 2.3°C skal korreksjonsfaktor for estimering av frostdybde interpoleres på denne måten:

$$\text{Interpolert Korreksjonsfaktor} = \frac{(2,3 - 2) \cdot (1 - 1,15)}{(4 - 2)} + 1,15 = 1,1275 \quad (9)$$

Ligning 9 og frostdybde hentet fra figur 75 gir den forventede frostdybde langs strekningen på $2,20\text{m} \cdot 1,1275 = \underline{2,48\text{m}}$.

