

Linjeoptimalisering med konsekvensanalyse og kostnadsberegning for E39 mellom Stormyra og Flauglia i Heim kommune

Line optimization of road alignment with
consequence analysis and cost calculation for
E39 between Stormyra and Flauglia in Heim
county, Norway

Trondheim Juni 2020

Basel Nazim Al-Ibrahim
Steinar Hovde

Intern veileder:
Nils Kobberstad

Ekstern veileder:
Amund Bach Stranden

Prosjektnr: 14 - 2020

Rapporten er ÅPEN



NTNU

Fakultet for ingeniørvitenskap

Institutt for bygg- og miljøteknikk

Problemdefinering og prosjektbeskrivelse

Oppgaven er utformet av Statens vegvesen og omhandler delstrekningen Stormyra – Flauglia i Heim kommune. Strekningen har en lengde på 15.7 km og springer ut fra en konseptutvalgutredning (KVU) for Orkdalsregionen, utarbeidet av Statens vegvesen region midt på oppdrag fra Samferdselsdepartementet.

Utredningen slår fast at store deler av E39 i Orkdalsregionen er dårlig egnet som europaveg, med redusert bredde, dårlig linjeføring og mange direkte avkjørsler. Innenfor oppgavens strekning er området ved Dyrgrova et spesielt utsatt rasområde med i tillegg krevende horisontalkurvatur.

Resultatmål

Målet med oppgaven er å identifisere problemområder i eksisterende veg og utarbeide forslag til løsninger med forankring i ønskede måloppnåelser, beskrevet i konseptutvalgutredningen. Presenterte løsninger skal konsekvensutredes etter metode beskrevet i håndbok V712 Konsekvensanalyser

Resultatene skal presenteres som oppgavebeskrivelse og B-, C-, F- og U-tegninger etter kravene definert i håndbok R700.

Stikkord

Linjeoptimalisering, behovsanalyse, dimensjoneringsklasse, dimensjonering av overbygning, mengdeberegning, modellbasert planlegging, konsekvensanalyse, kostnadsberegning.

Forord

Denne oppgaven er skrevet av to studenter ved NTNU i Trondheim og markerer slutten på en treårig bachelor i ingeniørfag med fordypning i Teknisk planlegging. Bacheloroppgaven er skrevet ved Institutt for bygg og miljøteknikk (IBM) i samarbeid med Statens vegvesen.

Bacheloroppgaven tar for seg en vegstrekning langs E39 i Heim kommune, Trøndelag fylke. I forbindelse med prosjektet Ferjefri E39 har Statens vegvesen region midt sett på ulike strategier for utvikling av E39 innenfor Orkdalsregionen, og i så måte dannet et grunnlag for oppgaven. Bakgrunn for valg av oppgave var en felles interesse for vegprosjektering og et ønske om å lære mer om de ulike prosessene som inngår i planlegging av større vegprosjekter. Samtidig har vi hatt et ønske om å bli mer kompetente i bruken av Novapoint innenfor prosjektering, noe denne oppgaven har hatt som en forutsetning.

Arbeidet med oppgaven har vært variert og lærerikt. Å produsere en bacheloroppgave er en langvarig prosess. Vi har i arbeidet med oppgaven vært innom flere fagområder hvor følelsen av manglende kompetanse og ønsket om å lære hele tiden har vært påtrengende. Det har da vært godt å kunne dra nytte av kompetansen NTNU og Statens vegvesen besitter, hvor vi har kommet i kontakt med personer som mer enn gjerne ønsket å dele av sin fagkunnskap. Uten disse personene hadde resultatet av oppgaven helt klart blitt annerledes. Vi ønsker derfor å rette en spesiell takk til:

- Amund Bach Stranden ved Statens vegvesen for god veiledning og oppfølging i Novapoint som ekstern veileder for oppgaven.
- Nils Kobberstad ved NTNU for faglig diskusjon og teoretisk veiledning som intern veileder for oppgaven.
- May-Berit Eidsaune ved Statens vegvesen for veiledning i bruk av EFFEKT6.73.
- Stig Gunnar Lillevik ved Statens vegvesen for hjelp til prissetting i forbindelse med rassikring.

Basel Albrahim

Basel Nazim Al-Ibrahim

Steinar Hovde

Steinar Hovde

TrondheimTrondheim, 2020

Summary

This task deals with alternatives for the improvement of E39 between Stormyra and Flauglia in Heim municipality, Trøndelag. The thesis presents alternatives of varying interventions that will be assessed in consequence with cost-benefit analysis and detailed design of a final choice alternative.

The thesis has been designed by the Norwegian Public Roads Administration and carried out by the students Basel Nazim Al-Ibrahim and Steinar Hovde at NTNU in Trondheim. The internal supervisor is Nils Kobberstad while the external supervisor at the Norwegian Public Roads Administration is Amund Bach Stranden.

The task aims to present a proposal for road alignment that best solves problems related to accessibility, reduces the number of killed and seriously injured, and safeguards local interests. In total, five alternatives have been prepared which are measured against the current situation:

Concept 0 ⁺ :	Widening of the road and smaller traffic safety measures on existing road
Concept EvT Northern:	Improvement to H1 standard, with tunnel north of Dyrgrova.
Concept EvT Southern:	Improvement to H1 standard, with tunnel south of Dyrgrova
Concept NvT Northern:	E39 in a partly new alignment, with tunnel north of Dyrgrova.
Concept NvT Southern:	E39 in a partly new alignment, with tunnel south of Dyrgrova.

Alternatives are assessed based on net benefit per krone invested, non-priced consequences, achievements of social goals, and specified requirements for development. The final ranking gives NvT Nordre the best rating, with EvT Nordre second best. NvT Nordre had the best net benefits per krone invested, the largest reduction in the number of people killed and seriously injured, and had the second-best reduction in travel time.

Sammendrag

Denne oppgaven tar for seg alternativer til utbedring av E39 mellom Stormyra og Flauglia i Heim kommune, Trøndelag. Oppgaven presenterer alternativ av varierende inngripen som konsekvensutredes med nytte-kostnadsanalyse og detaljprosjektering av endelig valgt alternativ.

Oppgaven er utformet av Statens Vegvesen region midt, og utført av studentene Basel Nazim Al-Ibrahim og Steinar Hovde ved NTNU i Trondheim. Intern veileder er Nils Kobberstad og ekstern veileder ved Statens Vegvesen er Amund Bach Stranden.

Oppgaven sikter på å presentere et forslag til vegtrasé som best løser problemene knyttet til fremkommelighet, gir reduksjon i antall drepte og hardt skadde og ivaretar lokale interesser. I alt er det utarbeidet fem alternativer som måles mot dagens situasjon:

Konsept 0 ⁺ :	Breddeutvidelse og mindre trafikksikkerhetstiltak på eksisterende trasé
Konsept EvT Nordre:	Utbedring til H1-standard, med tunnel nord for Dyrgrova
Konsept EvT Søndre	Utbedring til H1-standard, med tunnel sør for Dyrgrova
Konsept NvT Nordre	E39 i delvis ny trasé, med tunnel nord for Dyrgrova
Konsept NvT Søndre	E39 i delvis ny trasé, med tunnel sør for Dyrgrova

Alternativene vurderes ut ifra netto nytte per budsjettkrone, ikke-prissatte konsekvenser, oppnåelse av samfunns mål og egne krav til utbygging. Endelig rangering gir NvT Nordre best vurdering, med EvT Nordre som nest best. NvT Nordre hadde best netto nytte per budsjettkrone, størst reduksjon i antall drepte og hardt skadde, og var nest best på fremkommelighet.

Innhold

Forord	i
Summary	iii
Sammendrag	v
Figurer	xi
Tabeller	xiii
1 Innledning	1
1.1 Ferjefri E39	1
1.1.1 Hovedtrekk	1
1.1.2 Mål med Ferjefri E39	3
1.2 Prosjektområdet	5
1.2.1 Tilknytning til E39	5
1.2.2 KVU Orkdalsregionen	6
1.2.3 Geografisk avgrensning	7
1.3 Formål med bacheloroppgaven	7
1.3.1 Problemstilling	7
1.3.2 Deloppgaver	8
1.3.3 Detaljeringsnivå	9
2 Situasjonsbeskrivelse	11
2.1 Miljø	11
2.1.1 Landskapsbilde	11
2.1.2 Klima	12
2.1.3 Naturmangfold	12
2.2 Bebyggelse og arealbruk	13
2.2.1 Boliger	13
2.2.2 Friluftsliv	14
2.2.3 Kulturarv	15
2.3 Veg og trafikkforhold	16
2.3.1 Transportulykker	18
2.3.2 Kollektivtrafikk	19
2.4 Terreng og grunnforhold	20
2.4.1 Kvartærgeologi	20
2.4.2 Berggrunnsgeologi	21
2.4.3 Skred	22

3 Problemanalyse	25
3.1 Kapasitet i transportsystemet	25
3.2 Framkommelighet	26
3.3 Trafikksikkerhet	27
3.4 Skred	27
4 Behovsanalyse	29
4.1 Regionale/ lokale behov	29
4.1.1 Trøndelag Fylkeskommune	29
4.1.2 Orkdalsregionen	30
4.1.3 Heim kommune	30
4.1.4 Oppsummering Regionale/kommunale behov	30
4.2 Interessentgruppers behov	31
4.2.1 Primære interessenter	31
4.2.2 Sekundære interessenter	32
4.3 Samlet behovsvurdering	33
4.3.1 Målkonflikter	33
5 Mål og Krav	35
5.1 Samfunnsmål	35
5.2 Effektmål	35
5.2.1 Betingelser som konseptene skal oppfylle	35
6 Utarbeidede Alternativer	37
6.1 Fremgangsmåte	37
6.1.1 Trinn 1-2: Tiltak som kan påvirke transportbehovet og påvirke valg av transportmiddel, og tiltak som kan gi mer effektiv utnyttelse av eksisterende infrastruktur	37
6.1.2 Trinn 3. Mindre ombyggingstiltak	38
6.1.3 Trinn 4: Større ombyggingstiltak eller utbygging i ny trase	39
6.2 Konseptene	40
6.2.1 0-Referanse	40
6.2.2 Konsept 0 ⁺	40
6.2.3 Konsept EvT	41
6.2.4 Konsept NvT	42
7 Konsekvensanalyse	43
7.1 Samfunnsøkonomisk analyse	44
7.1.1 Investeringskostnader	44
7.1.2 Investeringskostnad Alternativ 0 ⁺	45
7.1.3 Investeringskostnad EvT	47
7.1.4 Investeringskostnader NvT	47

7.2	Prissatte konsekvenser	47
7.3	Ikke prissatte konsekvenser	49
7.3.1	Verdivurdering	49
7.3.2	Landskap	49
7.3.3	Friluftsliv/by- og bygdeliv	51
7.3.4	Naturmangfold	52
7.3.5	Kulturarv	53
7.3.6	Naturressurser	53
7.3.7	Total vurdering ikke-prissatte temaer	54
7.4	Sammenstilling av konsekvenser	55
7.5	Måloppnåelser	55
7.5.1	Samfunns mål	55
7.5.2	Generelle samfunns mål/ønskede sideeffekter	56
7.5.3	Krav	57
7.5.4	Sammenstilling måloppnåelser	57
8	Drøfting	59
9	Beskrivelse valgt alternativ	61
10	Autonome bilers oppfatning av omgivelser	63
10.1	Typisk arkitektur i autonome biler	64
10.1.1	Lokalisering	65
10.1.2	Kartlegging av statiske hinder	65
10.1.3	Kartlegging av vegens informasjon	66
10.1.4	Oppfattelse av bevegende objekter	67
10.1.5	Oppfattelse av Trafikksignaler	68
A	Vedlegg	73
A.1	Artikkel	74
A.2	Plakat	76
A.3	Risikoaksept for skred	77
A.3.1	Løsninger	79
A.4	Avkjørsler innenfor prosjektområdet	80
A.5	De enkelte avkjørslene	82
A.6	Dimensjoneringsgrunnlag	85
A.7	Skredhendelser	92
A.8	Landbruksgrenser	93
A.9	Ulykkesregistrering	94
A.10	Kurvaturer	95
A.11	Terreng	98
A.12	Ressurskart løsmasser	104

A.13 Investeringskostnader EvT	105
A.14 Investeringskostnader NvT	106
A.15 Friluftsområder	107
A.16 Naturområder	108
A.17 Kulturminner	109
A.18 Jordbruksområder	112

Figurer

1.1 Fremdriftskart E39	2
1.2 Kart over regionstyper	5
1.3 Effektmål beskrevet i KVV Orkdalsregionen	6
1.4 E39 Stormyra - Flauglia	7
1.5 Illustrasjon av prosjektfaser ved større utbygginger.	9
2.1 E39 ut fra Søvdalen mot Stormyra. I bakgrunnen skimtes Vasslivatnet	11
2.2 Årsmiddeltemperatur langs strekningen	12
2.3 Sødalen og Vinnstormyra	13
2.4 Hovedområder arealbruk	13
2.5 Eriluftsområder	14
2.6 Sykkeltrafikk omkring planområdet (Kilde: Strava Heatmap)	14
2.7 Strekningen Stormyra - Flauglia	16
2.8 Avkjørsler fra E39 til bebyggelse og landbruk ved Stølen og Myrvang	16
2.9 Skråtrasering med stedvis stram kurvatur. (foto: Steinar Hovde)	17
2.10 Ulykkesstatistikk 2010-2019 (kilde: NVDB)	18
2.11 Eksisterende Busstopp langs strekningen	19
2.12 Kvartærgeologisk kart over planområdet. (Kilde: geo.ngu.no)	20
2.13 Veiledning til vurdering av grunnforhold basert på kvartærgeologiske kart, [45]	20
2.14 Utklipp av NGUs berggrunnskart (1:250 000), [31]	21
2.15 Registrerte skred per år 2003-2017	22
2.16 Skred fordelt gjennom året	22
3.1 Simulert årdøgntrafikk for år 2030 og 2050 (kilde: KVV Orkdalsregionen)	25
3.2 Eksempler på unødvendig horisontalgeometri langs strekningen. (kilde: Google Maps)	26
6.1 Konsept EvT	41
6.2 Nordre og søndre tunnelalternativ om Dyrgrova	41
6.3 Kurvaturendring Vasslia	42
7.1 Hovedgrep for konsekvensanalyse i Hb V712	43
7.2 Utbedringskostnad etter terrengtype	45
9.1 Kurveutretting og kryssløsning	62
9.2 Sanering Vasslia	62
10.1 Grafisk visualisering av de ulike trinnene i SAE J3016	64
10.2 Typisk hierarkisk struktur i selvkjørende biler	65

10.3 Eksempel på bruk av Occupancy Grid Map	66
10.4 Grid-kart	67
10.5 Grafisk fremvisning av et lanelet map	67
10.6 Eksempel på segmentering av Bispegata i Trondheim.	68
A.1 Artikkel	75
A.2 Plakat	76
A.3 Risikomatrise	77
A.4 Skjematisk figur som illustrerer intervallet mellom akseptabel og uakseptabel risiko.	78
A.5 Sammenheng mellom avkjørselstetthet og ulykkesrisiko	81
A.6 Avkjørsler Stølen	82
A.7 Registrerte skredhendelser i NVDB langs oppgavens strekning 1:50 000	92
A.8 Landbruksgrenser (<i>Kilde: gardskart.nibio.no</i>)	93
A.9 Kart over ulykker	94
A.10 Fargelagt terrenghelning i grader langs oppgavens strekning. (<i>kilde: Høydedata</i>)	103
A.11 Ressurskart løsmasser i nærhet til planområdet (<i>Kilde: geo.ngu.no/kart/grus_pukk</i>)	104
A.12 Total investeringskostnad for nordre og søndre alternativ	105
A.13 Total investeringskostnad for nordre og søndre alternativ	106
A.14 Registrerte friluftsområder	107
A.15 Viktige naturområder	108
A.16 Oversikt over kulturminner	109
A.17 Jordbruksområder og dyrkbar jord	112

Tabeller

1.1 Sammenlikning av ÅDT og ulykkes/skadefrekvens langs E39.	4
2.1 Eldre kulturminner i planområdet	15
2.2 Fordeling av skredtyper og størrelse langs strekningen	23
4.1 Primære Interessenter	31
4.2 Sekundære interessenter	32
5.1 Effektmål	35
7.1 Enhetspriser med kostnadsspenn (1000 NOK)	44
7.2 Terrenginndeling i prosjektområdet etter type	45
7.3 Totale kostnader ved breddeutvidelse i kurvatur	46
7.4 Totale kostnader for 1.0m breddeutvidelse	46
7.5 Beregningsforutsetninger	47
7.6 Prissatte konsekvenser	48
7.7 Prosjektområdets kvaliteter rangert etter hovedkomponenter	50
7.8 Samlet vurdering med hensyn på landskap	51
7.9 Samlet vurdering med hensyn på landskap	52
7.10 Samlet vurdering med hensyn på naturmangfold	52
7.11 Samlet vurdering med hensyn på kulturarv	53
7.12 Samlet vurdering med hensyn på naturressurser	54
7.13 Samlet vurdering ikke-prissatte konsekvenser	54
7.14 Samlet konsekvensvurdering, netto nytte er bekrevet i MNOK	55
7.15 Reduksjon i reisetid for lette kjøretøy	55
7.16 Reduksjon i reisetid for tunge kjøretøy	56
7.17 Reduksjon kostnader drepte og hardt skadde [1000NOK]	56
7.18 Tilkost til viktige næringsareal	56
7.19 Reduksjon i klimautslipp CO2-ekvivalenter (tonn). Negativt tall betyr redusert utslipp.	57
7.20 Samlet rangering av samfunnsmaal	57
8.1 Samlet rangering av nytte, måloppnaelse og krav	59
A.1 Årlig nominell skredsannsynlighet langs enhetsstrekninger innenfor prosjektområdet	79
A.2 Avkjørselsholdning langs prosjektet	81

Innledning

I dette kapittelet gis det en introduksjon til valgt tema i bacheloroppgaven, samt hvilke avgrensninger som er gjort. Kapittelet innledes med en innføring i prosjektet Ferjefri E39, og hvordan oppgaven er knyttet opp mot prosjektet. Videre presenteres problemstilling, med en mer konkret beskrivelse og oppbygning av oppgaven. Bacheloroppgaven har som mål å fremlegge en ny og bedre løsning for en eksisterende vegstrekning langs E39. Denne strekningen går fra Stormyra til Flauglia, i Heim kommune, Trøndelag fylke.

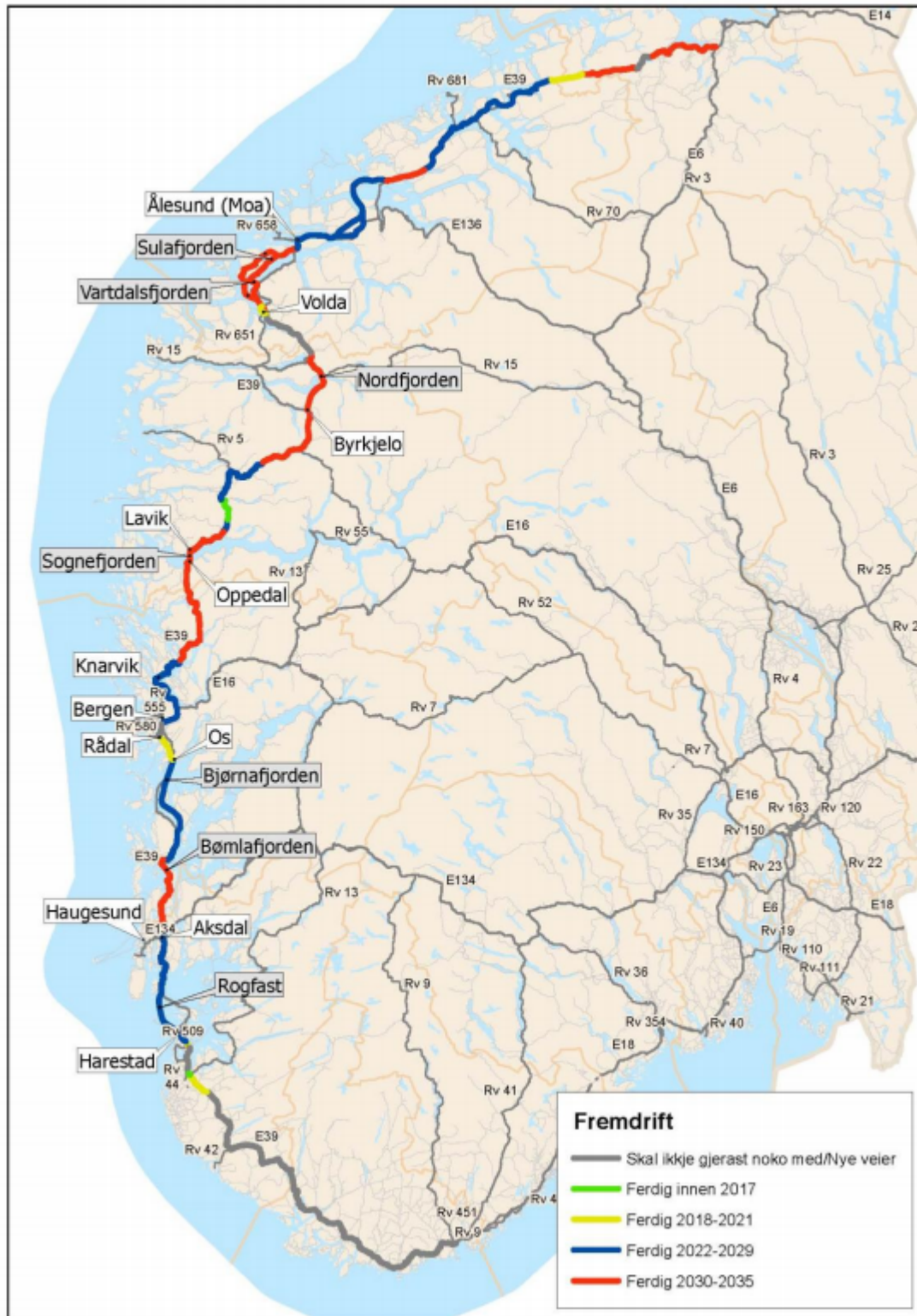
1.1 Ferjefri E39

1.1.1 Hovedtrekk

Europavei 39 strekker seg mellom Klett i Norge og Aalborg i Danmark. Total lengde i Norge er 1068 kilometer [50], og løper fra Trøndelag vestover langs kysten gjennom Møre og Romsdal, Vestland og Rogaland, før den ender i Kristiansand, Agder fylke. Strekningen tar mellom 20 og 21 timer å kjøre, og inkluderer 7 fjordkryssninger med ferge. I Danmark fortsetter E39 fra Hirtshals via Hjørring til Aalborg, der den møter europavei 45.

E39 er en del av det transeuropeiske transportnettet (TEN-T), og Norge har gjennom EØS-avtalen forpliktet seg til retningslinjene for det europeiske hovedvegnettet. Formålet med samarbeidet er å lukke hull i transportnettet, fjerne flaskehalsar og tekniske barrierer, samt styrke det sosiale, økonomiske og territoriale samholdet i EU [32]. TEN-T deles øvrig inn i et kjernenettverk, som består av de strategisk viktigste elementene i transportnettet innenfor EU, og et omfattende nettverk, som inkluderer alle større transportruter innad i medlemslandene. Kjernenettverket skal være ferdigstilt i 2030, mens det omfattende nettverket, som E39 er en del av, skal være ferdigstilt innen 2050 [27].

På nasjonalt nivå har ambisjonene i de to siste transportplanene vært å innen 20 år binde vestlandet sammen med en opprustet og ferjefri E39. Opprustningen vil korte ned strekningen med 47 kilometer, og redusere reisetiden til i overkant av $10\frac{1}{2}$ time [50]. Det forventes at en utbedret og ferjefri E39 vil føre til stor trafikkvekst, og det er i den forbindelse utført konsekvensutredninger for det aller meste av E39. Statens vegvesen har i vedlegget *Utviklingsstrategi for ferjefri og utbedra E39* til NTP 2018-2029 delt utbyggingen inn i 12 hovedstrekninger, med planlagt ferdigstillelse i år 2035. Figur 1.1 på neste side viser planlagt ferdigstillelse av hver delstrekning.



Figur 1.1: Fremdriftskart E39

1.1.2 Mål med Ferjefri E39

Nasjonal Transportplan 2018-2029

Ferjefri E39 skal, som resten av vegnettet bidra til “Et transportsystem som er sikkert, fremmer verdiskaping og bidrar til omstilling til lavutslippssamfunnet.” Det fremkommer av det overordnede og langsiktige målet i transportpolitikken som legger føringen for utviklingen av transportsystemet frem mot 2050. Regjeringen har i NTP 2018-2029 delt målet inn i tre selvstendige hovedmål:

- Bedre fremkommelighet for personer og gods i hele landet
- Redusere transportulykkene i tråd med nullvisjonen
- Redusere klimagassutslippene i tråd med en omstilling mot et lavutslippssamfunn og redusere andre negative miljøkonsekvenser

Fremkommelighet

God fremkommelighet krever at transport kan gjennomføres på en effektiv og forutsigbar måte. Dagens E39 tar over 20 timer å kjøre i sin helhet. Det er tilnærmet det dobbelte enn om man kjører Kristiansand - Trondheim via E18 og E6. En omlegging til ferjefri E39 vil gi betydelige reisetidsgevinster, og bidra til utvikling, verdiskaping og næringslivsstruktur langs strekningen. Ny E39 vil også bidra til en jevnere vegstandard langs vegstrekningen. Dagens standard langs E39 er svært varierende, og kombinert med lang reisetid skaper det uforutsigbarhet i transporttider og har ført til at deler av trafikken velger andre ruter. Et eksempel på dette er E39 Rogfast, hvor standarden på vegen har ført til at unødvendig mye trafikk tar vegen østover, og inn på et presset transportsystem rundt Oslo [43].

Nullvisjon

Nullvisjonen har som mål om ingen drepte eller hardt skadde i vegtrafikken. I transportplanen er det fastsatt et delmål om maksimalt 350 drepte og hardt skadde i 2030. Det var i 2018 710 drepte og hardt skadde i trafikken [29], en samlet nedgang på 12.35% siden 2015. En omlegging av E39 til jevnere vegstandard med større andel firefelts eller to-/trefeltsveg med midtrekkverk vil bidra til å gjøre E39 en sikrere transportrute. Rambøll utførte i 2014, på vegne av Statens vegvesen en ulykkesanalyse for E39. [25, side 10] Rapporten viser dobbelt så høy ulykkesfrekvens¹ og fem ganger høyere skadegradsfrekvens² på lavtrafikkerte strekninger langs E39 (se tabell 1.1 neste side). Tallene er basert på et datagrunnlag fra en åtteårsperiode mellom 2006 og 2013. Noe av forklaringen kan ligge i at strekningene med lav ÅDT har ofte en større andel direkte avkjørsler og generelt dårligere standard enn høytrafikkerte strekninger.

¹Antall politirapporterte personskadeulykker per million vognkilometer

²Vektet skadegrad per million vognkm.

	Lengde (km)	Ulykkesfrekvens	Skadegradsfrekvens
Hele E39 unntatt ramper og armer	1030	0.11	0.38
Lavtrafikkerte strekninger (ÅDT <4000)	460	0.14	0.80
Ekstra lavtrafikkerte strekninger (ÅDT <2000)	194	0.16	1.11
Høytrafikkerte strekninger (ÅDT >10 000)	139	0.10	0.28
Ekstra høytrafikkerte strekninger (ÅDT >20 000)	59	0.08	0.21

Tabell 1.1: Sammenlikning av ÅDT og ulykkes/skadefrekvens langs E39.

Miljø og klima

Når det kommer til klima og miljøkonsekvenser vil ny E39 ha både positive og negative sider. Møtefri veg av høy standard legger beslag på mye areal. Stiv linjeføring gir utfordringer i forhold til inngrep i kulturminner, friluftsinnteresser og vilt. Statens vegvesen har med bidrag fra konsulenter sett på utslipp av CO₂ fra et fergefritt og utbedret E39 sammenliknet med drift på eksisterende veg. Rapporten er fra 2016 og inkluderer følgende faktorer:

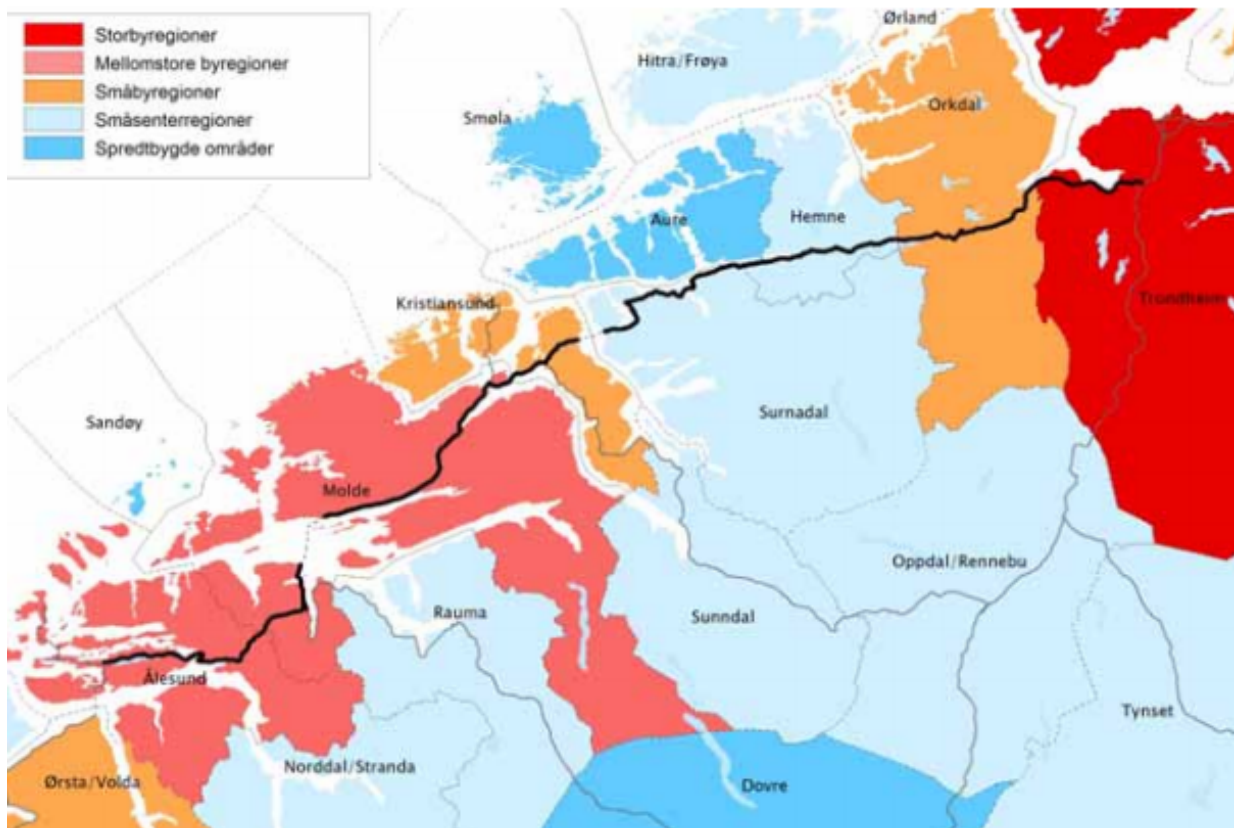
- Økt trafikk	Fører til <i>økning</i> i utslipp
- Bedre geometri	Fører til <i>minking</i> i utslipp
- Jevnere hastighet	Fører til <i>minking</i> i utslipp
- Høyere hastighet	Fører til <i>økning</i> i utslipp
- Bruk av bompenger	Fører til <i>minking</i> i utslipp
- Bygging + drift og vedlikehold av fjordkryssingene	Fører til <i>økning</i> i utslipp
- Bygging + drift og vedlikehold av veg	Fører til <i>økning</i> i utslipp
- Fjerning av ferger	Fører til <i>minking</i> i utslipp
- Fjerning av flytrafikk	Fører til <i>minking</i> i utslipp
- Fjerning av hurtigbåttrafikk	Fører til <i>minking</i> i utslipp

Faktorene sees på i en 40 års sammenheng, fra 2020 til 2060. Det vil si at regnskapet baserer seg på ferdig bygget ferjefri strekning fra år 2020. Vi vet nå at det ikke er realiserbart, og det er uklart hvilken konsekvens det har for resultatet. Utregningene er gjort uten å inkludere bruk av bompenger, noe som også er usannsynlig. Dette er gjort for å gi beregningen en feilmargen for eventuelle høyere trafikk tall. Konklusjonen med disse forutsetningene er at det ved utbedret og fergefri E39 slippes ut 45.1 mill. tonn CO₂ kontra 45.4 mill. ved fortsatt drift på dagens E39. Dersom bompenger blir inkludert i en 15-årsperiode etter at prosjektet er realisert, vil utslipp fra ny E39 bli 10% lavere enn for dagens E39 44

1.2 Prosjektområdet

1.2.1 Tilknytning til E39

Vegstrekningen oppgaven omhandler er knyttet til en del av E39 som er svært viktig i koblingen av Trøndelag og Nordvestlandet. Med Møreaksen vedtatt og forprosjekter for ferjefri kryssing av Halsafjorden i gang, er det allerede gjort store fremskritt i å knytte sammen regionene. Strekningen er per i dag en flaskehals for tungtrafikk og busstrafikk mellom Møre og Trøndelag, og har ført til at godstransport mellom regionene velger lengre omkjøringer. Dette virker hemmende for sammenkoblingen av eksport og arbeidsmarkedene. En utbedret ferjefri strekning mellom Ålesund og Trondheim vil endre tungtransportens foretrukne rute via Dombås (E136 og E6) til E39 langs Vinjefjorden, og medføre en reduksjon i kjørelengde på rundt 120km (30%) [48, s.12].



Figur 1.2: Kart over regionstyper (Kilde: Riksvegutredningen 2015, rute 4b)

1.2.2 KVU Orkdalsregionen

Som nevnt innledningsvis omhandler utredningen strekningen E39 Stormyra - Klett, og de delene av fylkesvegnettet som representerer en alternativ transportrute til E39.

Anbefalingene gjort i utredningen springer ut fra en helhetlig vurdering av regionen, og vil være retningsførende for avgjørelser i oppgaven. Figur 1.3 viser spesifiserte samfunns- og effektmål for E39 og Orkdalsregionen.

Samfunns mål:

- I 2050 skal E39 være en effektiv og sikker hovedvegsforbindelse mellom Nordvestlandet og Trøndelag
- I 2050 skal Orkdalsregionen ha et vegtransportsystem som sikrer god fremkommelighet for gods- og næringstransport

Effektmål:

Effektmål avledet fra samfunns mål	
Effektmål	Indikator
Effektiv: Bedre framkommelighet mellom Stormyra og Klett og mellom Orkanger og Berkåk	Reisetid mellom Stormyra og Klett (tid) skal reduseres med <ul style="list-style-type: none"> - minimum 10 minutter for lette kjøretøy - minimum 8 for tunge kjøretøy
Bedre framkommelighet for gods- og næringstransport mellom Orkanger og Berkåk	Reisetid mellom Orkanger- Berkåk skal reduseres med <ul style="list-style-type: none"> - minimum 15 minutter for lette kjøretøy - minimum 10 min for tunge kjøretøy
Sikker: Antall drepte og hardt skadde skal reduseres	Antall drepte og hardt skadde i analyseperioden (40 år). Konseptenes relative forskjeller vurderes.

Effektmål avledet fra generelle samfunns mål /ønskede sideeffekter	
Mål	Indikator
Økning i antall reisende med kollektivtransport	Antall kollektivreisende
Tilbudet for gående- og syklende mellom Orkanger og Klett skal bedres	Konseptenes tilrettelegging for gående og syklende vurderes i forhold til hverandre
Reduserte klimagassutslipp	Redusert CO2- utslipp (tonn/ ekvivalenter)
Orkanger havn skal ha god tilknytning til E39 i Orkanger	Konseptenes mulighet til effektiv og god tilknytning til Orkanger havn.

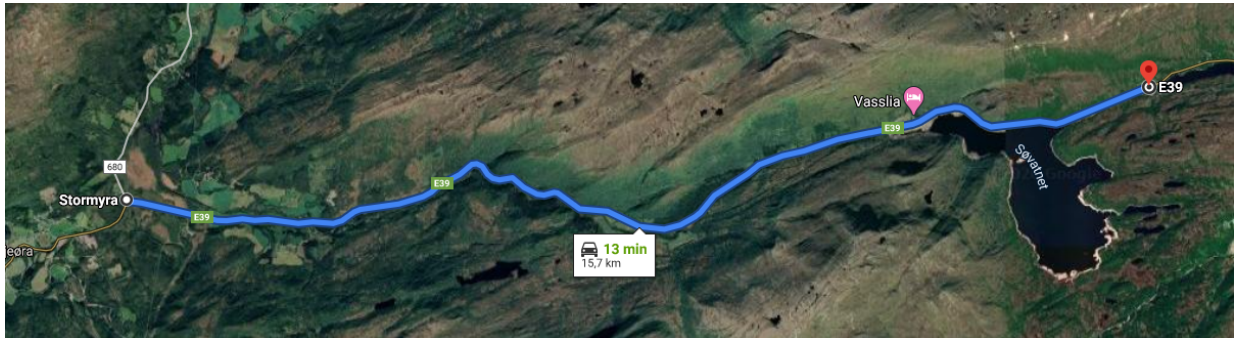
Figur 1.3: Effektmål beskrevet i KVU Orkdalsregionen

Øvrige betingelser konseptene skal oppfylle

- Der det foreslås tiltak på vegnettet skal det legges til rette for modulvogntog.
- Grad av mulige utbyggingsetapper (Etappevis utbygging kan gi bedre økonomisk utnyttelse av investeringene).

1.2.3 Geografisk avgrensning

Strekningen avgrenser seg til start ved Stormyra, etter krysset ved avkjøring Fv680 til Kyrkseterøra, og går oppover Søvassdalen gjennom Dyrgrova til Flauglia. Strekningens totale lengde er 15.7km. Dagens E39 består av to felt med en gjennomsnittlig vegbredde under 7.25m og gjennomgående fartsgrense på 80 km/t. ÅDT langs strekningen var i 2019 på 2040.



Figur 1.4: E39 Stormyra - Flauglia

1.3 Formål med bacheloroppgaven

Nedenfor presenteres problemstillingen for bacheloroppgaven, samt hvilke hovedaktiviteter oppgaven inneholder.

1.3.1 Problemstilling

Det blir i bacheloroppgaven sett på mulige alternativer for vegstrekningen beskrevet over. Problemstillingen til bacheloroppgaven er gitt i rammen nedenfor.

Strekningen Stormyra - Flauglia er dårlig egnet som europaveg, med redusert vegbredde, dårlig linjeføring og mange direkte avkjørsler. Bacheloroppgaven skal presentere mulige alternativer for en ny og utbedret E39, som gjennom en utvelgelsesprosess skal resultere i ett forslag som best løser dagens og fremtidens utfordringer.

Strekningen var opprinnelig tiltenkt en H5-standard med bakgrunn i et ønske om en sammenhengende, ensartet standard fra Stormyra til Orkanger. Siden E39 inngår i TEN-T vegnettet, er en av landets nasjonale hovedveger og en del av ferjefri E39, ble det opprinnelig vurdert at dette kunne rettferdiggjøre en høyere standard på strekningen enn det trafikkgrunnlaget skulle tilsi. Vurderingen gjort i konseptutvalgutredningen viste derimot at det ikke var grunnlag for den høye standarden, og at det var riktigere å legge en H1-standard til grunn i tråd med trafikkgrunnlaget for strekningen frem mot 2050. Presenterte forslag i oppgaven baserer seg derfor på vegstandard H1.

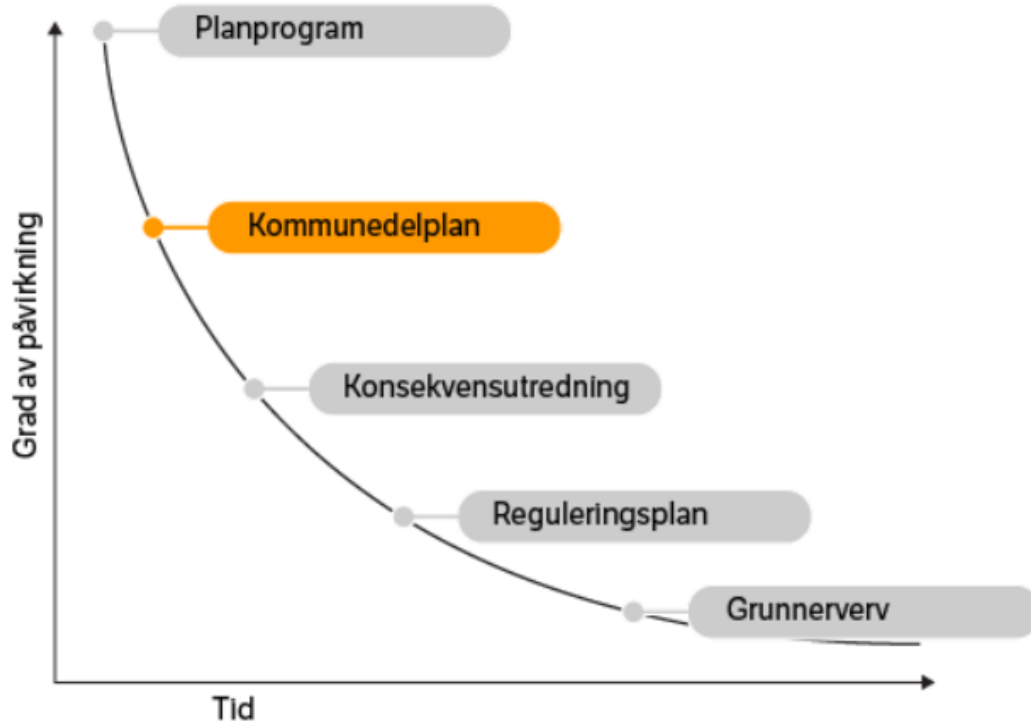
1.3.2 Deloppgaver

Følgende hovedaktiviteter er satt opp for oppgaven:

- Behovsanalyse/situasjonsanalyse. Beskrive dagens situasjon
- Utarbeide dimensjoneringsnotat fra Hb. N100 Veg- og gateutforming.
- Utarbeide en grunnlagsmodell basert på Hb. V770 Modellgrunnlag.
- Utarbeide flere vegalternativer for utvalgt vegstrekning i Novapoint 21.
- Lage fagmodeller for hvert alternativ basert på Hb V770.
- Siling av alternativ og valg av et alternativ som det skal lages en teknisk plan for. Begrunnelse for valgt alternativ, og hvorfor de andre forkastes. Basert på Hb. 712 Veiledning konsekvensanalyser.
- Lage modellbasert teknisk plan (Det kan vurderes å lage tegninger om dette er mest relevant. Bruk håndbok R700 Tegningsgrunnlag)
- Utarbeide en rapport som beskriver arbeidsmetodikk og begrunner valg som er gjort underveis.
- Kostnadsberegne valgt alternativ (+/- 40% usikkerhet).

1.3.3 Detaljeringsnivå

Oppgaven retter seg inn mot et detaljeringsnivå tilsvarende en kommunedelplan. I planleggingen av større vegprosjekter vil kommunedelplanen komme inn som fase to av fem, se Figur 1.5. Dette innebærer valg av endelig trasé, plasseringer av kryss, bestemmelse av vegstandard og bruk og vern av arealer nær vegen og byggegrenser. [34]



Figur 1.5: Illustrasjon av prosjektfaser ved større utbygginger. Kilde: [34]

Da dette er en bacheloroppgave er det satt noen øvrige begrensninger for hva som utføres og hvordan.

- Bruer og tunneler prosjekteres, men dimensjoneres ikke.
- Kostnadsestimater for bru, tunnel og utbedringa av veg vil i konsekvensanalysen basere seg på erfaringstall fra Statens vegvesen.

Situasjonsbeskrivelse

I dette kapitlet presenteres området som har blitt undersøkt i oppgaven. Det gis først en oversikt i landskap, klima og naturmangfold, før dagens bebyggelse og arealbruk presenteres. samt, terreng- og grunnforhold. Deretter følger en beskrivelse av dagens vegnett og vegtrafikk, før kapitlet avsluttes med en oppsummering av de viktige behovene. Målet med analysen er å avdekke problemer og utfordringer ved utbedring av E39, og synliggjøre viktige hensyn som planleggingen må forholde seg til.

2.1 Miljø

2.1.1 Landskapsbilde

Innenfor planområdet slynger E39 seg i dag fra Søvatnet ned gjennom Søvassdalen med åser og fjell på hver side. Landskapet langs vegen er preget av myke linjer dekket av skog. Ut av dalen åpner landskapet seg og flater ut ned mot Stormyra, hvor også Kårøydalen fra sør munner ut. Fjellene i området dominerer terrengformen og danner tydelige retninger i landskapet.



Figur 2.1: E39 ut fra Søvassdalen mot Stormyra. I bakgrunnen skimtes Vasslivatnet

2.1.2 Klima

Området tilhører et typisk kystklima med små temperaturvariasjoner og mye nedbør. Kartdata fra Statens vegvesen [22] viser en variasjon i årsmiddeltemperaturen langs strekningen fra 5.1°C ved utløpet av Søvassdalen til 3.1°C ved Vasslivatnet, hvor E39 passerer sitt høyeste punkt langs strekningen på omkring 285moh.



Figur 2.2: Årsmiddeltemperatur langs strekningen

2.1.3 Naturmangfold

Strekningen følger et skogdekt landskap hovedsaklig av barskog (furu), med spredte innslag av bjørkeskog. Elva Sjøo preger naturforholdet i området, både i artsmangfold og bonitet. Av naturvernede områder finner vi Vinnstormyra naturreservat nord for krysset til Kyrksæterøra. Formålet med fredningen, slik den er beskrevet i forskriften er å bevare en av de svært få, og finest utformede høgmyrene i de indre kystdistriktene i fylket [20]. Myra fungerer som rasteplass i trekketider, som hekkeplass og er et yndet sted for gjøk, storspove og sivspurv, alle rødlistede arter. Sjøover er fjelltoppene Gråfjellet, Ruten og Kammen innlemmet i en hensynssone for bevaringsverdig naturmiljø. Området er hjemsted for fjell- og lirype og er et populært friluftsområde.



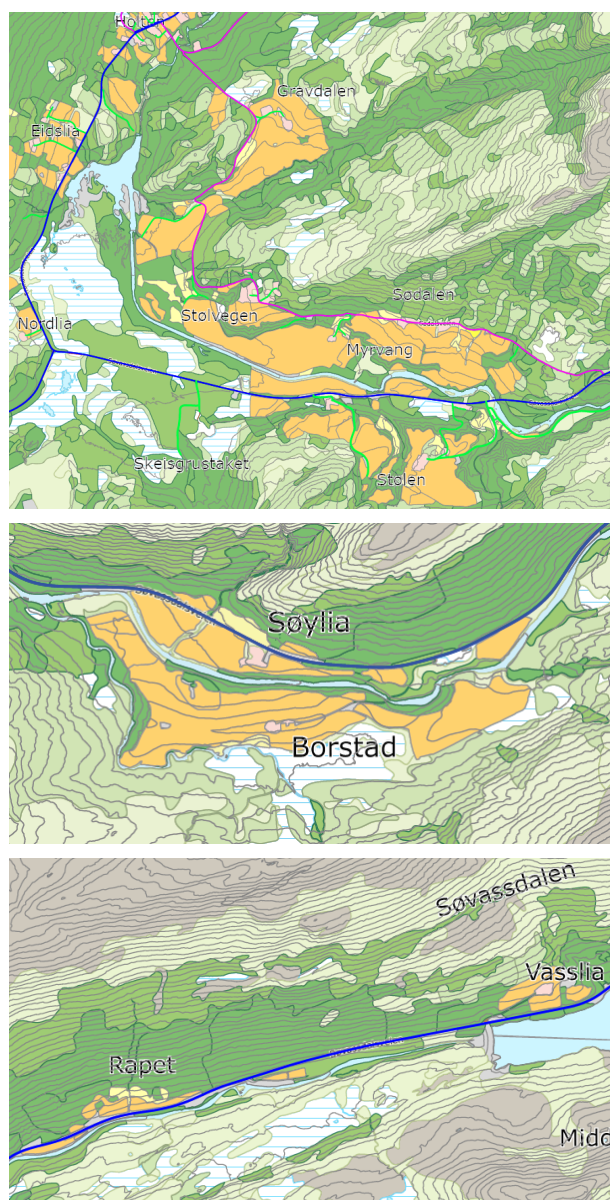
Figur 2.3: Venstre: Sødalen sett fra Vasslivatnet (Fotograf: Cato Edvardsen). Høyre: Vinnstormyra naturreservat sett fra sør (Fotograf: P. Thorvaldsen).

2.2 Bebyggelse og arealbruk

2.2.1 Boliger

Dagens bebyggelse og jordbruksområde ligger i stor grad langs de slakere delene av dalføret. Permanente bosetninger med direkte tilknytning til strekningen kan inndeles i tre hovedområder. Gårdene langs Stølen, Myrvang og Gravdalen, ved Borstad, og ved Rapet og Vasslia. Felles for gårdene er fulldyrkede jordbruksareal tett inntil E39. Figuren til høyre viser en oversikt over arealbrukets omfang i hvert hovedområde.

For de fleste gårdene avgrenser dyrket mark seg til samme side av E39 som gården ligger på. Unntakene begrenser seg til gnr./bnr. 120/1-2 ved Stølen, og 123/1 ved Borstad. Kartdata fra NIBIO viser også at det er potensiale for landbruk helt inn til krysset ved Fv680, hvor flere av landbrukseiendommene ligger på begge sider av E39 (se vedlegg A6). Gjeldende kommunal planstrategi (Hemne) oppfordrer til å unngå nedbygging av viktige landbruksarealer, samtidig som jordvernet må balanseres mot samfunnets øvrige behov [15]. Utover permanent



Figur 2.4: Hovedområder arealbruk

beboende ligger det spredte fritidsbebyggelser rundt Vasslia og Flauglia.

2.2.2 Friluftsliv

Innenfor planområdet er det i Hemne kommunes arealbestemmelser avsatt areal mellom Borstad og Rapet til fremtidig idrettsanlegg, i forbindelse med en mulig fremtidig utvikling av alpinanlegg. Arealet er tilknyttet en eksisterende parkering som per i dag brukes av tilreisende på tur i marka, med Ruten som et spesielt populært turmål. Ellers er jakt populært i Heim kommune. Hemne Jaktskytterlag holder til i Fagerhaugmyra, et skytefelt til trening på storvilt, mens Roberget utmarkslag har jaktarealer på nordsiden av E39.



Figur 2.5: Friluftsområder

Sykkel

E39 blir som resten av fylkesvegnettet i Orkdalsregionen benyttet til landeveissykling. Av lokal tilhørighet finner vi Hemne Sykkelklubb og Orkla Cykleklubb, som årlig arrangerer ritt i området. E39 inngår innenfor planområdet i EuroVelo 1: Atlantic Coast Route, en transeuropeisk sykkelrute som går langs kysten av Europa, fra Portugal i sør til Norge i nord.



Figur 2.6: Sykkeltrafikk omkring planområdet (Kilde: Strava Heatmap)

2.2.3 Kulturarv

Førreformatorisk

Planområdet inneholder spor av bosetninger fra førreformatorisk¹ tid. I alt er det avdekket syv fangstgroper, to bautasteiner og en flatmarksgrav. Av disse er kun fangstgropene ved Stormyra fullstendig kartlagt. Undersøkelser av kulturminner kan både være kompliserte og kostbare, og gjøres ikke med mindre det er viktig å få kartlagt kulturminnets vernestatus. Kulturminnenenes beliggenhet er vist i vedlegg ??.

KulturminneID	Vernestatus	Minneart	Datering	Beliggenhet
64000-(1-7)	Automatisk fredet	Fangstgroper	Førreformatorisk	Stormyra
73069-1	Uavklart	Bautastein	Uviss tid	Sødalen
73068-1	Uavklart	Flatmarksgrav	Uviss tid	Stølen
63977-1	Uavklart	Bautastein	Uviss tid	Bårstad
16274-1	Uavklart	Fangstgrop	Uviss tid	Bårstad

Tabell 2.1: Eldre kulturminner i planområdet

SEFRAK

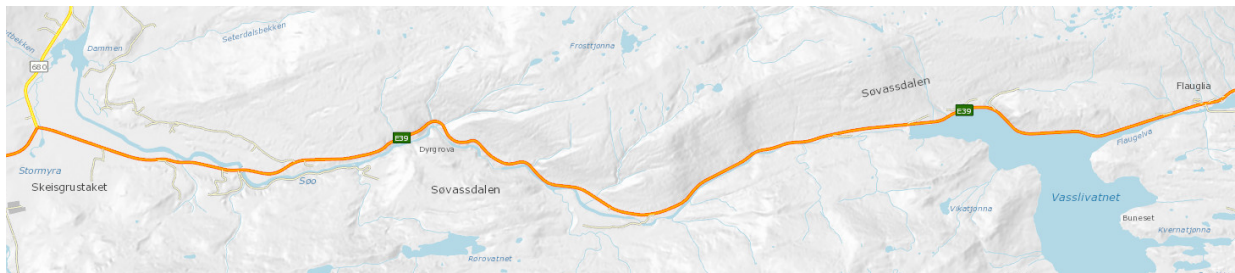
Bygninger reist før år 1900 er registrert hos SEFRAK². De er i utgangspunktet ikke tillagt spesielle restriksjoner, men en vurdering av verneverdien bør/må gjennomføres før det blir gitt tillatelse til å endre, flytte eller rive bygningen [26]. Planområdet inneholder et tjuetalls bygninger inkludert i registeret. Beliggenheten er i hovedsak tilknyttet jordbruksområdene beskrevet tidligere, og en nærmere beskrivelse vil følge dersom bygningene viser seg å komme i konflikt med forslag til ny trasé.

¹Tiden før 1537

²Sekretariatet For Registrering Av Faste Kulturminner i Norge

2.3 Veg og trafikkforhold

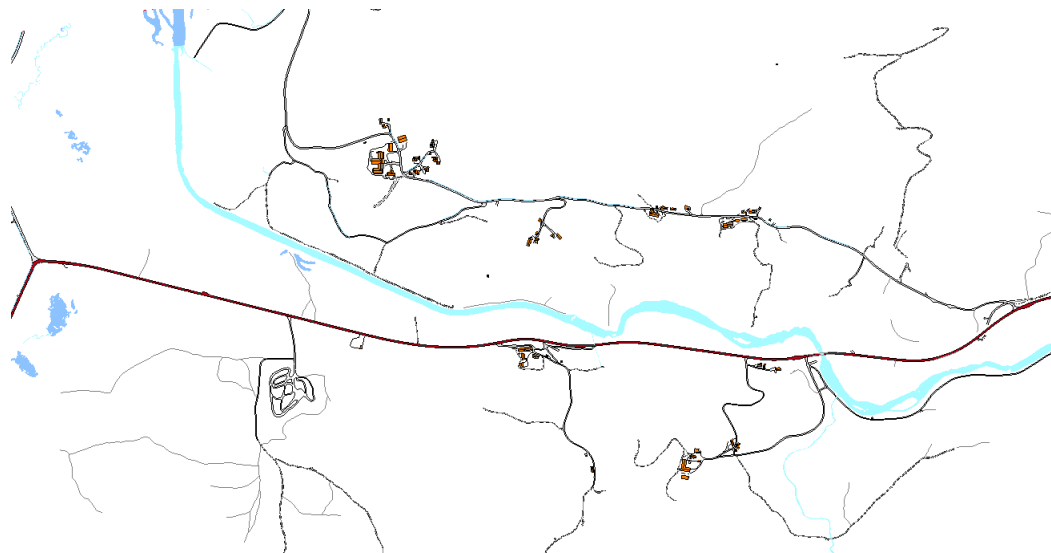
Årdøgntrafikken (ÅDT) langs E39 innenfor prosjektets område er på 2040, med en tungtransportandel (TA) på 18%. Fartsgrensen er gjennomgående 80 km/t. Estimert reisetid langs den 15.7 km lange strekningen til 12 minutter i retning Vinjeøra og 13 minutter i retning Orkanger [10]. Dette er uavhengig av tid på døgnet, og forskjellen i reisetid skyldes i hovedsak stigningen opp gjennom Dyrgrova, hvor vegen gjennomsnittlig klyver 3.7% over 3.5 km. En tilnærmet horisontalkurvatur langs eksisterende veg er vist vedlegg A.10. Total vegbredde er i snitt 7.2m med dekkebredde 6.45m.



Figur 2.7: Strekningen Stormyra - Flauglia

Stølen og Myrvang

Fra Stormyra passerer E39 gjennom landbruksområdene Stølen og Myrvang beskrevet i kapittel 2.2. Innhentede kartdata over vegnett og traktorstier viser at E39 er nært tilknyttet landbruket med mange direkte avkjørsler inn til åkrene og gårdene. Til høyre i Figur 2.8 ser vi avkjøringen til Sødalsvegen, en samleveg for bebyggelsen nord for E39 i området.



Figur 2.8: Avkjørsler fra E39 til bebyggelse og landbruk ved Stølen og Myrvang

Dyrgrova

Fra Myrvang strekker vegen seg oppover venstre side av Søvassdalen mot Dyrgrova. Terrenget blir brattere og vegen er bundet i dalsiden, noe som har gitt utspring til en del svingete veg. En tilnærmet linjegeometri for området viser horisontalurvatur med flere radier under 200m. Deler av strekningen er også utsatt for nedfall fra skjæringer. Med bratt stigning og smal veg uten mulighet til forbikjøringer er denne delen av strekningen en flaskehals for trafikkanter.



Figur 2.9: Skråtrasering med stedvis stram kurvatur. (foto: Steinar Hovde)

2.3.1 Transportulykker

Statens vegvesens ulykkesregister STRAKS inneholder ulykkesrapporter tilbake til 1977. I grad av manglende informasjon rundt eventuelle utbedringer gjort som følge av tidligere ulykker har vi i denne analysen valgt å se på registrert ulykkesstatistikk for de siste 10 årene. Dataene hentet ut viser at det mellom 2010 og 2019 var 25 politiregistrerte ulykker innenfor strekningen. 18 av ulykkene er utforkjøring, hvorav 14 i kurve. Figur 2.10 viser ulykker med personskader, mens vedlegg A.4 viser hvor hendelsene intraff.

Dato	Uhell kategori	Uhellskode	Enheter	Omfang
20100608	Mc ulykke	Uhell med dyr innblandet	1	1 lettere
20101204	Bilulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på venstre side i høyrekurve	1	1 lettere
20110724	Mc ulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side i venstrekurve	1	1 lettere
20110915	Bilulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side i venstrekurve	1	1 alvorlig
20120519	Bilulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på venstre side i høyrekurve	1	1 lettere
20131129	Bilulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side på rett vegstrekning	1	1 lettere
20140505	Bilulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side i høyrekurve	1	1 lettere
20140717	Bilulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side på rett vegstrekning	1	1 lettere
20151020	Bilulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side i venstrekurve	1	1 lettere
20160110	Bilulykke	Møting i kurve	2	1 lettere
20160613	Bilulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på venstre side på rett vegstrekning	1	1 lettere
20160826	Bilulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side i venstrekurve	1	1 lettere
20170609	Bilulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side i venstrekurve	1	2 lettere
20180619	Mc ulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side i venstrekurve	1	1 lettere
20190505	Bilulykke	Møting på rett vegstrekning	2	1 lettere
20190908	Bilulykke	Møting på rett vegstrekning	2	1 drept

Figur 2.10: Ulykkesstatistikk 2010-2019 (kilde: NVDB)

Ulykkesfrekvens

$$U_f = \frac{U_{obs}}{\text{ÅDT} \cdot 365 \cdot \text{Lengde} \cdot \text{År}} \cdot 10^6 = \frac{16}{2040 \cdot 365 \cdot 15.7 \cdot 10} \cdot 10^6 = 0.137$$

Skadegradsfrekvens ³

$$\frac{33.20 \cdot DR + 22.74 \cdot MAS + 7.56 \cdot AS + 1.00 \cdot LS}{\text{ÅDT}_{avg} \cdot 365 \cdot \text{Lengde} \cdot \text{År}} \cdot 10^6 = \frac{33.2 \cdot 1 + 7.56 \cdot 1 + 14}{1970 \cdot 365 \cdot 15.7 \cdot 10} \cdot 10^6 = 0.485$$

Dette gir en ulykkesfrekvens $U_f \approx 0.14$ og en skadegradsfrekvens ≈ 0.49 . Hvis vi sammenlikner resultatene med de generelle skadegradsfrekvensene langs lavtraffikerte deler av E39 nevnt innledningsvis i Tabell 1.1, ser vi at ulykkesfrekvensen er omtrent den samme, mens skadegradsfrekvensen er noe lavere.

³For å beregne trafikkarbeid er det benyttet estimert gjennomsnittlig trafikkmengde for den tiårsperioden ulykkene er registrert. Det er tatt utgangspunkt i ÅDT for 2019, og redusert trafikkmengden årlig med vegtrafikkindeksen (0.7 %) for Trøndelag ⁵¹ Dette gir en gjennomsnittlig ÅDT på 1970 for perioden 2010-2019.

2.3.2 Kollektivtrafikk

Da det er relativt få fastboende langs strekningen er det heller ikke et veldig omfattende kollektivtilbud. Lokalt går skolerute 5702 fra Ellingsgård - Vinjeøra alle skoledager i året. Ruten kan benyttes av alle reisende i skoleåret, og har to avganger ned til Vinjeøra på morgenen, og én til fire avganger opp igjen på ettermiddagen. Regionale ruter begrenser seg i hovedsak til rute 470 mellom Orkanger skystasjon og Kyrksæterøra. Denne har fire avganger på hverdager, én på lørdag og to søndag. Fram Ekspress rute 905 fra Trondheim går gjennom området på veg til Ålesund, men har ingen oppsatte stopp langs strekningen. Figur 2.11 nedenfor viser lokasjonen til eksisterende busstopp.

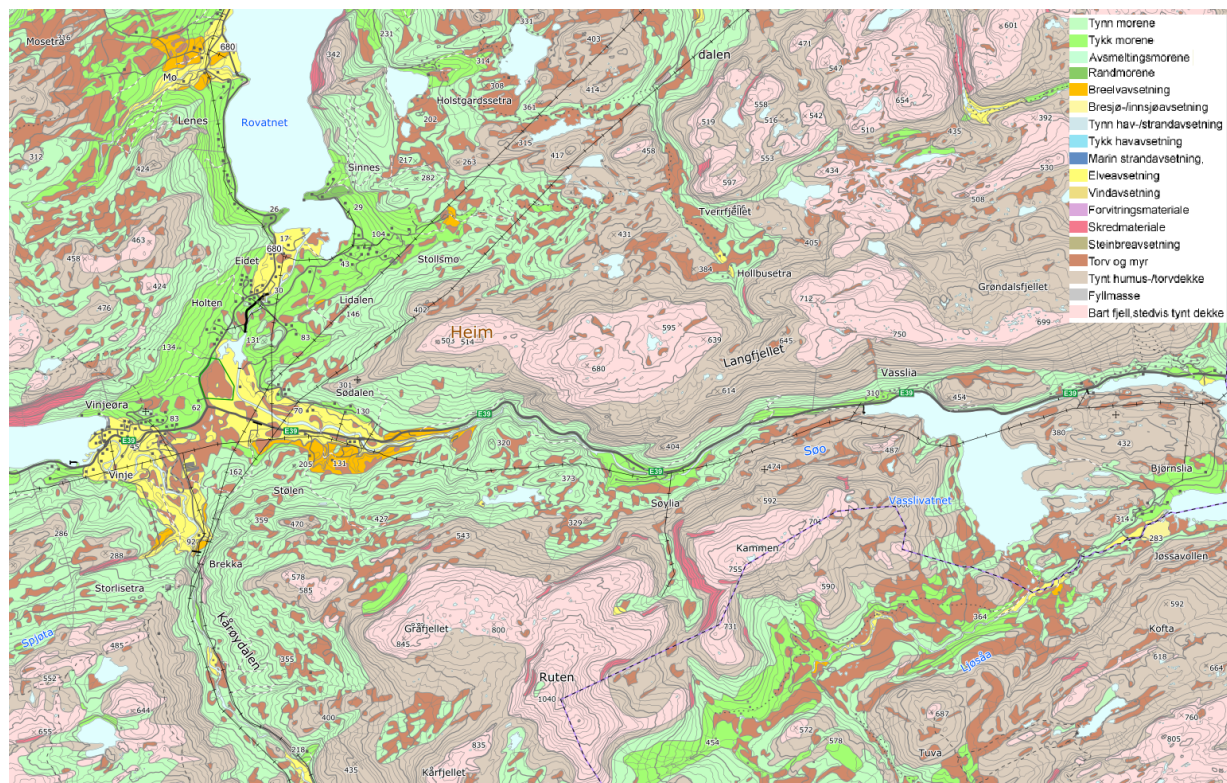


Figur 2.11: Eksisterende busstopp langs strekningen. Fra øst: Flauglia - Vasslia - Borstad - Sødalskrysset - Stølen - (Sødalen) - Stormyra

2.4 Terreng og grunnforhold

2.4.1 Kvartærgeologi

Hele området var dekket av innlandsis i siste istid. Marin grense strekker seg innover i Søvdalen i en høyde på omkring 140 moh. Figur 2.7 viser at moreneavsetninger etter bre og breelv utgjør den største delen av løsmasser langs eksisterende E39. I tillegg er det kartlagt elveavsetninger fra Søa i strekket inn mot avkjøring Kyrksæterøra.



Figur 2.12: Kvartærgeologisk kart over planområdet. (Kilde: geo.ngu.no)

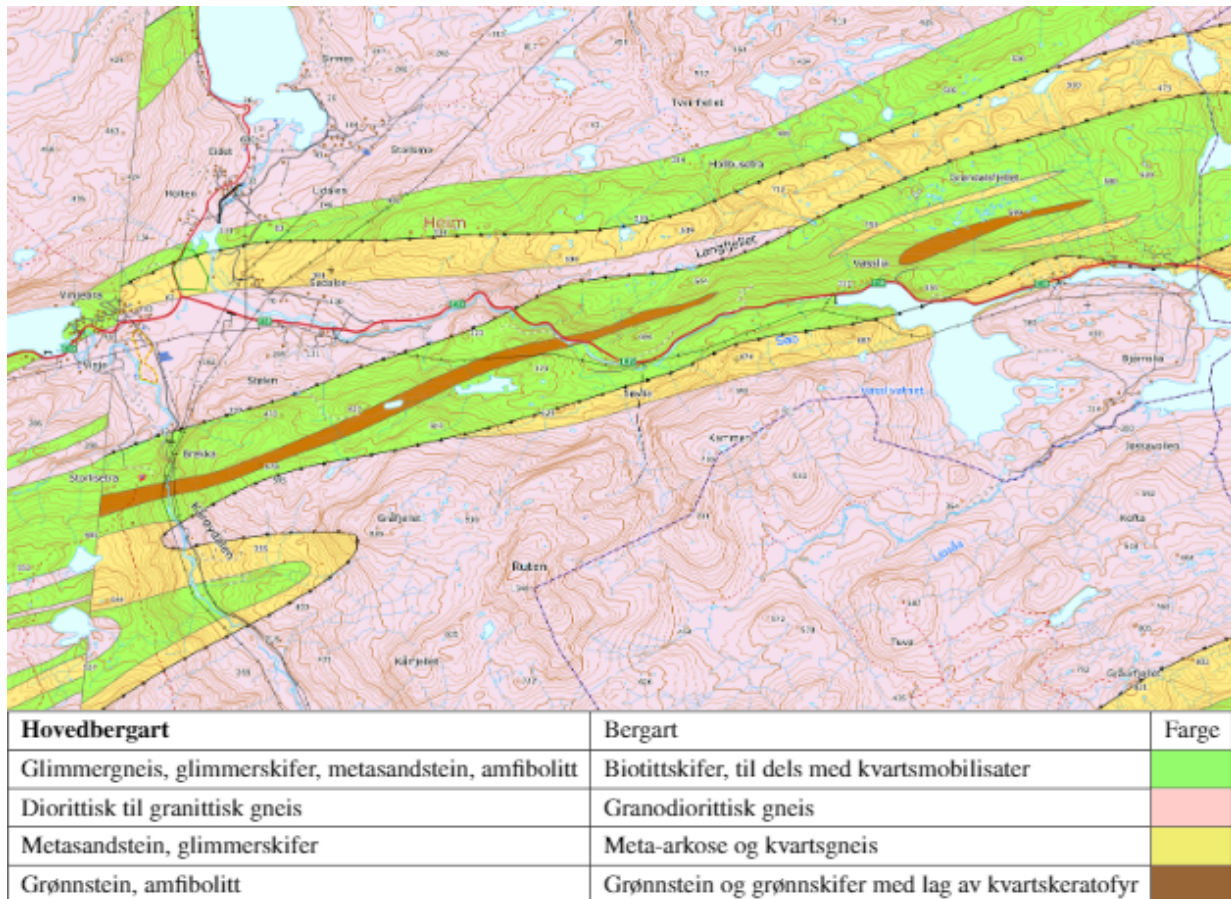
Da man er såpass tidlig i planleggingsfasen for denne strekningen av E39 er det per i dag ikke utført grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger. Klassifisering av telefarlighet blir dermed gjort på bakgrunn av kartdata og veiledning i N200:

	Sannsynlig løsmasser T3-T4	Sannsynlig løsmasser T1-T2 eller berggrunn
Grunnforhold fra kvartærgeologisk kart	<ul style="list-style-type: none"> - Morene - Randmorene - Breeelv- og bresjø-/innsjøavsetning - Hav- og fjordavsetning, strandavsetning - Marin strandavsetning - (Torv/myr: ofte underliggende T3-T4) 	<ul style="list-style-type: none"> - Elveavsetning - Skred- og forvittringsmateriale - Tynt humus/torvdekke - Bart Berg - Vindavsetning og fyllmasse

Figur 2.13: Veiledning til vurdering av grunnforhold basert på kvartærgeologiske kart, 45

2.4.2 Berggrunnsgeologi

Figur 2.8 viser utklipp av berggrunnsgeologisk kart over planområdet. Størsteparten av berggrunnen i Heim kommune er en del av et større område gneisbergarter og krystallinske skifre⁴ kalt den vestre gneisregionen. Regionen består av grunnfjell dannet for 1500-1750 millioner år siden. Bergartene ble siden kraftig omdannet under den kaledonske fjellkjededannelsen for 400-500 millioner år siden⁸. Vi ser av berggrunnskartet at det i planområdet ligger langstrakte belter av grønnstein, glimmergneis og andre metamorfe bergarter. Disse er rester etter kaledonske skyvedekker, og ligger som et teppe over grunnfjellet.



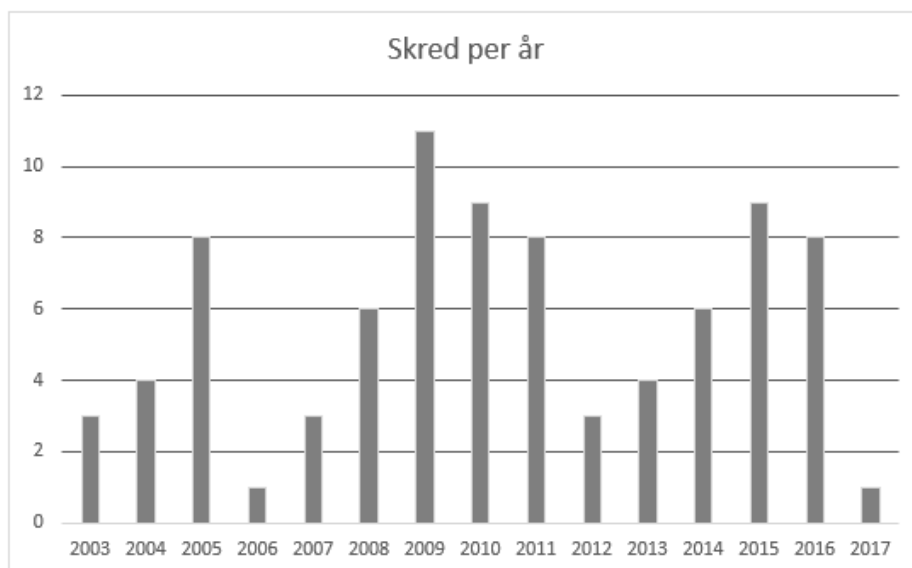
Figur 2.14: Utklipp av NGUs berggrunnskart (1:250 000), ³¹)

De stiplede linjene i Figur ^{2.14} markerer regionale skyveforkastninger mellom bergartene. Kartdataene er av en skala som ikke bør brukes direkte i detaljundersøkelser av området, og videre kartlegging og tolking av mer detaljerte bakgrunnsdata er nødvendig for å kunne si noe konkret om oppsprekninger og mulige svakheter i berggrunnen. Et slik arbeid behøver geologisk kompetanse som faller litt utenfor rammene i denne oppgaven.

⁴Metamorf skifrig bergart, dannet gjennom ensidig trykk og glidende bevegelse.

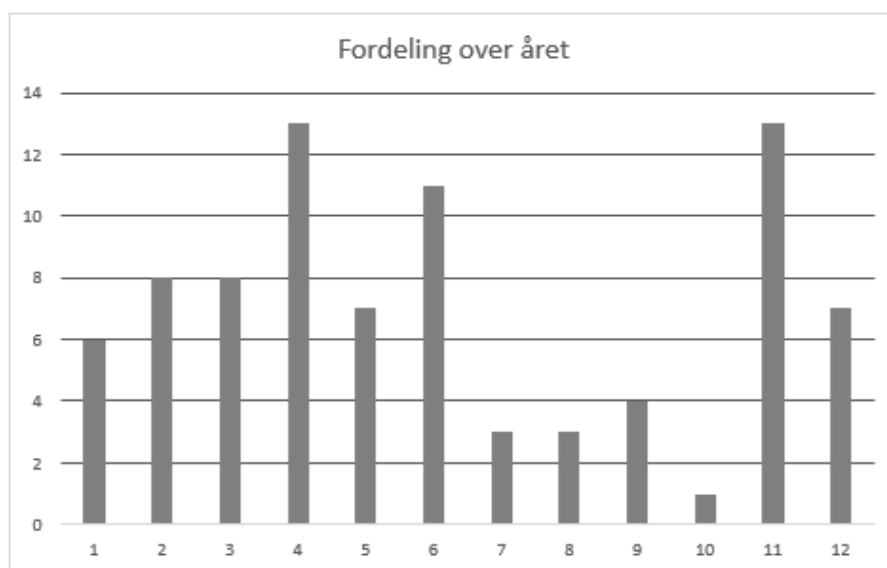
2.4.3 Skred

Tilgjengelige data fra Nasjonal vegdatabank [46] strekker seg fra 2003-2017, en periode på 15 år. I denne perioden er det registrert 84 hendelser i tilknytning til strekningen. Hendelsene inkluderer også sprang/skred som har havnet i grøft og skråning tilknyttet vegen. Fordelingen av registrerte hendelser i løpet av perioden er vist i Figur 2.15. Antall rapporterte hendelser varierer en del fra år til år, men av innsamlet data synes det ikke å være noen spesiell økning i skredhyppighet.



Figur 2.15: Registrerte skred per år 2003-2017

Fordelingen av skred gjennom året er vist i Figur 2.16. Vi ser at hyppigheten av innrapporterte skred er høyest i vintermånedene og i overgangene høst/vinter, vinter/vår. Det er naturlig å anta at fryse- og tineprosesser spiller en vesentlig rolle i utløsning av skred, samtidig som snø gir skred lengre rekkevidde grunnet lavere ruhet på bakken.



Figur 2.16: Skred fordelt gjennom året

Registrerte områder med skredhendelser langs strekningen er vist i vedlegg [A.7](#) side [92](#). Data legges inn i NVDB manuelt, og det er noe varierende grad av detaljering. Figuren nedenfor viser en fordeling av typer og omfang av hendelser tilknyttet vegbanen.

Type	Totalt antall	Blokkert veglengde	Antall	Stengt veg/ett kjørefelt
Stein	58	<10m	23	-
		10-50m	4	2/0
		50-100m	1	0/1
Is	6	<10m	2	-
		10-50m	1	-
Is/stein	7	<10 m	2	-
		10-50m	1	-
Snø	1	10-50m	1	1/0
Jord/løsmasser	7	<10m	1	-
		10-50m	2	-
Flom (stein+vann+løsmasser)	5	<10m	-	-
		10-50m	-	-
Totalt	84		38	3/1

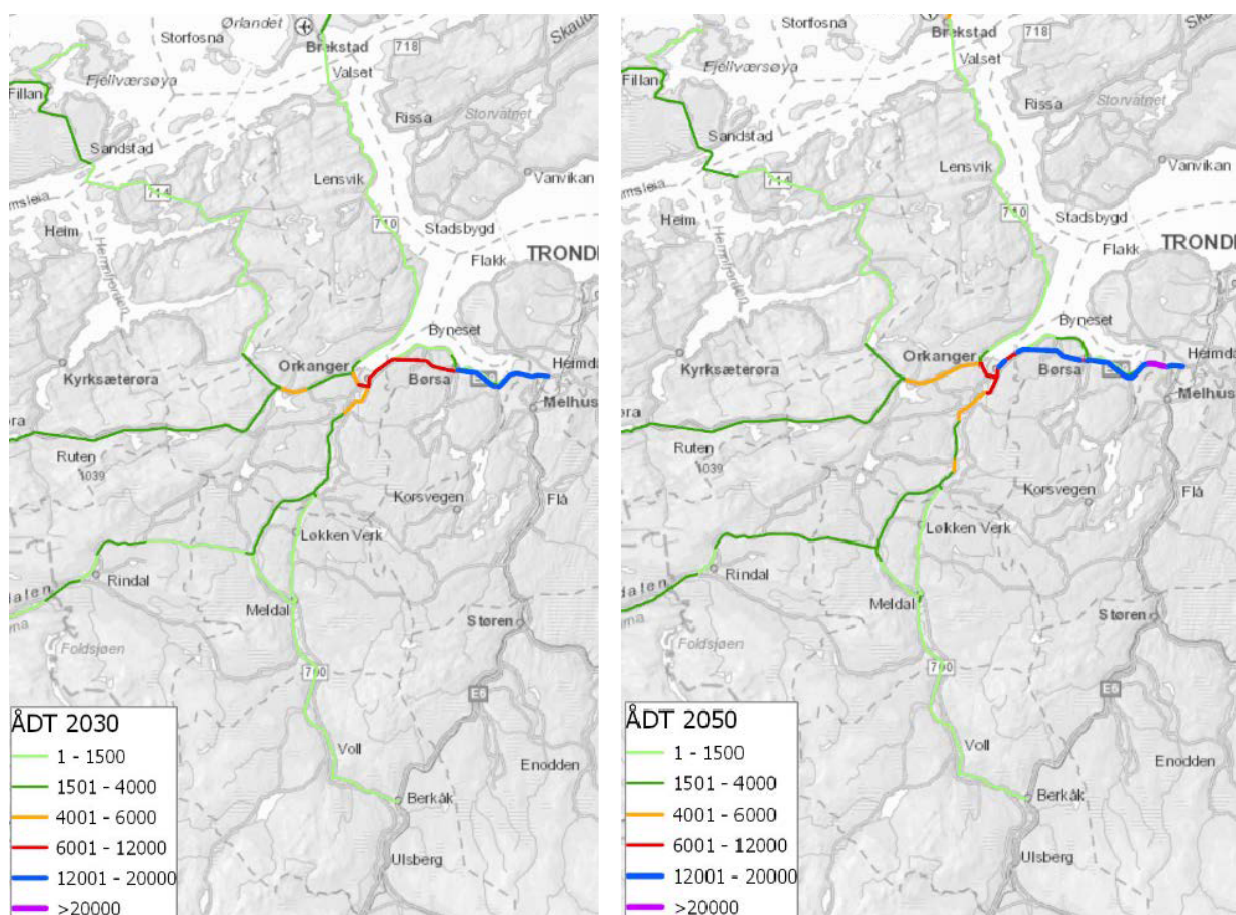
Tabell 2.2: Fordeling av skredtyper og størrelse langs strekningen

Som vi ser av tabell [2.2](#) er det absolutt flest skred relatert til stein. Data hentet fra NVDB viser at av totalt 58 hendelser er 3 hendelser mindre enn 100m^3 , 3 $<10\text{m}^3$, 36 $<1\text{m}^3$, og 16 har ikke registrert størrelse. Vegen har gjennom en periode på 15 år vært fullstendig stengt tre ganger. I og med at de fleste hendelsene er mindre stein i vegbanen kan vi forvente en betydelig underrapportering av skredhendelser. Det er ikke registrert personskader i forbindelse med skred langs strekningen, men to skader på kjørtøy, og en del mindre skader på vegkropp/vegbane.

Problemanalyse

3.1 Kapasitet i transportsystemet

Med en ÅDT rundt 2000 lider ikke dagens strekning av kapasitetsutfordringer i forhold til trafikkmengde. Figur 3.1 viser modellberegninger gjort av Asplan Viak for ÅDT i 2030 og 2050 i Orkdalsregionen. Beregningene viser at ÅDT langs oppgavens strekning holder seg under 4000 innenfor hele den simulerte perioden.



Figur 3.1: Simulert årdøgntrafikk for år 2030 og 2050 (kilde: KVVU Orkdalsregionen)

Merk at det er knyttet stor usikkerhet til prognoser for fremtidig transportbehov. En forbedring av generell vegstandard og nedkorting av reisetid mellom Trøndelag og Nord-vestlandet vil gjøre strekningen mer attraktiv for trafikkanter. For å nå en ÅDT = 4000 i år 2050 kreves det en årlig vekst på 2.3 %.

3.2 Framkommelighet

Fremkommeligheten langs strekningen er per i dag det største problemet. Strekningen er, som en del av ferjefri E39, ment å sikre effektiv transport av mennesker og gods. Strekningen skal også bidra til å redusere klimagassutslipp i tråd med en omstilling mot lavutslipp-samfunnet. Hovedproblemene ved dagens strekning kan deles inn i tre typer.

Direkte avkjøringer

Adkomstveger til permanente bosetninger og fritidshus langs strekningen er i stor grad knyttet direkte til E39. Eneste samleveg i området er Sødalsveien som knytter sammen bebyggelse nord for Stormyra. Dette gir et uryddig kjøremønster hvor trafikkanter hele tiden må avpasse hastigheten etter avkjørslene. Fre

Dyrgrova

E39 gjennom Dyrgrova er bratt og svingete. Kombinert med lav vegbredde og ensidig høy fjellskjæring gir dette en ubehagelig kjøreopplevelse, med behov for å senke farten. For gods- og næringstransport er stigningen spesielt krevende, og mangel på forbikjøringsmuligheter gir fortettet trafikk som forplanter seg videre langs strekningen.

Generell vegbredde og linjeføring

Eksisterende vegs gjennomsnittsbredde på 7.25m er, sett i lys av den fremtidige funksjonen E39 skal ha, for lav. Deler av strekningen bærer preg av unødvendig korte sirkelbuer som gir stiv og dårlig vegrytme. Dette i kombinasjon med høy tungtransportandel gjør strekningen også dårlig egnet for trygg ferdsel for myke trafikkanter. **Skriv noe mer om kurvaturen ved Vassliknebb**



Figur 3.2: Eksempler på unødvendig horisontalgeometri langs strekningen. (kilde: Google Maps)

3.3 Trafikksikkerhet

Vi avdekket i delkapittelet om trafikksikkerhet at 18 av 25 politirapporterte ulykker var knyttet til utforkjøring enten på rettlinje eller i kurve. Dette ligger langt over øvrig statistikk [33, s.34] for utforkjøringer langs veier med fartsgrense 70-80 km/t. Oppgavens strekning har som resten av de lavtrafikkerte delene av E39 høyere skadegradsfrekvens enn gjennomsnittet av E39, og det forventes at en utbedring av strekningen, med økt vegbredde og bedret kurvatur vil gi positivt utslag på skadegradsstatistikken.

3.4 Skred

Registrerte skredhendelser langs oppgavens strekning viser at hovedvekten av problemet er tilknyttet steinsprang. Det er spesielt i Dyrgrova og langs dalsiden ved Vassliknebbå at hyppigheten og skadepotensialet er størst. Begge områdene har høye fjellskjæringer med løst fjell tett inntil vegen, hvor nedfall kan oppnå høy hastighet. Det er ved befaring observert flere iverksatte sikringstiltak i form av bolting av løst fjell og steinsprangnett langs nevnte områder. Hyppigheten av innrapporterte hendelser i områdene gir allikevel grunn til å kategorisere disse som problemområder. En inndeling av områdene etter SVVs NArundskriv 2014-08 «Regnintslinjer for risikoaksept for skred på veg» (Vedlegg A.3) gir områdene en årlig nominell sannsynlighet for skred langt over akseptabelt nivå.

Behovsanalyse

En behovsanalyse har som formål å kartlegge hvilke behov som ligger bak prosjektets målformuleringer, og hvilke forventninger som ligger til grunn for prosjektidéen. Et prosjekt har alltid flere interessenter med ulike forventninger til prosjektet, og det er viktig å få kartlagt disse slik at eventuelle målkonflikter blir avdekket tidlig.

I innledningen av oppgaven presenterte vi de nasjonale behovene tilknyttet E39 som nasjonal hovedtransportåre langs kysten. Foruten disse er det også regionale og lokale behov tilknyttet oppgavens strekning. Statens vegvesen region midt har i Konseptutvalgutredningen for Orkdalsregionen kartlagt de viktigste behovene for utvikling av E39 frem mot 2050, sett i sammenheng med transportsystemet for øvrig i Orkdalsregionen. Behovsanalysen nedenfor gjengir overordnede behov i regionssammenheng, samtidig som den på lokalt nivå og for interessentgrupper spisses inn mot oppgavens strekning.

4.1 Regionale/ lokale behov

4.1.1 Trøndelag Fylkeskommune

I Trøndelag fylkes overordnede plan, Trøndelagsplanen, er samferdselsstrategiens hovedmål å gjøre det attraktivt å bo i alle deler av fylket, og legge til rette for et konkurransekraftig næringsliv nært råstoffene. Fremkommeligheten står også sentralt. Infrastrukturen skal bidra til en effektiv og sikker trafikkavvikling for alle trafikantgrupper, og fremkommeligheten for gods og næringstransport skal økes.

Videre ser fylkeskommunen behov for å bedre framkommeligheten for gående og syklende, både gjennom infrastruktur og gjennom samspill med andre transportløsninger. Nullvisjonen skal legges til grunn for trafiksikkerhetsarbeidet, og fylket vil bidra til å oppfylle overordnede klimamål og minimalisere inngrep på dyrket mark og viktige naturområder.

4.1.2 Orkdalsregionen

I strategisk plan for Orkdalsregionen (2015) er det satt opp følgende delmål for samferdsel og næringsliv:

- Orkdalsregionen skal «befeste og styrke sin posisjon som den sterkeste industriregionen i Midt-Norge»
- «Orkdalsregionen skal ha gode kommunikasjon- og samferdselsløsninger som dekker næringslivets framtidige behov og er egnet til å trekke til seg enda flere næringsaktører»

Næringslivet i Orkdalsregionen opplever at vegnettet og infrastrukturen for øvrig er et av de største hindrene for vekst og utvikling.

4.1.3 Heim kommune

Kommunen har et behov for å få avklarte traséer for hovedvegnettet. Dette for å kunne oppnå forutsigbarhet i kommunens arealplanlegging. I påvente av ny kommuneplan for Heim kommune, er Hemne kommunes planer gjeldende for planområdet. Samfunnsplanen i Hemne peker på viktigheten av å prioritere miljøvennlige løsninger i arealutvikling, spesielt innen samferdsel og infrastruktur. Det er og i samsvar med nasjonale forventninger et mål om å i størst mulig grad unngå å omdisponere jordbruksareal til andre formål enn landbruk.

Videre uttrykkes et behov for en effektiv og sikkert vegnett for alle trafikanter, med tilrettelegging for pendling. Hemne kommune har i perioden 2000-2013 hatt svak arbeidsplassvekst, med netto negativ tilflytning. Samtidig har Hemne kommune lav arbeidsmarkedsintegrasjon med omliggende kommuner, som bidrar til negativ effekt på nettoflyttingen [15]. Kommunesammenslåingen har som delmål å styrke samlede ressurser og næringsliv innenfor kommunen, og et velfungerende transportsystem vil bidra til å styrke og knytte arbeidsmarkedsregionen bedre sammen.

4.1.4 Oppsummering Regionale/kommunale behov

- Behov for å øke fremkommeligheten for gods og næringstransport
- Behov for økt andel reiser med kollektiv, sykkel og gange.
- Behov for å bedre trafikksikkerheten i tråd med 0-visjonen
- Behov for vern av viktige arealer for jordbruk og viktige naturområder.

4.2 Interessentgruppers behov

4.2.1 Primære interessenter

Primære interessenter er interessegrupper som har størst problemer/utfordringer i transportsektoren i dag, eller vil få det i fremtiden.

Transportgenererende næringsliv	
Interessentbeskrivelse	Behov
Virksomheter som regelmessig produserer eller mottar gods og varer.	Næringslivet har behov for kostnadseffektiv og rask transport både lokalt og regionalt. Transportsystemet må være pålitelig og det må være tilrettelagt for større/tyngre kjøretøy Strekningen E39 Stormyra - Flauglia holder lav standard med smal veg og manglende forbikjøringsmuligheter. Rasfarlige punkt medfører stengninger og delvis stengte kjørebener som reduserer påliteligheten til vegsystemet.
Transporter av personer, gods og varer	
Interessentbeskrivelse	Behov
Ulike transportører som frakter personer, varer og gods.	Transportørene har behov for en vegstandard som gir god fremkommelighet, spesielt for tyngre kjøretøy. Sjåførene har vegen som arbeidsplass, og har dermed et behov for et trafiksikkert vegnett med en standard som gir god kjørekofort (jevnhel). E39 har ujevn standard og det er behov for å bedre trafiksikkerheten på deler av strekningen.
Vegens naboer	
Interessentbeskrivelse	Behov
De som bor i vegens umiddelbare nærhet. Dette kan være eneboligtomter, eller areal knyttet til skogs- og landbruk.	Behov knyttet til adkomst og unngåelse av barrierevirkninger. Grunneiere har behov knyttet til realisering av verdier for områder som må benyttes til ny vegtrasé. Behov for å bli hensynstatt når det gjelder støy og støv. Gjelder spesielt gårdsbruk langs Stølen, Myrvang og Borstad, hvor tilkomst til enkelte landbruksområder går via E39.

Tabell 4.1: Primære Interessenter

4.2.2 Sekundære interessenter

Sekundære interessenter er interessegrupper som er avhengig av et velfungerende transportsystem, men utfordringene er ikke av samme grad som de primære.

Arbeidsreisende/pendlere/studenterskoleelever - lange reiser	
Interessentbeskrivelse	Behov
Sysselsatte og skoleelever som reiser regelmessig mellom bosted - arbeid/undervisningssted.	Interessentgruppene har behov for et fungerende kollektivtilbud, med forutsigbarhet og lave transportkostnader. Kollektivtilbudet direkte tilknyttet strekningen er i hovedsak rettet mot skoleelever, og er ikke operativt i helgene.
Lokalbefolkning - korte reiser	
Interessentbeskrivelse	Behov
Innbyggere i nærhet til prosjektområdet som benytter seg av eksisterende vegnett vha. gange, sykkel, bil eller kollektivtransport.	Innbyggerne har behov for et transportsystem som gir god framkommelighet, trygghet og trafikk-sikkerhet for alle trafikantgrupper. Dagens E39 innenfor prosjektområdet har liten trafikk av gående og syklende.
Fritidsreisende og turister	
Interessentbeskrivelse	Behov
Personer som reiser regelmessig på fritidsreiser i området. Eksempel er brukere av turområder og personer som har fritidsboliger i tilknytning til prosjektområdet	Fritidsreisende har interesser og behov knyttet til naturen som kan bli påvirket av ny veg. Dette innebærer støy- og luftforurensning, men også adkomst til naturområder og fritidsboliger. Adkomst er per i dag god, men mengden direkte avkjørsler kommer i konflikt med målene for ny Ferjefri E39 som en effektiv og sikker transportrute.

Tabell 4.2: Sekundære interessenter

4.3 Samlet behovsvurdering

Behovene innenfor prosjektområdet tar utgangspunkt i vegens funksjon som nasjonal transportåre. Som en del av TEN-T -vegnettet og Ferjefri E39 er det både forventninger og forpliktelser knyttet til at vejen skal ha en høy standard.

Viktigste behov er å sikre fremkommeligheten for effektiv og sikker transport av personer og gods. Det største behovet for økt fremkommelighet er knyttet til strekningen gjennom Dyrgrova. Dette er den mest rasutsatte delen av prosjektområdet, og slik vegens kurvatur er bundet i dalsiden med krevende forhold for utbedring, er det et behov for å se på alternative traseer.

Behovet for økt trafikksikkerhet sees i sammenheng med 0-visjonen. Skadegradfrekvensen langs strekningen er over gjennomsnittet av dagens E39. Hovedparten av registrerte ulykker er knyttet til utforkjøring i kurvatur, og danner dermed et behov for å se mulig utbedring av linjegeometrien. Dette vil også kunne gi utslag på forbedring av kjørekomfort. Det er også et behov for å vurdere sanering/opprydding i avkjørsler langs strekningen, da lokaltrafikken per i dag har mange avstikkere fra hovedvegen.

Eksisterende gårdsbruk og andre beboende langs vegstrekningen har et behov for å bli tatt hensyn til i planleggingen av området.

Behovene knyttet til økt andel reiser med kollektiv er gjeldende på et regionalt nivå, men med lav befolkningstetthet langs oppgavens strekning utgjør ikke dette et primært behov lokalt. Dette gjelder også tilrettelegging for gående. E39 er innenfor prosjektområdet en del av sykkelruten EuroVelo 1. Ved en eventuell omlegging av trasé i tunnel forbi Dyrgrova vil syklistene ha et behov for alternativ rute utenom tunnelen.

4.3.1 Målkonflikter

Blanding av lokaltrafikk og gjennomgangstrafikk langs strekningen kan ikke tilfredstille alle trafikanter. Mens gjennomgangstrafikken etterspør rask og effektiv transport, har lokaltrafikken langs strekningen hittil benyttet E39 som tilkomstveg til jordbruk, med mange direkte avkjørsler.

Vern av arealer for jordbruk og naturområder på den ene siden og behovet for utbygging/utbedring på den andre. Vegutbygging vil i mange tilfeller legge beslag på store arealer. Det er viktig å finne en god balanse mellom verne- og brukerinteresser.

Behovet om å redusere antall drepte og hardt skadde er potensielt i konflikt med behovet om kortere reisetid. Statistisk sett vil høyere hastigheter på veg uten midtdeler medføre flere og mer alvorlige ulykker.

Mål og Krav

Målene for prosjektets strekning er avledet fra konseptutvalgsutrendningens mål for Orkdalsregionen og hensynet til de primære interessentene innenfor prosjektområdet.

5.1 Samfunns mål

- I 2050 skal E39 være en effektiv og sikker hovedvegforbindelse mellom Nordvestlandet og Trøndelag
- E39 Stormyra - Flauglia skal bidra til et vegtransportsystem som sikrer god fremkommelighet for gods- og næringstransport.

5.2 Effektmål

Effektmål avledet fra samfunns mål	
Effektmål	Indikator
Bedre fremkommelighet mellom Stormyra og Flauglia	Reisetid mellom Stormyra og Flauglia skal reduseres med: - minimum 2 minutter for lette kjøretøy - minimum 1.5 minutter for tunge kjøretøy
Antall drepte og hardt skadde skal reduseres	Antall innenfor et tidsrom Konseptenes relative forskjeller vurderes

Effektmål avledet fra generelle samfunns mål/ønskede sideeffekter	
Mål	Indikator
Tilkomsten til viktige næringsareal innenfor strekningen skal opprettholdes.	Konseptene vurderes i forhold til hverandre
Reduksjon av klimagassutslipp	Konseptene vurderes i forhold til hverandre

Tabell 5.1: Effektmål

5.2.1 Betingelser som konseptene skal oppfylle

- Der det foreslås tiltak på vegnettet skal det legges til rette for modulvogntog.
- Beskrivelse grad av mulige utbyggingsetapper.

Utarbeidede Alternativer

6.1 Fremgangsmåte

Forslag til ulike løsninger av strekningen følger firetrinnsmetodikken fra Hb V712 Konsekvensanalyser [39, s.30]. Metoden er spesielt utviklet for oversiktsplaner på kommuneplannivå, hvor alternative løsninger skal vurderes, og er inndelt i følgende tiltak etter grad av inngripen:

1. Tiltak som kan redusere transportbehovet og påvirke valg av transportmiddel.
2. Tiltak som gir mer effektiv utnyttelse av eksisterende infrastruktur og kjøretøyer.
3. Mindre ombyggingstiltak.
4. Større ombyggingstiltak eller utbygging i ny trasé.

Nedenfor gis en innføring i aktuelle tiltak av ulik størrelse for prosjektets strekning. Videre presenteres konseptene, hvor valg og begrunnelse av tiltak beskrives nærmere.

6.1.1 Trinn 1-2: Tiltak som kan påvirke transportbehovet og påvirke valg av transportmiddel, og tiltak som kan gi mer effektiv utnyttelse av eksisterende infrastruktur

Tiltak innenfor strekningen må tilpasses utviklingsstrategien for E39 og øvrig transportsystem i Orkdalsregionen. Når målet er å bedre fremkommeligheten og styrke transportnæringen er det lite hensiktsmessig å samtidig innføre tiltak som er ment å redusere transportbehovet langs strekningen. Transportutfordringene langs prosjektområdet er i hovedsak tilknyttet dårlig fremkommelighet, og vegens lave standard til europaveg å være har i seg selv vært transportreduserende. Grunnet lav og spredt befolkning langs oppgavens strekning er det begrenset hvor effektivt tiltakene som kan påvirke valg av transportmiddel er lokalt. Det er allikevel et par tiltak som kan gi positive utslag for den samlede trafikken langs strekningen.

Styrket kollektivtilbud mellom regionene

En ny og utbedret Ferjefri E39 kan forventes å gi økt konkurransefortrinn til bussnæringen mellom Trøndelag og Møre og Romsdal. Et bedret kollektivtilbud kan ha en effekt på valg av transportmiddel for reisende mellom de større byene, men lav befolkning innenfor prosjektets strekning gir lav lokaleffekt.

Vintervedlikehold

Strekningen har gjennom Dyrgrova et krevende stigningsforhold. Et godt vintervedlikehold har stor betydning for framkommeligheten og trafikksikkerheten på vegnettet.

6.1.2 Trinn 3. Mindre ombyggingstiltak

Mindre tiltak som kan bedre dagens strekning inkluderer utvidet rassikring og utbedring av sideterreng, breddeutvidelse og enkel kurveutretting, avkjørselssanering og siktutbedring.

Avkjørsler

Det foreslås en enkel sanering av avkjørsler og tilkomstveger, spesielt innenfor driftssammenheng. En gjennomgang av tiltak knyttet til avkjørsler innenfor prosjektområdet er vist i Vedlegg [A.4](#). Da hovedvekten av næringsareal med tilknytning til E39 ligger øst i planområdet med gårdene rundt Stølen og Myrvang foreslås det en noe mindre restriktiv holdning til avkjørsler enn for resten av strekningen.

Breddeutvidelse

Breddeutvidelse har foruten positiv effekt på framkommelighet også en effekt på trafikksikkerhet og kjørekomfort langs strekningen. Eksisterende strekning med sin vegbredde på 7.2m og dekkebredde 6.45m oppleves til dels ubehagelig å kjøre på, spesielt i kurvatur ved møtende trafikk. Som et minimumsalternativ i trafikksikkerhetssammenheng kan det vurderes å asfaltere vegskulder. Tall fra transportøkonomisk institutt viser en god nedgang av ulykker der asfaltering av skulder ble utført [\[12\]](#).

Et mer omfattende alternativ er en gjennomgående breddeutvidelse langs hele eller deler av strekningen. Dette vil derimot bli kostbart i områder med bratt terreng. Deler av strekningen går i rasutsatte områder hvor krav til fanggrøfter ikke er oppfylt. Dette innebærer at breddeutvidelse skjer i skråning på motsatt side, i til dels svært bratt terreng.

Kurveutretting

Som et mindre utbyggingstiltak foreslås det å knytte kurvaturene mellom profil 1400 - 1900 og 9600 - 10300 sammen. Disse fremstår som umotiverte, og innebærer ingen store inngrep. Kurvaturene ble beskrevet i Kapittel [3.2](#). Foruten disse kan det vurderes å se på overgangskurven etter Borstad, mellom profil 8784 - 8878, hvor det har vært to utforkjøringer i nyere tid på tilnærmet samme sted.

Selv om de mange krappe kurvene påvirker fartsnivået og kjøreeplevelsen langs strekningen negativt, ligger en stor del av de i fjellskjæringer med begrenset spillerom slik at nytten ikke nødvendigvis veier opp for kostnaden. Et unntak er utbedringen av krapp kurvatur ved Vasslivatnet, som en del av et større ombyggingstiltak med tunnel gjennom Dyrgrova. Det

bør sees på muligheten for å anlegge ny veg på fylling av overskuddsmasser langs vannet.

Rassikring

Dersom endelig valgt alternativ innebærer E39 langs eksisterende trasé er det et behov for å utbedre rassikkerheten. Hvordan sikkerheten best ivaretas skal vi overlate til en skredkyndig å beslutte, men et forslag basert på styrket bruk av eksisterende metode med bolter og steinsprangnett antas her å kunne være tilstrekkelig. Dersom terrenget over skjærings-topp er bratt med løsmasser over berget bør det i tillegg anlegges mur. En mer utfyllende beskrivelse av risikoaksept for skred er vist i Vedlegg [A.3](#).

6.1.3 Trinn 4: Større ombyggingstiltak eller utbygging i ny trasé

Basert på konseptutvalgutredningen er det tatt utgangspunkt i H1-standard i tråd med trafikkgrunnet for oppgavens strekning frem mot 2050. En gjennomgående utbedring av vegen vil som følge av økte krav til horisontalgeometri medføre omlegging av trasé ved Dyrgrova, og dermed inngå som et større ombyggingstiltak. Samtidig får man anlagt en bedre vertikalkurvatur som gir redusert utslipp av klimagasser.

For å oppnå effektmål om redusert reisetid på 2 og 1.5 minutter for henholdsvis lette og tunge kjøretøy foreslås det å se på mulighetene for å anlegge øvre del av E39 med fartsgrense 90 km/t. Dette kan være aktuelt for dimensjoneringsklassen, men skal godkjennes av Vegdirektoratet gjennom en fravikssøknad [\[35\]](#), s.33].

6.2 Konseptene

En gjennomgang av løsningsmulighetene har ført frem til tre konsepter for dette prosjektet som måles opp mot 0-alternativet som referansesituasjonen. Konseptene avgrensner hverandre i hvor stor inngripen de medfører, for å kunne måle nytteverdien av ulike investeringer. Konseptene er å regne som overordnede forslag, hvor man i utvelgelsesprosessen finner en valgt løsning til videre bearbeidelse.

Konsept 0	0-referanse
Konsept 0 ⁺ :	Breddeutvidelse og mindre trafikksikkerhetstiltak på eksisterende trasé
Konsept EvT:	E39 med utbedring til H1, med tunnelomlegging om Dyrgrova
Konsept NvT:	E39 i delvis ny trasé inkl. tunnelomlegging om Dyrgrova

6.2.1 0-Referanse

0-referansen innebærer ingen tiltak på E39, og legges til grunn for sammenlikning mot øvrige konsepter for å kunne se om tiltakene har positiv eller negativ effekt i forhold til ønsket måloppnåelse. 0-referansen har per i dag tilfredsstillende kapasitet, og tar utgangspunkt i dagens transporttilbud.

6.2.2 Konsept 0⁺

Konseptidé:

- Bedre generell fremkommelighet.
- Redusere antall utforkjøringer

Tiltak

- Gjennomgående breddeutvidelse
- Anlegging av forsterket kantoppmerking
- Breddeutvidelse i horisontalkurver < 500m
- Utbedret rassikring langs Dyrgrova og Vassliknebb.

0⁺ alternativet innebærer ingen nye konstruksjoner eller større tiltak. Det er valgt gjøre en enkel breddeutvidelse langs hele strekningen til vegbredde 8.0m med kjørefeltbredde 3.25m. Dette vil gi mulighet til å anlegge forsterket kantoppmerking, etter krav i Hb N302 [37](#). I tillegg velges det å tilføye breddeutvidelse i horisontalkurvaturer < 500m for å gi vegen økt robusthet i forhold til modulvogntog. Det vil også bli utført en utbedring av rassikkerheten ved Dyrgrova og Vassliknebb.

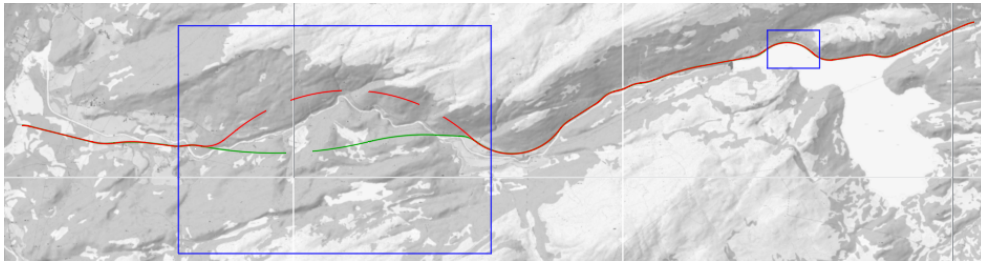
6.2.3 Konsept EvT

Konseptidé

- Ny trasé om Dyrgrova.
- Utbedret standard til H1 med størst mulig bruk av dagens trasé

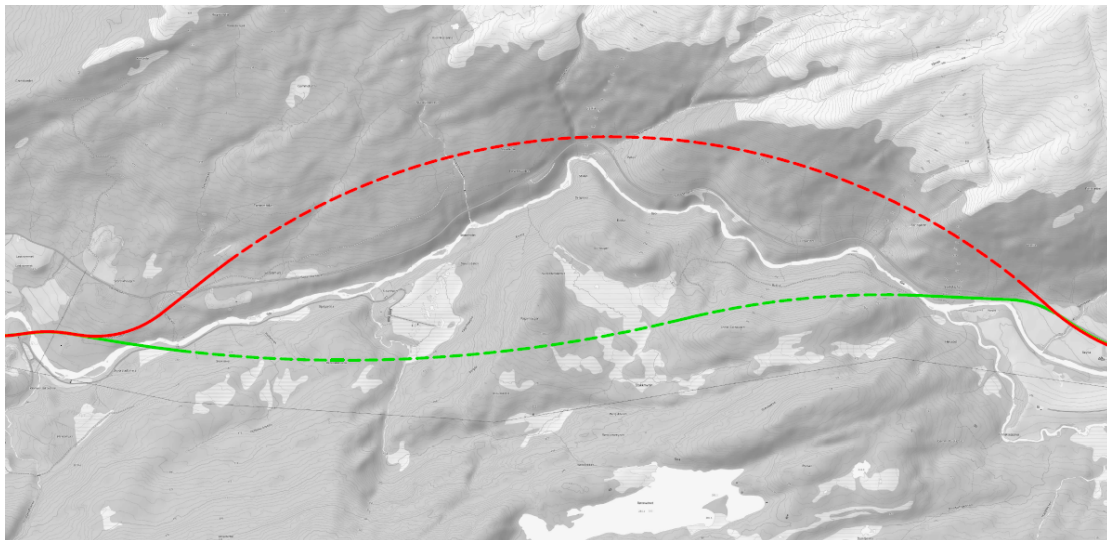
Tiltak

- Avkjørselssanering
- Utbedring til H1 standard
- Tunnel om Dyrgrova
- Utbedring av kurvatur der eksisterende veg ikke møter krav.



Figur 6.1: Konsept EvT

Konseptet bygger på en utbedring av eksisterende trasé til H1 standard. vegen følger dagens trasé fra Stormyra til brukryssing av Sjø. Etter brua er det utarbeidet to forslag til tunneler som omgår Dyrgrova, vist i Figur [6.2](#).



Figur 6.2: Nordre og søndre tunnelalternativ om Dyrgrova

I nordre trasé legges vegen i tunnel etter avkjøringen til Sødalsvegen. Eksisterende vegtrasé fra Dyrgrova legges i undergang og kobles inn på Sødalsvegen. Søndre trasévalg går i ny bru over Sjø som krysser over lokalvegen til Fagerhaugmyra. Begge alternativene munner ut ved Borstad, hvor Søndre trase krysser Sjø ved bru. Videre følger traseen eksisterende veg til Vasslia, hvor den går i utbedret kurvatur på fylling i kanten av Vasslivannet. På

denne måten oppfyller traseen krav til horisontal kurvatur for utbedring samtidig som akseptabel avstand til det rasutsatte området ved Vassliknebbba oppnås, se Figur 6.3. Denne omleggingen forutsetter at fyllingen i Vasslivannet er geoteknisk mulig å gjennomføre.



Figur 6.3: Kurvaturesndring Vasslia

6.2.4 Konsept NvT

Konseptidé

- Ny trasé om Dyrgrova.
- Tilretteleggelse for hastighet 90 km/t etter tunnel.

Tiltak

- Avkjørselssanering
- H1 standard
- Tunnel om Dyrgrova
- Gjennomgående utbedring av kurvatur
- Tilrettelegging for 90km/t etter tunnel

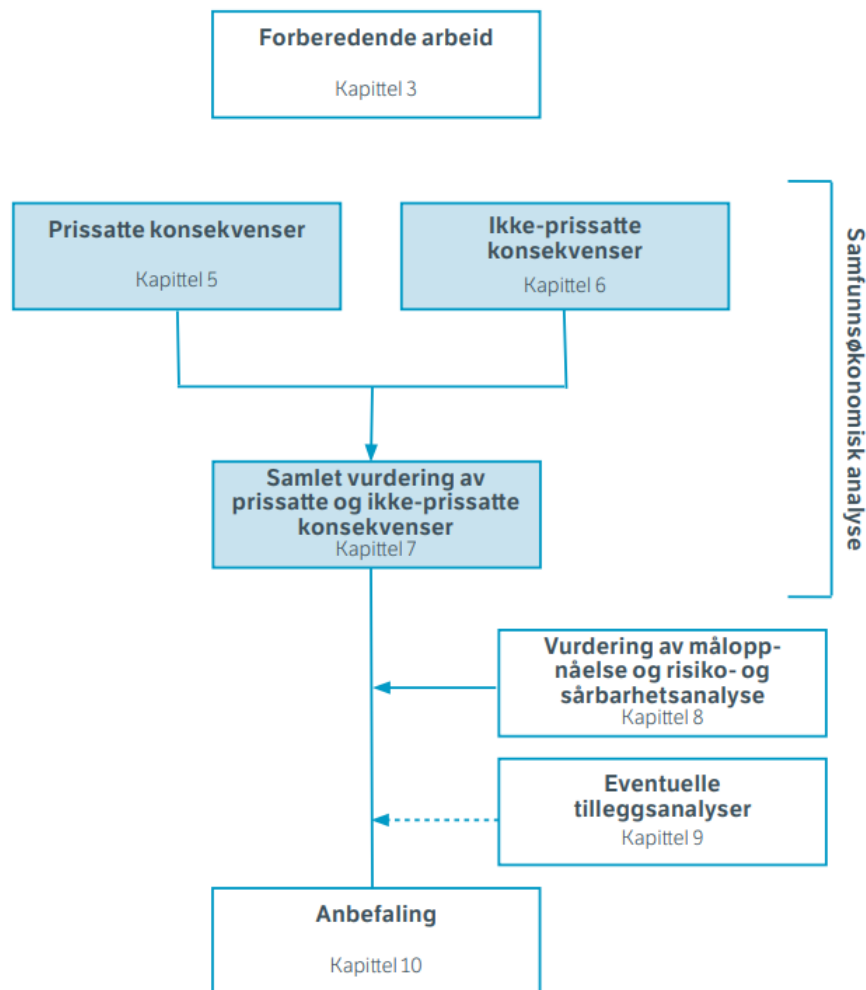
Konseptet bygger på EvT men med tilrettelegging for hastighet 90 km/t etter tunnel. Dette medfører at delstrekningens kurvatur prosjekteres etter H5 standard, og at den i tillegg oppfyller følgende krav:

- ÅDT < 4000
- strekning > 5 km.
- i gjennomsnitt <0.3 boliger/hytter/gårdsbruk pr. km med adkomst via avkjørsel til vegen. Noen jord- og skogbruksavkjørsler med begrenset bruksfrekvens kan tillates i tillegg.

Konsekvensanalyse

Oppgavens konsekvensanalyse er basert på Håndbok V712 Konsekvensanalyser. Målet med analysen er å danne et grunnlag for å anbefale valg av en løsning, ved å vurdere ulike løsningsalternativer opp mot hverandre. Metoden er spesielt utviklet for planer på prosjektnivå i form av kommunedelplan [39].

Konsekvensanalysen består av en samfunnsøkonomisk analyse som inkluderer både prissatte og ikke-prissatte konsekvenser. På bakgrunn av analysen vurderes også de ulike alternativenes måloppnåelse, før en kommer med en anbefalt løsning, se Figur 7.1. Håndboken beskriver viktigheten av å på forhånd sette seg godt inn i dagens situasjon, og se på utfordringer i planområdet. Vi har i oppgaven forsøkt å belyse utfordringene innenfor prosjektområdet gjennom en problemanalyse og en behovsanalyse, og på bakgrunn av disse definert ønskede oppnådde mål.



Figur 7.1: Hovedgrep for konsekvensanalyse i håndboka (Kilde: Hb V712 [39])

7.1 Samfunnsøkonomisk analyse

Hovedmålet til en samfunnsøkonomisk analyse er å finne ut om et tiltak er samfunnsøkonomisk lønnsomt eller ikke. Analysen tar sikte på å fange opp alle typer konsekvenser for alle grupper i samfunnet som blir berørt av et tiltak. Dette gjøres ved å dele inn analysen i ulike temaer som måles opp mot hverandre.

7.1.1 Investeringskostnader

Det er i denne oppgaven foretatt en enkel kostnadsutregning hvor investeringskostnader er beregnet ved hjelp av erfaringspriser fra Riksvegutredningen 2019. Hensikten er å gi et grovt overslag over kostnadene forbundet med hvert alternativ, til sammenlikning med den økonomiske nytten alternativene representerer. Enhetsprisene er vist i Figur 7.1 og beskriver totale sluttkostnader inklusive mva. justert til 2019 nivå.

Tiltak		Lav	Normal	Høy
H1-veg (9.0m)	<i>kr/m</i>	50	70	150
T9.5-tunnel	<i>kr/m</i>	180	210	400
H1-bru(9.5m)	<i>kr/m</i>	400	490	800
Planskilt Kryss	<i>kr/stk</i>	75 000	185 000	450 000
Utvidelse av veg med 2 meter	<i>kr/m</i>	35	55	80
Utvidelse av veg med 4 meter	<i>kr/m</i>	45	70	125

Tabell 7.1: Enhetspriser med kostnadsspenn (1000 NOK)

Som vist av Figur 7.1 er kostnadsspennet innenfor hvert tiltak tredelt. Kostnader til generell utbedring av veg varierer sterkt, og er avhengig av tiltakets omfang, terrengforhold på stedet og bebyggelsesgrad. Vi vil i denne kostnadsutregningen ikke skille mellom ulike grunnforhold, da det per dags dato ikke er foretatt grunnundersøkelser og/eller geotekniske vurderinger. Kvartærgeologiske oversiktskart fra området viser hovedsakelig tynt morenedekke i grunnen (se Figur 2.12), og vi anser derfor forenklingen som lite utslagsgivende.

Kostnadsinndeling etter type terreng

I kostnadsdifferensieringen av utbedring etter terrengtype støtter vi oss på Statens Vegvesens Rapport nr. 384 *Kostnader og nytte ved økt vegbredde* [40]. Rapporten inndeler anleggskostnader etter tre terrengkategorier: flatt, kuppert og bratt terreng. Siden vi anser terrenget som den faktoren med størst innvirkning på kostnader, antar vi en sterk sammenheng mellom anleggskostnader og total kostnader. Inndelingen i terrengkategorier er gjort på bakgrunn av kartdata vist i vedlegg A.11 og vist i Tabell 7.2 under.

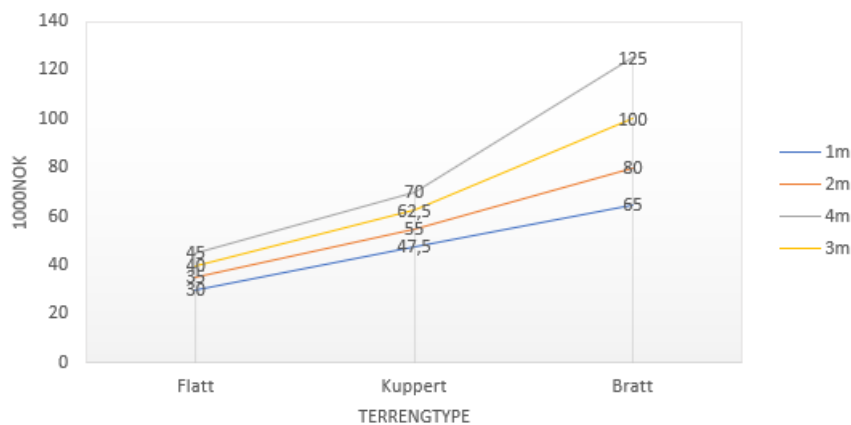
Fra Hp	Til Hp	Fra m	Til m	Fra Profil	Til Profil	Lengde	Type terreng
8	8	9300	8000	0	1300	1300	Flatt
8	8	8000	7200	1300	2100	800	Kuppert
8	8	7200	6600	2100	2700	600	Flatt
8	8	6600	5200	2700	4100	1400	Kuppert
8	8	5200	2000	4100	7300	3200	Bratt
8	8	2000	500	7300	8800	1500	Flatt
8	7	500	9000	8800	9917	1117	Kuppert
7	7	9000	8100	9917	10817	900	Flatt
7	7	8100	6600	10817	12317	1500	Kuppert
7	7	6600	6000	12317	12917	600	Flatt
7	7	6000	3500	12917	15417	2500	Bratt
7	7	3500	3164	15417	15753	336	Flatt

Tabell 7.2: Terrenginndeling i prosjektområdet etter type

7.1.2 Investeringskostnad Alternativ 0⁺

Eksisterende veg har en snittbredde på 7.25m og en dekkebredde på 6.45m. Statens Vegvesens Rapport Nr. 373 beskriver at bredden av en kantforsterkning/breddeutvidelse bør være minst 1.0m for å få en tilfredstillende komprimering av de tilførte massene [42, s. 53]. Vi legger derfor til en breddeutvidelse på 1.0m som i snitt strekker seg 25cm inn på eksisterende veg, slik at totalbredden jevnt over blir 8.0m

I spørsmål rundt prising av dette presiserte vår veileder Amund Stranden at veldig mye av kostnadene ved utvidelse er knyttet til trafikkavvikling og arbeidssikring. Vi tolker det dermed slik at tiden det tar å gjennomføre breddeutvidelse er avgjørende for kostnaden, og at tid brukt øker med vanskeligere terreng. Figur 7.2 viser antatte kostnader for 1-4m breddeutvidelse i forhold til type terreng.



Figur 7.2: Utbedringskostnad etter terrengtype

Breddeutvidelse i kurvatur

Hb V120 angir krav til breddeutvidelse etter Kapittel 4.3 [38, s. 47]. Breddeutvidelsen bygges normalt opp lineært over overgangskurvens lengde, og det kan være aktuelt å i vendekurver beholde halv breddeutvidelse. Da dette er et overslag i pris vil vi nøye oss med å inndelegge kurvene med tilhørende klotoider i to kategorier, 2.0m og 3.0m breddeutvidelse, som også inkluderer den generelle breddeutvidelsen på 1.0m. Lengden av utvidelsen er satt til hele sirkelbuen pluss halvparten av korteste tilhørende klotoider. Tabell 7.3 viser estimerte total kostnader på breddeutvidelse i kurvatur.

Terreng/Breddeutvidelse	Flatt	Kuppert	Bratt	Totalkostnad
Utvidelse 2m	116 m	597 m	1784 m	179 669 400 kr
Utvidelse 3m	-	-	1186 m	118 603 800 kr
Totalt	116 m	597 m	2970 m	298 273 200 kr

Tabell 7.3: Totale kostnader ved breddeutvidelse i kurvatur

Generell breddeutvidelse

Øvrig veg vil ha 1.0m breddeutvidelse.

Type terreng	Pris	Lengde	Kostnad
Flatt	30 000 kr	5120 m	153 600 000 kr
Kuppert	47 500 kr	4220 m	200 450 500 kr
Bratt	65 000 kr	2730 m	163 800 000 kr
Totalt		12 070 m	517 850 500 kr

Tabell 7.4: Totale kostnader for 1.0m breddeutvidelse

Rassikring

Kostnader forbundet med rassikring er utarbeidet i samråd med Stig Gunnar Lillevik, hos avdeling for geofag utbygging ved Statens vegvesen. Det er tatt utgangspunkt i 1 bolt per 10m^2 bergskjæring, og at 25% av bergskjæringene dekkes med isnett/steinsprangnett. Dette gir en sikringskostnad på ca. $300\text{kr}/\text{m}^2$, hvor det forutsettes en enhetspris på 2000 kr per bolt og $400\text{kr}/\text{m}^2$ nett. Det vil i tillegg i bratt terreng med løsmasser over skjæring kunne være behov for mur, med en merkostnad på $30\text{-}100\text{kr}/\text{m}^2$. Da bilde- og videomateriale fra befaring synes ikke å vise nevneverdige løsmasser over skjæringene, og vegetasjonen generelt i området vitner om uforstyrrede vekstvilkår velger vi å se bort ifra dette tiltaket.

7.1.3 Investeringskostnad EvT

Begge alternativene følger terrenget til eksisterende vei med unntak av når de går gjennom sine respektive tunneler, og ved kurvaturendringen ved Vasslivannet (se Figur 6.3). Vi benytter oss derfor av terrenginndelingen vist i Tabell 7.2. Kurvaturesndringen ved Vasslivannet medfører fylling i vann, noe som gjør at vi velger å endre kostnaden til høy for denne delstrekningen. Det samme gjelder for strekningene inn og ut av tunnelene. Investeringskostnaden på nordre trasé blir 1 773 190 000 kr, mens søndre trasé har en prislapp på 1 717 690 000 kr. Regnestykket for hvert av alternativene er vist i Vedlegg A.13.

7.1.4 Investeringskostnader NvT

Traseen er lik EvT mellom Stormyra og utløp av tunnel for begge alternativene. For delstrekningen som utbedres til hastighet 90 km/t vil det medføre økte kostnader forbundet til terrenginngrep. Utregninger av merkostnaden for bedret kurvatur er vist i Vedlegg A.14. Overslaget for nordre alternativ gir en total kostnad på 2 088 750 000 kr, mens det for søndre alternativ beløper seg til 1 937 250 000 kr.

7.2 Prissatte konsekvenser

For å beregne prissatte konsekvenser er det i denne oppgaven utarbeidet en enkel nyttekostnadsanalyse i programmet EFFEKT 6.73. Programmets beregningsprinsipper bygger på Håndbok V712 Konsekvensanalyser. Beregningene foretatt tar utgangspunkt i samme forutsetninger som i Konseptutvalutredningen for Orkdalsregionen:

Felles prisnivå:	2019
Åpningsår:	2026
Anleggsperiode:	3 år
Analyseperiode:	40 år
Kalkulasjonsrente:	4% i analyseperioden, 3% i perioden 41-75 år etter åpning, deretter 2%
Levetid:	75 år
Sammenligningsår:	2022

Tabell 7.5: Beregningsforutsetninger

I beregning av trafikksammensetning og passasjerkostnader fikk vi hjelp av May-Berit Eidsaune, som var ansvarlig for prissatte temaer i Konseptutvalgutredningen for Orkdalsregionen. Inndata til beregningene er vist i Vedlegg ??.

Resultater

Hovedresultatene fra EFFEKT-beregningene er vist i tabell [7.6](#). Det er nytten blant trafikanter og transportbrukere og reduksjon i trafikkulykker som gir de største bidragene til netto nytte (NN) og netto nytte per budsjettkrone (NNB).

Resultatene viser at alle konseptene får negativ netto nytte per budsjettkrone. Negativ netto nytte betyr at samfunnet taper penger for hver krone som investeres. Vår veileder Amund presiserte at det er å forvente i kost-nytteberegninger med lave trafikktall.

Konseptene med tilrettelegging for fartsgrense 90 km/t gir best trafikknytte, med nordre alternativ som det beste alternativet. 0⁺ alternativet får lavest transport og trafikantnytte, da tiltaket i liten grad påvirker reisetid og har samme reiselengde som referansealternativet.

0⁺ Konseptet har dårligst innvirkning på ulykkeskostnader. Konseptet NvT har størst innvirkning på ulykkeskostnadene med nordre trasé som det beste alternativet.

Restverdien er nåverdien til nytten av tiltaket etter analyseperioden og frem til utløpet av levetidsperioden, med andre ord i tidsrommet år 2066-2101. Av Konseptene er det kun investeringen i 0⁺ alternativet som har en positiv restverdi.

	Referanse	0+	EvT nordre	EvT søndre	NvT nordre	NvT søndre
Trafikanter og transportbrukere	2 213 627	10 163	57 151	51 116	104 897	89 766
Budsjettvirkninger for det offentlige	-14 420	- 610 970	- 1 530 71	-1493 571	-1 782 183	-1 659 946
Trafikkulykker	-105 494	4 516	25 468	25 089	46 929	46 836
Luftforurensning	-168 973	562	9 855	5 630	1 732	-9 560
Restverdi	-	3 338	-37 388	-44 686	-14 522	-24 709
Skattekostnad	-2 884	-122 194	-306 143	-298 714	-356 437	-331 989
Netto nytte (NN)	-	-714 585	-1 781 170	-1 755 137	-1 999 583	-1 889 602
Netto nytte pr. budsjettkrone (NNB)	-	-1.17	-1.16	-1.18	-1.12	-1.14
Rangering	1	5	4	6	2	3

Tabell 7.6: Sammenstilling av prissatte konsekvenser, vist ved endring i forhold til 0-alternativet. Negative tall betyr økte kostnader, og positive tall betyr økt nytte. Priser oppgitt er i 1000NOK.

7.3 Ikke prissatte konsekvenser

Vurderingen av de ikke-prissatte virkningene er gjort med utgangspunkt i metodikken beskrevet i Håndbok V712 Konsekvensanalyser [39]. Konfliktpotensiale til hvert alternativ vurderes i forhold til referansekonseptet. Formålet med analysen, slik det beskrives i håndboken er å frembringe kunnskap om undersøkelsesområdet og definere virkninger av et tiltak på omgivelsene eller landskapet. Virkninger deles inn i fem fagtemaer:

- landskapsbilde
- friluftsliv/by- og bygdeliv
- naturmangfold
- kulturarv
- naturressurser

Kunnskapen om området baserer seg i hovedsak på situasjonsbeskrivelsen gjort i Kapittel 2, med supplerende kartlegging etter behov. 0⁺ konseptet har ingen større fysiske tiltak utenom eksisterende trasé, og er derfor kun vurdert innenfor de fagtemaene hvor tiltaket har en konsekvens. Der konseptene EvT og NvT følger samme trasé vil analysen kun skille mellom nordre og søndre alternativ. På strekninger der konseptene går i tunnel er det ikke beregnet noen virkninger på omgivelsene.

7.3.1 Verdivurdering

Verdivurderingen innenfor hvert fagtema deles inn i tre kategorier: liten, middels og stor verdi, basert på om områdene innenfor temaet er av lokal, regional eller nasjonal betydning. Dette for å kunne synliggjøre områder med høy forvaltningsprioritet. Videre inndeles grad av konflikt etter en tilsvarende skala, slik at man i den samlede vurderingen får et helhetlig bilde av konfliktpotensialet.

7.3.2 Landskap

Prosjektområdet strekker seg over to landskapstyper beskrevet i det nasjonale referansesystemet for landskapsregioner [23] [24]. Referansesystemet sikter på å *“synliggjøre forskjellige hovedtyper av landskap slik at deres særegne kvaliteter kommer klarere frem”*. En inndeling av landskapsregionenes kvaliteter sett i nasjonal sammenheng er vist i Tabell [7.7]. Skillet mellom regionene går omtrent ved avkjøringen til Borstad.

Hovedkomponenter	Landskapsregion 25	Landskapsregion 15
Landskapets hovedform	***	**
Landskapets småformer	**	***
Vann og vassdrag	**/**	***
Vegetasjon	***	***
Jordbruksmark	**/**	-/**
Bebyggelse og tekniske anlegg	**/**	-/**

Tabell 7.7: Prosjektområdet kvaliteter rangert etter hovedkomponenter

Konsept EvT, nordre trasé

Nordre alternativ følger eksisterende trasé fra Stormyra til tunnelåpning og vil ikke ha nevneverdig innvirkning på landskapsbildet i nedre del av Søvassdalen, sett opp mot 0-alternativet. Selve tunnelåpningen treffer terreng med noe slak helning, og vil ha en negativ innvirkning på landskapsbildet lokalt i forbindelse med innløp. Utløp av tunnelen følger en naturlig linje ut av fjellet og ansees ikke som forringende for landskapsbildet. Fra utløpet av tunnelen og forbi Borstad blir dalføret trangere og landskapets småformer får en større visuell betydning. Da vegen stort sett følger eksisterende trasé, med kun mindre utrettinger av kurvatur ansees det ikke å ha en nevneverdig negativ virkning. Ved Vasslivatnet vil fyllingen i vannkanten potensielt ha en negativ innvirkning, ved at den fremstår som en kunstig del av omgivelsene. **Vurdering = Middels**

Konsept EvT, søndre trasé

Der nordre og søndre trasé overlapper gjelder beskrivelsen av nordre for begge alternativene. Fra Stølen krysser søndre trasé Sjø inn i tunnel og bryter på denne måten med dalens retning. Dette ansees allikevel ikke som veldig skjemmende, da tett skog langs vegen i stor grad hindrer oppfattelsen av de store landformene. Ved Borstad vil tunnelmunning og bru potensielt være synlig på lang avstand ved kjøring i vestlig retning, noe som forringer det visuelle bildet av dalen, og strider mot landskapets førende linje. **Vurdering = Høy**

Konsept NvT

For konseptet vil en utbedret linjegeometri langs øvre del av prosjektområdet føre til en stivere veglinje som i større grad bryter med omliggende terreng. Dette gjelder begge alternativene, og samlet vurdering baserer seg derfor på denne forringelsen i kombinasjon med konsekvensene avdekket i hvert av alternativene for EvT.

Vurdering = Høy

Samlet vurdering med hensyn på landskap er vist i Tabell [7.8](#)

Alternativ	0+	EvT Nordre	EvT Søndre	NvT Nordre	NvT Søndre
Påvirkning/ konsekvens	Liten	Middels	Høy	Høy	Høy
Rangering	1	2	3	3	4

Tabell 7.8: Samlet vurdering med hensyn på landskap

7.3.3 Friluftsliv/by- og bygdeliv

Fagtemaet belyser tiltakenes virkninger for brukerne av utredningsområdet. Temaet omfatter alle områder som har betydning for allmennhetens mulighet til å drive friluftsliv som helsefremmende og trivselsskapende aktivitet i nærmiljøet og i naturen ellers. Viktige friluftsområder innenfor prosjektområdet er vist i Vedlegg [A.15](#).

Konsept 0⁺

0⁺ Konseptet kan være i konflikt med syklende langs vegen, da anlegging av forsterket kantoppmerking (rumleriller) er ubehagelig ved overkjøring og kan medføre at syklistene mister kontroll. Med en vegskulder på 0.75m og profilert kantoppmerking på 0.35m har syklistene et relativt smalt område å bevege seg innenfor. Dette kombinert med at store deler av strekningen har rekkverk utgjør en samlet negativ effekt for syklistene langs prosjektets strekning. Utover negativ effekt for syklistene ansees ikke konsept 0⁺ å ha nevneverdig konflikt med øvrig friluftsliv. Det har ikke lyktes studentene å få kartlagt frekvensen av syklistene langs strekningen, men basert på tilstanden til eksisterende veg ansees mengden syklistene å være relativt lav. **Vurdering = Lav**

Konsept EvT

Avkjørselssaneringen vil for begge alternativene ha en konsekvens for tilgangen til friluftslivsområder spesielt i øvre del av Søvassdalen. Det er valgt å beholde avkjørsel til parkering ved Borstad som sikrer tilgang til de mest frekventerte turene på sørsiden av dalen. Kurvaturendring med fylling i Vasslivatnet vil kunne ha innvirkning på fisket. Miljødirektoratets kartlegging over Vasslivatnet viser middels brukerfrekvens. En omlegging av trasé i tunnel ved Dyrgrøva vil slå positivt ut for bruken av området til friluftslivformål. Både syklistene langs vegen og fotgjengere på veg til Tysktrappa [19](#) nyter godt av mindre trafikk langs eksisterende veg. **Vurdering = Middels**

Konsept NvT

Konseptet vil ha mange av de samme konsekvensene som EvT. For syklistene vil en økning av fartsgrense ha negativ innvirkning. I tillegg vil en åpning for 90 km/t stille enda strengere krav til avkjørselssanering. Dette får innvirkning på hytteeiere i øvre del av Søvassdalen, hvor muligheten til å kjøre helt frem til hytta nå blir borte. Det er i alternativene tiltenkt sanering som ivaretar muligheten til å parkere i nærheten, men samlet sett vil dette være

en konflikt av vesentlig betydning. **Vurdering = Høy**

Samlet vurdering med hensyn på landskap er vist i Tabell [7.9](#)

Alternativ	0+	EvT Nordre	EvT Søndre	NvT Nordre	NvT Søndre
Påvirkning/ konsekvens	Liten	Middels	Middels	Høy	Høy
Rangering	1	2	2	3	3

Tabell 7.9: Samlet vurdering med hensyn på landskap

7.3.4 Naturmangfold

Som beskrevet i situasjonsanalysen preger Sjø naturmangfoldet i området, både i artsmangfold og bonitet. Eneste naturvernede område innenfor prosjektet er ved Vinnstor-myra, rett nord for avkjøring til Kyrksæterøra. Området blir ikke berørt av alternativene i denne oppgaven. Graden av konflikt med hensyn på naturmangfold har da en direkte sammenheng med beslaglagt terreng, og viktigheten av terrenget. Dette fagtemaet kunne vært innarbeidet i prissatte konsekvenser som grunnlagsdata for klimaberegninger, men da EFFEKT-beregningene kun tar hensyn til bonitet og ikke artstype/mangfold har vurderingene blitt utført her isteden.

Viktige naturtyper er vist i Vedlegg [A.16](#). Kort sammenfattet vil tunnelutløpet ved Borstad for alternativene med trase på nordsiden gå gjennom et område bestående av rik edellauvskog. Denne skogstypen kjennetegnes ved et rikt biologisk mangfold, og er av Miljødirektoratet betegnet som viktig. De søndre alternativene vil to ganger krysse Sjø, som av Miljødirektoratet er kartlagt som et lokalt viktig bekkedrag. Inngrep i forbindelse med kryssing av bekkedraget kan gi ringvirkninger i større deler av elva, samtidig som et inngrepet i lauvskogen kan sees på som en større konsekvens. Vi velger å gi hvert inngrep lik innvirkning.

Foruten innvirkning på viktige naturområder skiller alternativene seg ut i mengden arealbeslag til vegbyggingen. Gjennom prissettingen så vi at alternativene med forbedret kurvatur gjør økte beslag på terreng. De får dermed tildelt en større konsekvens. Den samlede vurderingen av alternativenes konsekvens på naturmangfoldet er vist i Tabell [7.10](#).

Alternativ	0+	EvT Nordre	EvT Søndre	NvT Nordre	NvT Søndre
Påvirkning/ konsekvens	Liten	Middels	Middels	Høy	Høy
Rangering	1	2	2	3	3

Tabell 7.10: Samlet vurdering med hensyn på naturmangfold

7.3.5 Kulturarv

Vedlegg [A.17](#) viser oversikt over kulturminner innenfor planområdet. Trekanter betegner bygninger registrert i SEFRAK, mens runer betegner enkeltminner. Det er ingen kulturminner som blir direkte berørt av foreslåtte alternativer. Dette gir lik vurdering.

Alternativ	0+	EvT Nordre	EvT Søndre	NvT Nordre	NvT Søndre
Påvirkning/ konsekvens	Liten	Liten	Liten	Liten	Liten
Rangering	1	1	1	1	1

Tabell 7.11: Samlet vurdering med hensyn på kulturarv

7.3.6 Naturressurser

Håndboka beskriver at fagtemaet naturressurser skal vurderes ut fra samfunnets interesser og behov for å ha ressursgrunnlaget tilgjengelig for fremtiden. Fagtemaet deles inn i følgende ressurser: jordbruk, reindrift, utmarksarealer, fiskeri, vann og mineralressurser. Det bedrives ikke reindrift innenfor prosjektområdet, og forekomsten av mineralressurser er minimal. Vasslivetnet er regulert til vannkraft, men innenfor fagtemaet vann måles konsekvensene med hensyn på drikkevann. Dermed vurderes alternativene opp mot de resterende ressursene, jordbruk, utmarksressurser og fiskeri. Kart over løsmasser er vist i Vedlegg [A.12](#) mens viktige jordbruksområder og dyrkbar jord er vist i Vedlegg [A.18](#)

Jordbruk

Kurveutbedringen mellom profil 1400-1900 og 9600-10300 foreslått i Kapittel [6.1.2](#) gjelder for alle alternativene som utbedres til H1 standard. Utbedringen legger beslag på dyrket mark og er i konflikt med både nasjonal jordvernstrategi og gjeldende kommuneplan for prosjektområdet. I tillegg vil avkjørselssanering i øvre del av Søvassdalen gi begrensning tilgangen til jordbruksareal sammenliknet med tidligere. Økt kurvaturutbedring for alternativene med H5 linjeføring gi et større beslag på deler av Borstad. Med hensyn på jordbruk får konflikten vurderingen:

- 0⁺: **Lav**
- EvT: **Middels**
- NvT: **Høy**

Utmarksressurser

Ingen av konseptene berører utmarksressurser i nevneverdig grad. Roberget utmarkslag beskrevet i Kapittel [2.2.2](#) har jaktområde nord for Dyrgrøva, men berøres ikke av alternativene. Samlet **Vurdering = Lav**

Fiskeri Grad av inngrep langs vannkanten ved Vasslivatnet ansees å kunne overføres til grad av konflikt. Da mange i Heim kommune bedriver jakt og fiske [11], og fisket i Vasslivatnet generelt er beskrevet som godt [9] vil konflikten for de ulike alternativene få vurderingen:

- 0⁺: **Lav**
- EvT: **Middels**
- NvT: **Høy**

En samlet vurdering for fagtemaet naturressurser er vist i Tabell [7.12]

Alternativ	0+	EvT Nordre	EvT Søndre	NvT Nordre	NvT Søndre
Jordbruk	Liten	Middels	Middels	Høy	Høy
Utmark	Liten	Liten	Liten	Liten	Liten
Fiske	Liten	Middels	Middels	Høy	Høy
Rangering	1	2	2	3	3

Tabell 7.12: Samlet vurdering med hensyn på naturressurser

7.3.7 Total vurdering ikke-prissatte temaer

Tabell [7.13] viser samlet vurdering av ikke-prissatte temaer. Det er her valgt gi hvert tema lik vektlegging. Dette er en forenkling av virkeligheten, og det vil ved grundigere analyser være nødvendig å sette opp en tydeligere rangering av viktigheten til hvert fagtema. Basert på resultatene vil en rangering av fagtema uansett ikke gi en endring i rangeringen.

Fagtema	0-referanse	0+	EvT Nordre	EvT Søndre	NvT Nordre	NvT Søndre
Landksap	1	1	2	3	3	4
Friluftsliv	1	1	2	2	3	3
Naturmangfold	1	1	2	2	3	3
Kulturarv	1	1	1	1	1	1
Naturressurser	1	1	2	2	3	3
Rangering	1	1	3	4	5	6

Tabell 7.13: Samlet vurdering ikke-prissatte konsekvenser

7.4 Sammenstilling av konsekvenser

Fagtema	0-referanse	0+	EvT Nordre	EvT Søndre	NvT Nordre	NvT Søndre
Netto nytte	0	-714.6	-1 781.2	-1 755.1	-1 999.6	-1 899.6
Netto nytte per budsjettkrone	0	-1.17	-1.16	-1.18	-1.12	-1.14
Rangering	1	5	4	6	2	3
Ikke prissatte konsekvenser	1	1	3	4	5	6
Forslag til endelig rangering	1	2	3	6	3	5

Tabell 7.14: Samlet konsekvensvurdering, netto nytte er bekrevet i MNOK

Som vi ser kommer 0^+ alternativet best ut av konsekvensanalysen. I prissatte konsekvenser er rangeringen gjort på bakgrunn av netto nytte per budsjettkrone, men det er i en slik sammenheng også viktig å se på total netto nytte, da det bedre viser omfanget av investeringen.

7.5 Måloppnåelser

7.5.1 Samfunns mål

Effektmål 1: Bedret fremkommelighet mellom Stormyra og Flauglia

Reisetiden mellom Stormyra og Flauglia skal reduseres med minimum 2 minutter for lette kjøretøy, og minimum 1.5 minutter for tunge kjøretøy.

Konsept	0	0+	EvT Nordre	EvT Søndre	NvT Nordre	NvT Søndre
Stormyra - Flauglia (m:s)	12:13	12:08	11:58	11:33	11:05	10:51
Reduksjon	0	0:05	0:15	0:40	1:08	1:22

Tabell 7.15: Reduksjon i reisetid for lette kjøretøy

Tabell [7.15](#) viser reduksjon i reisetid mellom Stormyra og Flauglia i forhold til 0-referansen. Reisetiden er beregnet ved hjelp av EFFEKT6.73 med kurvatur og stigninger til referanse-situasjonen hentet fra NVDB. For alternativene er det skrevet ut .TIN og .NYL filer fra Autocad som leses inn som beregningsgrunnlag. Fartsmodellen i EFFEKT6.73 tar utgangspunkt i “fri fart”, altså ved null trafikk, og beregner hastigheten i begge kjøreretninger. Konseptet med 90 km/t hastighet og tunnel i søndre trasé har mest reduksjon i reisetid, mens 0^+ -alternativet har minst reduksjon i reisetid. Dette er som forventet, da søndre trasé har kortest totaltstrekning, mens 0^+ alternativet følger eksisterende veg.

Konsept	0	0+	EvT Nordre	EvT Søndre	NvT Nordre	NvT Søndre
Stormyra - Flauglia (m:s)	12:16	12:10	12:00	11:35	11:25	11:09
Reduksjon	0	0:06	0:16	0:41	0:51	1:07

Tabell 7.16: Reduksjon i reisetid for tunge kjøretøy

Tabell 7.16 viser reduksjon i reisetid for tunge kjøretøy. Ved beregningene viser 0-alternativet kun tre sekunder økt reisetid for tunge kjøretøy kontra lette. Vi stusser litt over denne beregningen, men har ingen andre tall å basere oss på, så den godtas. Størst reduksjon har NvT søndre med en tidsbesparelse på 1:07, mens 0⁺- alternativet har lavest tidsbesparelse.

Effektmål 2: Antall drepte og hardt skadde skal reduseres

Kostnader	0	0+	EvT nordre	EvT søndre	NvT nordre	NvT søndre
Drepte	21 582	21 081	13 724	13 894	9 465	9 508
Hardt skadde	21 712	19 954	15 036	15 153	13 023	13 063
Sum	43 294	41 035	28 760	29 047	22 488	22 571
Endring	0	2 259	14 534	14 247	20 806	20 723

Tabell 7.17: Reduksjon kostnader drepte og hardt skadde [1000NOK]

Da antallet personer er beskjedent passer det bedre å vise reduksjon som kostnadsbesparelse. EFFEKT6.72 skiller mellom typer ulykker i beregningene, og med en overvekt av utforkjøringer i kurve vil alternativene med spesielt utbedret kurvatur på de utsatte områdene komme bedre ut, til tross for høyere hastighet. Både nordre og søndre alternativ har en nær halvering av skadekostnader forbundet til drepte og hardt skadde. 0⁺ - alternativet har minst forbedring.

7.5.2 Generelle samfunns mål/ønskede sideeffekter

Tilkomsten til viktige næringsareal innenfor strekningen skal opprettholdes

Tilkomsten er best for 0⁺ - alternativet, da det ikke forutsettes noen avkjørselsanering. For øvrige alternativ er det i Vedlegg A.4 forsøkt å tilrettelegge for tilkomst, spesielt i nedre del av Søvassdalen, men det er ikke til å komme bort i fra at tilkomsten forringes noe for alternativene i EvT - konseptet, og ytterligere for NvT - konseptet.

Alternativ	0	0+	EvT nordre	EvT søndre	NvT nordre	NvT søndre
Tilkomst	God	God	Middels	Middels	Dårlig	Dårlig

Tabell 7.18: Tilkomst til viktige næringsareal

Reduksjon av klimagassutslipp

Alternativ	0	0+	EvT nordre	EvT søndre	NvT nordre	NvT søndre
Bygging	0	10 264	23 941	26 884	23 941	26 252
Drift/vedlikehold	3241	358	1 444	1 508	1 444	1 524
Transport	73 233	-564	-5 864	-4 048	-2 178	2 864
Sum	76 474	10 058	19 520	24 344	23 206	30 640

Tabell 7.19: Reduksjon i klimautslipp CO₂-ekvivalenter (tonn). Negativt tall betyr redusert utslipp.

Tabell 7.19 viser endringer i utlipp av CO₂ - ekvivalenter for perioden 2026 til 2065. Søndre alternativ har samlet sett den største økningen i utslipp av klimagasser, mens 0⁺ - alternativet kommer best ut. Samlet sett vil ingen av alternativene gi en besparelse i utslipp. Dette er som forventet.

7.5.3 Krav

- Der det foreslås tiltak på vegnettet skal det legges til rette for modulvogntog
- Grad av mulige utbyggingsetapper

0-alternativet tilfredsstillende i dag ikke krav til breddeutvidelse i kurvatur. 0⁺ - alternativet vil ha tilfredsstillende utvidelse, men utbyggingen gir stengt vei i hele perioden. Øvrige konsepter oppfylder begge krav.

7.5.4 Sammenstilling måloppnåelser

Måloppnåelse	0	0+	EvT Nordre	EvT Søndre	NvT Nordre	NvT Søndre
Samfunnsmål	6	5	3	4	1	1
Generelle samfunnsmål/ ønskede sideeffekter	1	2	3	4	5	6
Krav	6	5	1	1	1	1
Rangering av mål	5	4	1	3	1	2

Tabell 7.20: Samlet rangering av samfunnsmål

Drøfting

Samfunnsøkonomisk nytte	0	0+	Evt nordre	EvT søndre	NvT nordre	NvT søndre
Netto nytte	-	-714 585	-1 781 170	-1 755 137	- 1999 583	-1 899 602
Netto nytte per budsjettkrone	-	-1,17	-1,16	-1,18	-1,12	-1,14
Rangering prissatte	1	5	4	6	2	3
Rangering ikke prissatte	1	1	3	4	5	6
Rangering samfunnsøkonomisk nytte	1	2	3	6	3	5
Måloppnåelse						
Samfunns mål	6	5	3	4	1	1
Generelle samfunns mål/sideeffekter	1	2	3	4	5	6
Krav	6	5	1	1	1	1
Rangering av mål	5	4	1	3	1	2
Samlet vurdering av alternativene						
	3	3	1	6	1	5

Tabell 8.1: Samlet rangering av nytte, måloppnåelse og krav

Tabell [8.1](#) viser den samlede rangeringen av konseptene. Alternativene med trasé på nordre side av vegen skiller seg begge ut som de mest gunstige samlet sett.

EvT nordre

Alternativet havnet midt på treet i netto nytte per budsjettkrone. Det kommer best ut av samtlige utbyggingsalternativer for klimautslipp, og har en god reduksjon i antall drepte og hardt skadde. Konseptet faller litt igjennom på fremkommelighet med bare 15 sekunders estimert reduksjon i reisetid. Tilkomsten til viktige næringsareal er bedre enn for alternativene med fartsgrense 90 km/t.

NvT nordre

Alternativet har best utnyttelse per budsjettkrone, og scorer nest best på fremkommelighet. I reduksjon av drepte og hardt skadde topper det listen sammen med NvT søndre. Konseptet havner midt på treet i reduksjon av klimautslipp og tilbyr ikke like god tilkomst til næringsareal i øvre del av Søvassdalen som EvT gjør.

Da NvT nordre scorer best på de oppsatte samfunnsmålene som omhandler tid og skade, og vegen får en utbedret kurvatur som bidrar til å gi E39 en jevnere standard faller valget på dette alternativet. Tilkomsten til næringsareal blir i øvre del av Søvassdalen dårligere, men dette sees på som et mindre viktig mål, da hovedvekten av landbruket er lokalisert i nedre del ved Stølen og Myrvang.

Beskrivelse valgt alternativ

Vegklasse	H1
Lengde	15 440 m
Bredde	9.0m
Hastighet	80 km/t mellom profil 0 - 7600 90 km/t mellom profil 7600 - 15 440
Tunnel	T9,5
Lengde	3 800m
Maks stigning	2.55 %
Dimensjoneringsgrunnlag	Vedlegg A.6

Stormyra

Ved Stormyra kobler strekningen seg på vedtatt T-kryss fra reguleringsplanen Stormyra - Vinjeøra. Krysset skal være forkjørsregulert der trafikk på E39 har forkjørsrett, i motsetning til dagens kryss. **41**.

Søppelplassen (P820)

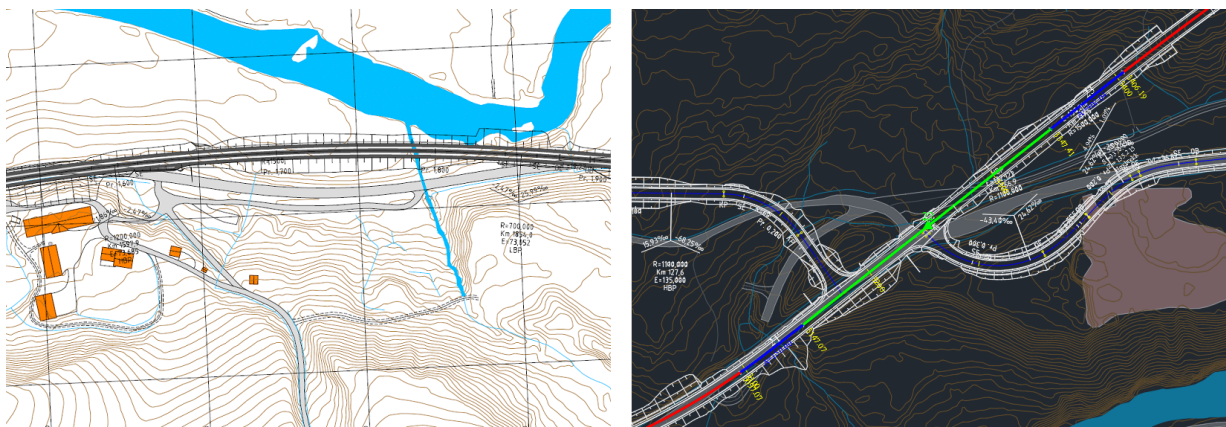
Det anlegges avkjøring etter krav i Hb N100, i tråd med forslaget til avkjørselssanering i Vedlegg **A.4**. Søppelplassen er en lokalt viktig byggeråstoffressurs, og skal fortsette å være det i fremtiden.

Kurveutretting P1600 - P1900

Ny trasé får utbedret kurvatur med radius $R = 1500$ fra profil 1600 - 1900, se Figur **9.1**. I samme område får gårdsbruket som ligger tett inntil vegen ny avkjørsel, etter gjeldende krav i Hb N100. Den gamle traseen kan benyttes av gårdsbruket som tilkomst til begge jordsbruksarealene på nordsiden av E39.

Sødalsveien

Sødalsveien får nytt forkjørsregulert T-kryss 50 meter sør for eksisterende, slik at det blir mulig å koble gammel E39 fra Dyrgrova inn på eksisterende trasé. Gamlevegen vil være vinterstengt. Utforming er vist i Figur **9.1**.



Figur 9.1: Venstre: Utretting av kurvatur profil 1600 - 1900, Høyre: Kryssløsning Sødalsveien/gamle E39

Vardfjelltunnelen P3380 - P7180

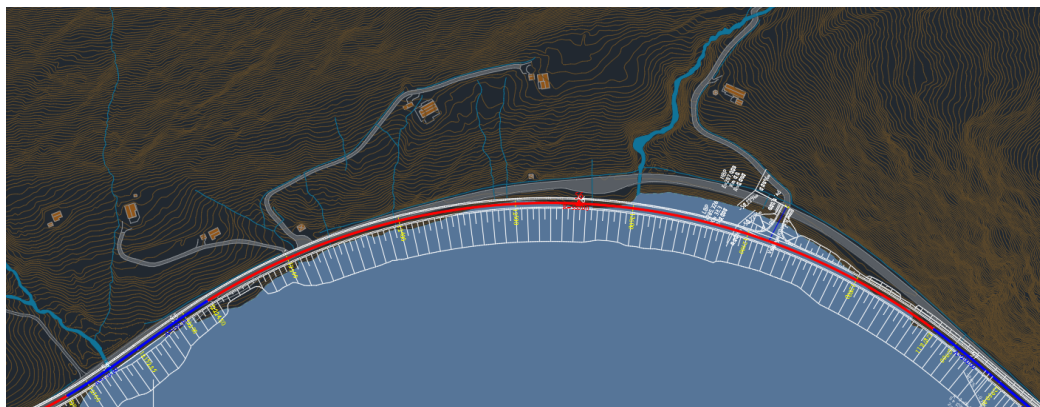
Ny trasé går i tunnel nord om Dyrgrova. Tunnelen har lengde 3800 m og har fått navnet Vardfjelltunnelen, etter fjellet den går gjennom. Vardfjelltunnelen har en stigning på 1.05% de første 1800 m, 2.55 % de neste 1450 m og 2.19% de siste 550 meterne. Ved Borstad tar gamle E39 av fra ny trasé via et forkjørsregulert T-kryss i en avstand 240 meter fra tunnelåpning.

Borstad

Gårdsbruket ved Borstad beholder sin hovedavkjørsel, som samtidig sikrer parkeringen brukt av friluftinteresserte på tur i fjellområdene. Deler av gammel trasé kan gjøres tilgjengelig for gårdsbruket, slik at avkjørsel nr. 15 i Vedlegg [A.4](#) beholdes som et krysningspunkt.

Sanering P8300 - P15540

Da Søvassvatnet er regulert og brukt til kraftproduksjon vil avkjørselen til demningen beholdes, og utbedres. Øvrige avkjørsler fjernes, med unntak av en felles avkjørsel til hyttene ved Vasslia. Der anlegges det felles parkering for hyttebeboere og andre tilsreisende, se Figur [9.2](#). Ved Flauglia er det valgt å beholde avkjøring til Jøssåvollveien. Avkjøring til hytte på nordsiden fjernes.



Figur 9.2: Sanering Vasslia

Autonome bilers oppfatning av omgivelser

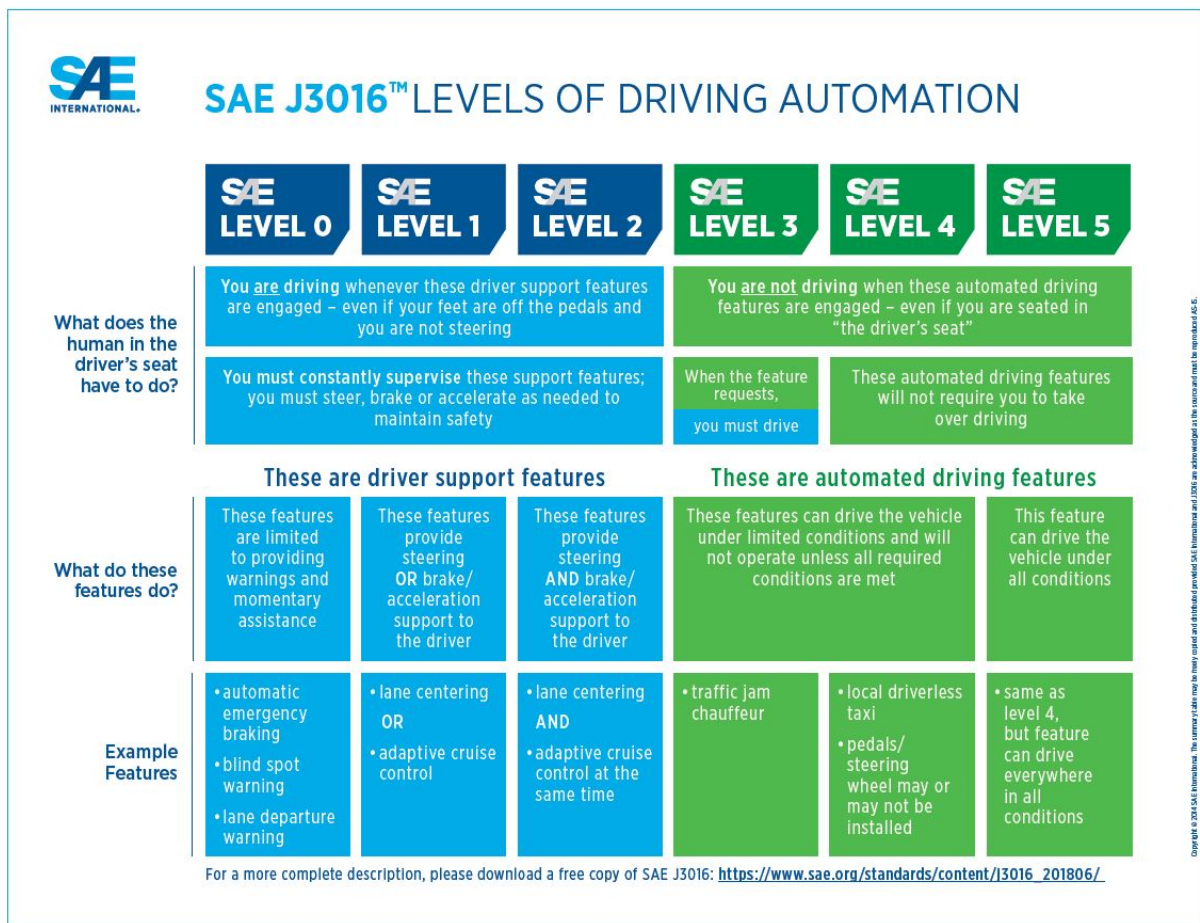
Selvkjørende biler har i lengre tid vært et stort satsningsområde blant ledende internasjonale bilprodusenter, med det endelige målet om å kunne produsere kjøretøy som sikkert navigerer uten behov for menneskelig interaksjon under alle kjøreforhold. Konseptet har vært forsøkt løst helt siden 1920-tallet, hvor oppfinner Francis Houdina ved hjelp av radiosignaler sendt fra en følgebil styrte en førerløs bil gjennom gatene i Manhattan [3]. I 1968 publiserte John McCarthy, en av pionerene innenfor kunstig intelligens, artikkelen “Computer Controlled Cars” som beskriver en løsning med mange likheter til dagens autonome biler [18].

“We are also proposing the computer control of cars. Our system requires a computer in the car equipped with television camera input that uses the same visual input available to the human driver. Essentially, we are proposing an automatic chauffeur”

Foruten problemer knyttet til størrelse, pålitelighet og kostnad av datamaskiner og andre elektriske komponenter, så McCarthy utvikling av tilfredstillende programvare som den største utfordringen. Denne utviklingen skjot for alvor fart på 1980-tallet, da økt konkurranse mellom USA og Japan innenfor utvikling av kunstig intelligens gav utløp til mer statlig finansiert forskning og fremskritt innenfor datateknologi. Blant de finansierte prosjektene var The Autonomous Land Vehicle program, som ved å ta i bruk videokamera og laserscanner sammen med treghetsnavigasjonssystem¹ la grunnlaget for dagens utvikling av autonome biler [17].

Dagens autonome biler rangeres etter hvilken grad av selvkjørende egenskaper de innehar. Rangeringen følger en seks-trinns skala etter standard J3016 utarbeidet av Society of Automotive Engineers [4]. En visualisering av standarden er vist i Figur 10.1. Som vi ser av figuren har skalaen et skille mellom nivå 2 og 3, hvor kjøretøyet går over fra å ha assisterende teknologi, til å primært være selvkjørende. Siden den generelle befolkningen ikke har inngående kunnskap om hva som skiller de ulike nivåene, blir de sjelden omtalt spesifikt av bilprodusenter. Forenklet kan vi si at et kjøretøy som innehar teknologi kapabel til å trygt navigere på motorveger vil tilsvare nivå 3, mens kjøretøyer som kan navigere trygt i byområder tilsvarer nivå 4.

¹Et navigasjonssystem som er uavhengig av ytre signaler, og kan brukes til navigering i enhver omgivelse.



Figur 10.1: Grafisk visualisering av de ulike trinnene i SAE J3016

10.1 Typisk arkitektur i autonome biler

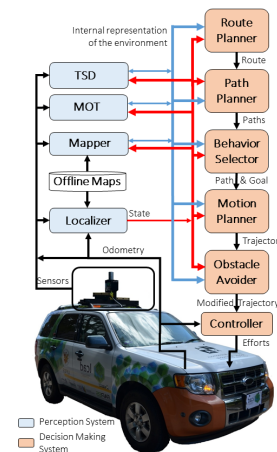
Arkitekturen til selvkjørende biler er typisk inndelt i to systemer: et oppfattende system, og et beslutningssystem. Det oppfattende systemet består igjen av flere undersystemer og inkluderer oppgaver som innebærer kartlegging av hinder, gjenkjenning av bevegende hinder, trafikksignaler, vegkartlegging m.m. Beslutningssystemet er inndelt i undersystemer som inkluderer planlegging av rute, sti, adferrel, bevegelse, unnvikelse av hinder m.m. En oversikt over hvert system med tilhørende hierarkisk struktur er vist i Figur 10.2. For å kunne navigere trygt i omgivelsene er kommunikasjonen mellom de to systemene essensielt, samt at på data hentet inn av det oppfattende systemet er av tilstrekkelig mengde og kvalitet. Nedenfor beskrives ulike metoder og instrumenter autonome biler benytter seg av i kartlegging av omgivelsene.

10.1.1 Lokalisering

Lokaliseringen har ansvar for å estimere kjøretøyets posisjon og orientering i forhold til et statisk kart eller en vei, samt kjøretøyets posisjon i forhold til bevegelige hindere. Statistiske kart blir gjerne kalt *Offline Map*, og er beregnet på forhånd, mens kjøretøyets sensorer fanger opp hindringer i nærområdet. Lokalisering ved bruk av GPS er ikke et alternativ da hindringer og refleksjon utgjør en risiko for unøyaktige målinger. Publiserte studier av løsninger innenfor feltet deler seg i hovedsak i tre områder:

- LIDAR-basert
- LIDAR og kamerabasert
- Kamerabasert

Fordelen med LIDAR-baserte system er god nøyaktighet og at de fungerer like godt under dårlige værforhold. Ulempen er at teknologien er relativt kostbar sammenliknet med kameraer. Systemer som baserer seg på både LIDAR og kameraer gjøres som et kostnadskompromiss ved å bruke LIDAR til å generere kontinuerlig 3D view av omgivelsene, mens kamerabilder estimerer kjøretøyets posisjon basert på data generert i 3D viewet. Rene kameraløsninger er rimelige, men generelt sett mindre presise enn metodene nevnt ovenfor, samtidig som de er avhengig av en ren linse for å fungere optimalt. Forsøk med rene LIDAR-baserte systemer har gitt avvik i kjøretøyets estimerte posisjon ned i 12cm i lengderetning og 9cm lateralt [14].



Figur 10.2: Typisk hierarkisk struktur i selvkjørende biler. [1]

10.1.2 Kartlegging av statiske hinder

Kartleggingsfunksjonen mottar input fra statiske kart og lokaliseringen, som sammen genererer et output til et *Online map*. Den samlede informasjonen skal sikre at kjøretøyet ikke kolliderer med statiske hinder. Selve genereringen av Online map kan gjøres på forskjellige måter. En mye brukt metode kalles Occupancy Grid Map. Metoden ble først introdusert av Moravec og Elfes i 1985 [21], og går ut på å representere 3D kartdata omkring kjøretøyet i et tett 2D grid. Et eksempel på metoden er vist i Figur 10.3. Gjennom datalgoritmer får hver celle tildelt en sannsynlighet for at den er et hinder basert på Offline map og kjøretøyets sensorer. Bakgrunnen for tildelingen av sannsynlighet er at sensorer ofte registrerer støy og usikre målingsdata. Metoden innehar to sentrale forutsetninger:

- Kjøretøyets posisjon er kjent

- Sjansen for at en celle er et hinder er uavhengig av nærliggende celler

Antakelsen om uavhengige celler er ikke sann, da objekter har en struktur, men antakelsen gjør implementering av algoritmer enkel, og krever ikke mye datakapasitet [28].



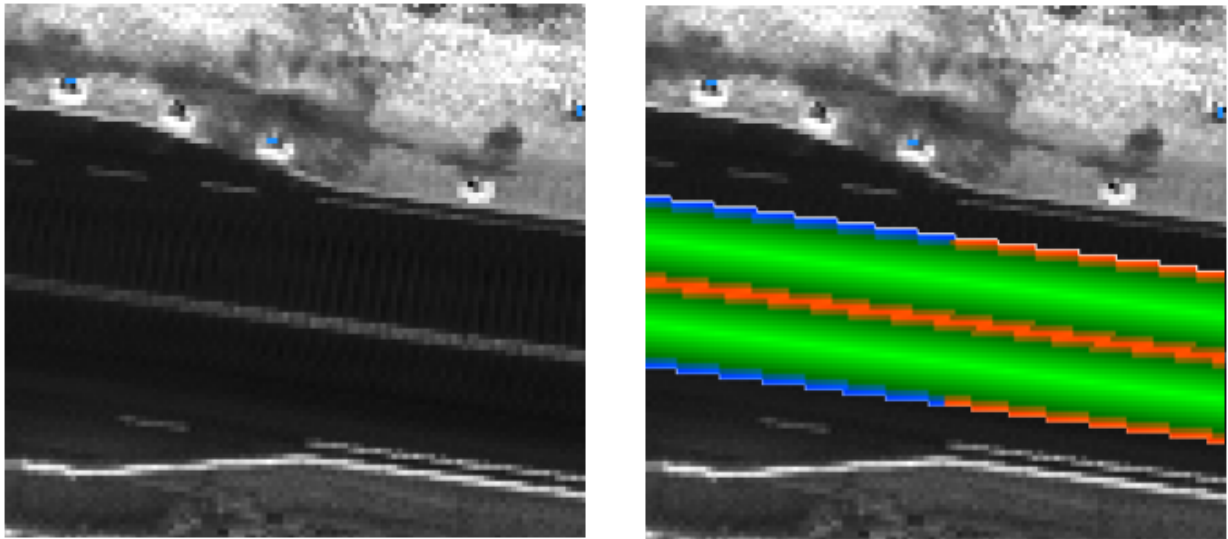
Figur 10.3: Eksempel på kart generert av OGM, hos den autonome bilen IARA. Bildet til venstre viser målinger av en enkelt LIDAR sensor, hvor sorte områder representerer maksimal sannsynlighet for hindring, mens hvit representerer minimal sannsynlighet. Blå celler representerer celler som ikke enda er registrert av sensoren. Bildet i midten består av et detaljert Offline map i tilsvarende posisjon. Til høyre vises generert Online map, hvor mørkeblått indikerer celler felles for de to andre kartene, og lyseblått indikerer celler kun fra Offline map.

10.1.3 Kartlegging av vegens informasjon

Siden veier har oppmerking som informerer, varsler, leder og styrer trafikanter i veg- og trafikksystemet har autonome biler et behov for detaljerte vegkart og en måte å lese vegen på. Anvendte metoder deler seg hovedsakelig inn i to grupper: metriske kart, og topologiske kart.

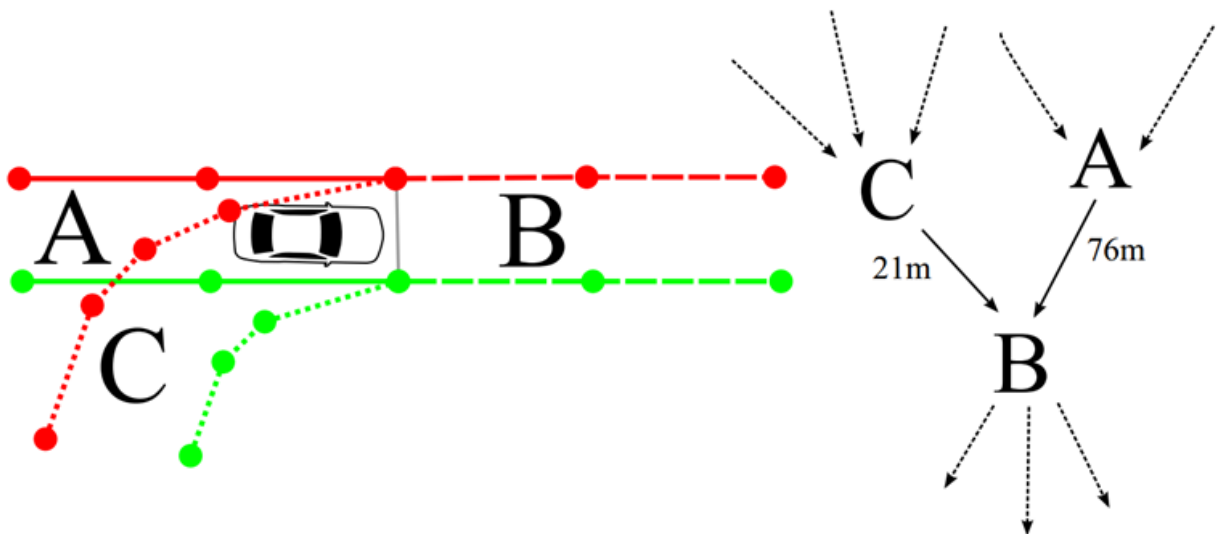
Figur 10.4 viser et metrisk kart med 20x20cm gridstruktur hvor celler, dersom de er en del av vegen, får en verdi mellom 1-16 basert på hvor langt den er fra senterlinje, eller etter type oppmerking. Dette er derimot ikke tilstrekkelig ved manglende eller dårlig merking. Carneiro mfl. foreslo å benytte maskinlæring for å løse problemer tilknyttet dårlig merking [7]. Et datasett bestående av 10km manuelt oppmerket vegbane ble brukt til å trene nettverket, og en 3.7km lang veg med manglende merking til testing. Resultatet viste at maskinlæringen i 83.7% av tilfellene registrerte korrekt verdi på cellene i gridstrukturen.

Topologiske kart er brukt i lengre tid innenfor autonome biler. Fordelen med karttypen er at datamengden tar vesentlig mindre plass enn for metriske kart. Vi beskrev i 10.1.1 Levinsons bruk av LiDAR-baserte kart. Filstørrelsen på et 20 000 miles langt kart er omtrent 200GB. Til sammenlikning vil et topologisk kart over det samme området ligge på omkring 3.5GB [30] Senere forskning har derimot begynt å ta i bruk en kombinasjon av metrisk og topologisk informasjon. Et eksempel på dette er den autonome bilen Bertha,



Figur 10.4: Venstre bilde viser et LiDAR-basert metrisk kart inndelt i gridstruktur. Høyre side viser samme kart med en fargeinndeling basert på informasjonen vegmerkingen er ment å gi.

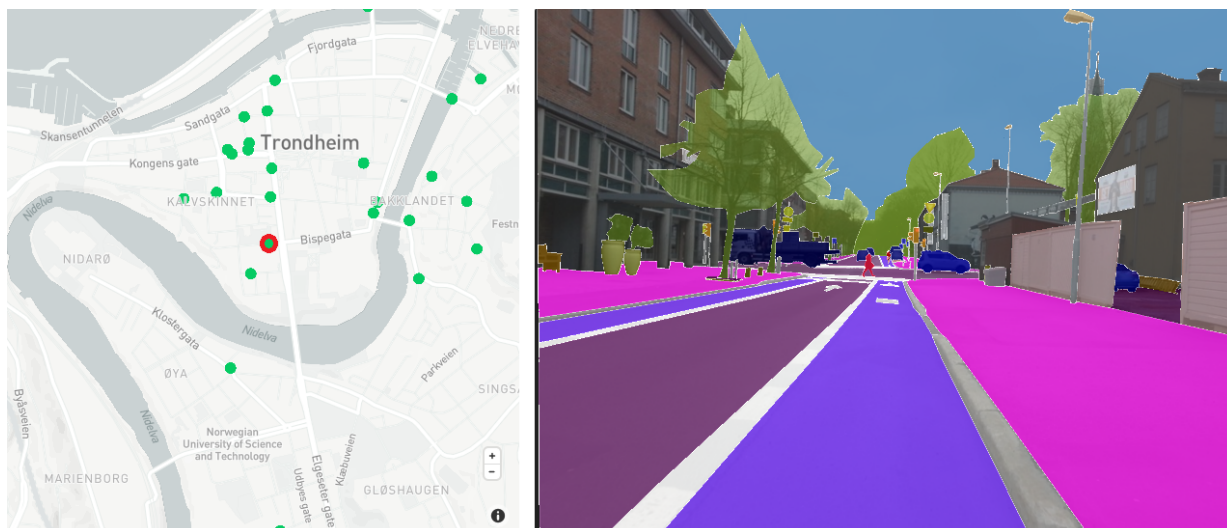
hvor Bender mfl. introduserte et detaljert topologisk kart, kalt lanelet map, som inkluderer både geometriske og topologiske funksjoner av vegger [6].



Figur 10.5: En grafisk modell av et lanelet map, brukt av den autonome bilen Bertha. Røde og grønne kanter angir grensene til lanelet A, B og C.

10.1.4 Oppfattelse av bevegende objekter

Bevegelige objekters posisjon over tid estimeres av kjøretøyets sensorer, gjennom kombinert bruk av LiDAR, RADAR og kameraer. Tradisjonell tracking av bevegelige objekter følger tre steg: datasegmentering, datatilknytning og filtrering [2]. Datasegmenteringen går ut på å dele sensordata inn etter objekttype, se Figur 10.6. I tilknytningstrinnet blir en kontinuerlig serie av segmenterte sensordata analysert for å avgjøre hvilke objekter som er i bevegelse. Til slutt blir hvert objekt tildelt en posisjon gjennom en filtreringsprosess.



Figur 10.6: Eksempel på segmentering av Bispegata i Trondheim. (Kilde: Mapillary [16])

10.1.5 Oppfattelse av Trafikksignaler

Trafikksignaler omfatter i hovedsak to områder: trafikkllys og trafikkskilt. Mens trafikkllys har en veldefinert form og standardiserte lyssignal, inneholder trafikkskilt store variasjoner.

Trafikkllys

Pålitelig gjenkjenning og klassifisering av trafikkllys er avgjørende for sikker navigering i urbane strøk. For å fange opp trafikkllys brukes gjerne kartdata over eksisterende trafikkllysokasjoner i kombinasjon med sensorer på kjøretøyet. Oppfattelse av trafikkllys kun basert på sanntidsdata (sensorer) har til nå ikke gitt tilfredsstillende resultater. Problemene er knyttet til både pålitelighet og avstanden til trafikkllyset når det først oppdages [5].

Trafikkskilt

Maskinlæringsbasert gjenkjenning av trafikkskilt har i senere tid vist seg å være vesentlig bedre enn modellbaserte metoder. Dette kommer som en direkte følge av antallet ulike trafikkskilt, både i form og farge. De siste 10 årene har sett utvikling og tilgjengeliggjøring av store databaser over trafikkskilt, og har ført til bedret presisjon blant maskinlæringsbaserte metoder.

Bibliografi

- [1] Claudine Baduea et. al. *Self Driving Cars: A Survey*. 2019. URL: <https://arxiv.org/pdf/1901.04407.pdf>.
- [2] Petrovskaya A. et al. *Awareness of Road Scene Participants for Autonomous Driving*. 2012.
- [3] The Atlantic. *Your Grandmother's Driverless car*. 2016. URL: <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2016/06/beep-beep/489029/>.
- [4] Society of Automotive Engineers. *SAE J3016*. 2014. URL: https://www.sae.org/standards/content/j3016_201401/.
- [5] K. Behrendt, L. Novak og R. Botros. «A deep learning approach to traffic lights: Detection, tracking, and classification». I: *2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*. 2017.
- [6] P. Bender, J. Ziegler og C. Stiller. «Lanelets: Efficient map representation for autonomous driving». I: *2014 IEEE Intelligent Vehicles Symposium Proceedings*. 2014.
- [7] Raphael V. Carneiro mfl. «Mapping Road Lanes Using Laser Remission and Deep Neural Networks». I: *2018 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)* (2018).
- [8] Norsk Geologisk Forening. *Landet blir til - Norges geologi*. 2006.
- [9] Forum. *Sportsfiske i Orkdal*. 2017. URL: <http://orkdal.fiskevatn.no/lake/details/459164>.
- [10] Google. URL: <http://www.maps.google.com>.
- [11] Martin Georg Hanssen. *Friluftsliv Heim kommune*. 2020. URL: <https://www.heim.kommune.no/friluftsliv.500393.no.html>.
- [12] Transportøkonomisk Institutt. *Trafikksikkerhetshåndboken*. 2020. URL: https://tsh.toi.no/doc627.htm#anchor_21782-10.
- [13] Transportøkonomisk institutt. *Trafikksikkerhetshåndboken*. 2020. URL: <https://tsh.toi.no/doc654.htm>.
- [14] Sebastian Thrun Jesse Levinson. *Robust vehicle localization in urban environments using probabilistic maps*. 2010. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5509700>.
- [15] Hemne Kommune. *Planstrategi for Hemne kommune*. 2016. URL: <https://www.heim.kommune.no/getfile.php/4648984.2669.17qbqtntjslp7t/Planstrategi+Hemne+kommune+2016-2020.pdf>.
- [16] Mapillon. *Mapillon Vistas Dataset*. 2020. URL: <https://www.mapillary.com/dataset/>.

- [17] et.al Matthew. A. Turk. *VITS - A Vision System for Autonomous Land Vehicle Navigation*. 1988. URL: <https://sites.cs.ucsb.edu/~mturk/Papers/ALV.pdf>.
- [18] John McCarthy. *Computer Controlled Cars*. 1968. URL: <http://jmc.stanford.edu/commentary/progress/cars.pdf>.
- [19] Mijødirektoratet. *Tysktrappa*. 2017. URL: <https://faktaark.naturbase.no/?id=FK00013253>.
- [20] Miljøverndepartementet. *Forskrift om Vinnstormyra naturreservat, Hemne Kommune, Sør-Trøndelag*. 1990. URL: <https://lovdata.no/dokument/LF/forskrift/1990-12-21-1090>.
- [21] Hans P. Moravec og Alberto Elfes. «High resolution maps from wide angle sonar». I: *Proceedings. 1985 IEEE International Conference on Robotics and Automation* (1985).
- [22] Statens Vegvesen nvdbgjengen. *normaltemp1981/2010*. 2018. URL: <https://svvdemo.carto.com/maps>.
- [23] Oskar Puschmann. *Landskapsregion 15 Lågfjellet i Sør-Norge*. 2005. URL: https://kart13.nibio.no/landskap/45_Landskapsregioner/Region15.pdf.
- [24] Oskar Puschmann. *Landskapsregion 25 Fjordbygdene på Møre og i Trøndelag*. 2005. URL: https://kart13.nibio.no/landskap/45_Landskapsregioner/Region25.pdf.
- [25] Rambøll. *Ferjefri E39 Delrapport Ulykkesanalyse*. 2014. URL: https://www.vegvesen.no/_attachment/757776/binary/1008321?fast_title=Ramb%C3%B8ll+2014+-+Ferjefri+E39+Delrapport+trafiksikkerhet.pdf.
- [26] Riksantikvaren. *SEFRAK*. 2020. URL: <https://www.riksantikvaren.no/sefrak>.
- [27] Samferdselsdepartementet. *TEN-T retningslinjer*. 2011. URL: <https://www.regjeringen.no/no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2011/nov/ten-t-retningslinjer/id2433487/>.
- [28] Dieter Fox Sebastian Thrun Wolfram Burgard. *Priabilistic Robotics*. 2005. URL: <https://www.mitpressjournals.org/doi/abs/10.1162/artl.2008.14.2.227?journalCode=artl>.
- [29] Statistisk sentralbyrå. *Trafikkulykker med personskade*. 2018. URL: <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/statistikker/vtu/aar>.
- [30] Daniela Rus Teddy Ort Liam Paull. *Autonomous Vehicle Navigation in Rural Environments without Detailed Prior Maps*. 2018. URL: https://www.autoevolution.com/pdf/news_attachments/mit-self-driving-cars-can-drive-on-all-roads-with-no-3d-maps-125542.pdf.
- [31] Norges geologiske undersøkelse. *Berggrunnskart på nett*. 2020. URL: <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>.

- [32] European Union. *Trans-European Transport Network TEN-T*. 2020. URL: https://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/ten-t_en.
- [33] Statens Vegvesen. *Analyse av ulykkessteder*. 2007. URL: https://www.vegvesen.no/_attachment/61432/.
- [34] Statens Vegvesen. *Beskrivelse kommunedelplan*. 2020. URL: <https://www.vegvesen.no/vegprosjekter/Om+vegprosjekter/Planprosess/Kommunedelplan?lang=nn>.
- [35] Statens Vegvesen. *Håndbok N100 Veg- og gateutforming*. 2019. URL: https://www.vegvesen.no/_attachment/61414.
- [36] Statens Vegvesen. *Håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder*. 2013. URL: <https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker/om-handbokene/vegnormalene/n101?lang=nn>.
- [37] Statens Vegvesen. *Håndbok N302 Vegoppmerking - Tekniske bestemmelser og retningslinjer for anvendelse og utforming*. 2015. URL: https://www.vegvesen.no/_attachment/69741/binary/1081797.
- [38] Statens Vegvesen. *Håndbok V120 Premisser for geometrisk utforming av veger*. 2019. URL: <https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker>.
- [39] Statens Vegvesen. *Håndbok V712 Konsekvensanalyser*. 2018. URL: https://www.vegvesen.no/_attachment/704540/.
- [40] Statens Vegvesen. *Kostnader og nytte ved økt vegbredde*. 2015. URL: https://www.vegvesen.no/_attachment/895572/binary/1035535.
- [41] Statens Vegvesen. *Planbeskrivelse til Reguleringsplan E39 Stormyra - Vinjeøra*. 2020. URL: <https://www.vegvesen.no/Europaveg/e39betnastormyra/staurset-stormyra/reguleringsplan?lang=nn>.
- [42] Statens Vegvesen. *Rapport Nr. 373 Forsterkning av veger*. 2015. URL: https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/forskning+og+utvikling/Avsluttede+FoU-program/Varige+veger/Rapporter/_attachment/848632?_ts=14cb1f75270&fast_title=Forsterkning+av+veger.
- [43] Statens vegvesen. *E39 Kyststamvegen*. URL: <https://www.vegvesen.no/Europaveg/e39rogfast/Fakta/E39+Kyststamvegen>.
- [44] Statens vegvesen. *Ferjefri E39 - Klimaeffekter*. 2016. URL: https://www.vegvesen.no/_attachment/1426749/binary/1119666?fast_title=Rapport+klimagassutslipp+E39%2C+juni+2016.pdf.
- [45] Statens vegvesen. *Håndbok N200, Vegbygging*. 2018. URL: <https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker/om-handbokene/vegnormalene/n200>.
- [46] Statens vegvesen. *Nasjonale vegdatabank*. 2020. URL: [NVDB123,%20API](https://www.vegvesen.no/nvdb123,%20API).
- [47] Statens vegvesen. *Retningslinjer for risikoakseptkriterier for skred på veg*. 2014. URL: https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/geofag/skred/skredsikring/_attachment/653006.

- [48] Statens vegvesen. *Riksvegutredningen 2015, rute 4b*. 2015. URL: https://www.vegvesen.no/_attachment/2685602/binary/1325885?fast_title=Rute+4b+-+E39+%C3%85lesund+-+Trondheim.pdf.
- [49] Statens vegvesen. *Skredfaktormodell*. 2015. URL: https://www.vegvesen.no/_attachment/291622/binary/1078376.
- [50] Statens vegvesen. *Utvilingsstrategi for ferjefri og utbedre E39*. 2016. URL: https://www.vegvesen.no/_attachment/2684991/binary/1325741?fast_title=Vedlegg+-+Utviklingsstrategi+for+ferjefri+og+utbetra+E39.pdf.
- [51] Statens vegvesen. *Vegtrafikkindeksen 2019*. 2019. URL: https://www.vegvesen.no/_attachment/2904559/binary/1359335?fast_title=Vegtrafikkindeksen+2019.pdf.

Vedlegg

A.1 Artikkel

Omlegging om Dyrgrova blir et faktum

Steinar Hovde, Basel Nazim Al-Ibrabim, NTNU

Statens vegvesen har gjennom en KVVU for Orkdalsregionen sett på ulike strategier for utvikling av E39 frem mot 2050. I tillegg har studenter fra NTNU blitt engasjert til å se på løsninger for en delstrekning mellom Stormyra og Flauglia.

Et problemområde

Konseptutvalgutredningen konkluderer at med unntak av strekningene Thamshamn - Klett og Harangen - Høggjølen som sto ferdig i henholdsvis 2005 og 2015 er dagens E39 dårlig egnet som europaveg. Vegen har redusert vegbredde, dårlig linjeføring, mange direkte avkjørsler, flaskehals og nedsatt hastighet. Dette har vært til stor ulempe for godsneringen i regionen som grunnet vegens dårlige pålitelighet blitt nødt til å velge andre lengre omkjøringsruter.

Utbedringene seiler nå frem som en del av prosjektet Ferjefri E39 med et endelig mål om å halvere reisetiden mellom Kristiansand og Trondheim. Statens vegvesen region midt har i sitt forslag til Samferdselsdepartementet skissert fire utbyggingsetapper, hvor første etappe inkluderer en utbedring av strekningen Stormyra - Høggjølen til H1 standard.

Studentoppgave

I forbindelse med utbyggingsetappen ble det arrangert et samarbeid mellom Statens vegvesen og to avgangsstudenter fra Teknisk planlegging ved NTNU. Oppdraget gikk ut på å prosjektere en løsning for fremtidig E39, basert på arbeidet gjort i konseptutvalgutredningen. I samarbeid med veileder fra Statens vegvesen har studentene prosjektert fem alternative løsninger som gjennom en samlet vurdering basert på konsekvenser, kostnad, tilgjengelighet og trafiksikkerhet har resultert i en anbefalt løsning.



En lastebil sliter seg oppover Dyrgrova. foto: Steinar Hovde

Løsningen innebærer en utbedring av eksisterende veg til H1 standard, med omlegging av trasé i tunnel på nordsiden av Dyrgrova. Det legges til rette for hastighet 90 km/t etter tunnel mellom Borstad og Flauglia. Dette gir en samlet tidsbesparelse på 1.5 minutter for lette kjøretøy og 1 minutt for tungtransport, noe som vil gi en besparelse for transport og trafikantbrukere på over 100 millioner innenfor analyseperioden.

Linjeoptimalisering med konsekvensanalyse og kostnadsberegning for E39 mellom Stormyra og Flauglia i Heim kommune.

Line optimization of road alignment with consequence analysis and cost calculation for E39 between Stormyra and Flauglia in Heim county, Norway

Ferjefri E39 skal, som resten av vegnettet bidra til "Et transportsystem som er sikkert, fremmer verdiskaping og bidrar til omstilling til lavutslippsamfunnet. Strekningen Stormyra - Flauglia er dårlig egnet som europaveg, med redusert vegbredde, dårlig linjeføring og mange direkte avkjørsler. For å unngå dette er det utarbeidet et forslag til en alternativ trasé.



Ny veitrasé i H1 standard gir redusert reisetid, lavere skadegrad og bedre kjørekomfort.

Ved å anlegge tunnel om Dyrgrova omgås området's dårligste strekning.






Begrenser man antall avkjørsler kan deler av strekningen prosjekteres med fartsgrense 90 km/t, etter H5 kurvatur. Samlet gir dette over 100 millioner sparte kroner for trafikanter og transportbrukere innenfor analyseperioden

A.3 Risikoaksept for skred

Beregning av skredrisiko

Statens vegvesen har fra før beregnet skredfaren for 1500m av E39 langs Dyrgrova. Beregningene er basert på en regnemodell beskrevet i SVV Rapport 349 «Regnemodell for skredpunkt» [49]. Beregningen gir strekningen en skredfaktor 2.23 og skredfaktorkategori **lav**. Modellen fungerer som et sammenlikningsgrunnlag i regionale oversikter, men sier ikke noe om hva som er akseptabel risiko for skred. Beregningen er også kun gjort over 1500m, fra m2637-4137, og vi har fra data i NVDB registrert flere hendelser på hver side av det beregnede området, se [A.7].

Vi velger isteden å benytte oss av metoden beskrevet i SVVs NA-runskriv 2014-08 «Retningslinjer for risikoaksepter for skred på veg» [47]. Metoden går ut på å dele rasutsatte strekninger inn i enhetsstrekninger på 1 km, og beregne årlig nominell skredsannsynlighet. Videre deles vegstrekningen inn i en konsekvensklasse basert på ÅDT, der økende ÅDT gir økt konsekvens, se Figur [A.3].

Årlig nominell skredsannsynlighet pr. enhetsstrekning	I ≤ 1/2					
	II ≤ 1/5					
	III ≤ 1/10					
	IV ≤ 1/20					
	V ≤ 1/50					
	VI ≤ 1/100					
Trafikkmengde (ÅDT)	A < 200	B 200 - <500	C 500 - <1500	D 1500- <4000	E 4000- <8000	F ≥ 8000
 Akseptabel strekningsrisiko		 Tolererbar strekningsrisiko. Aksept avhenger av skredintensitet og kost-nytte-analyse. Akseptnivå besluttes på regionledernivå.		 Uakseptabel strekningsrisiko		

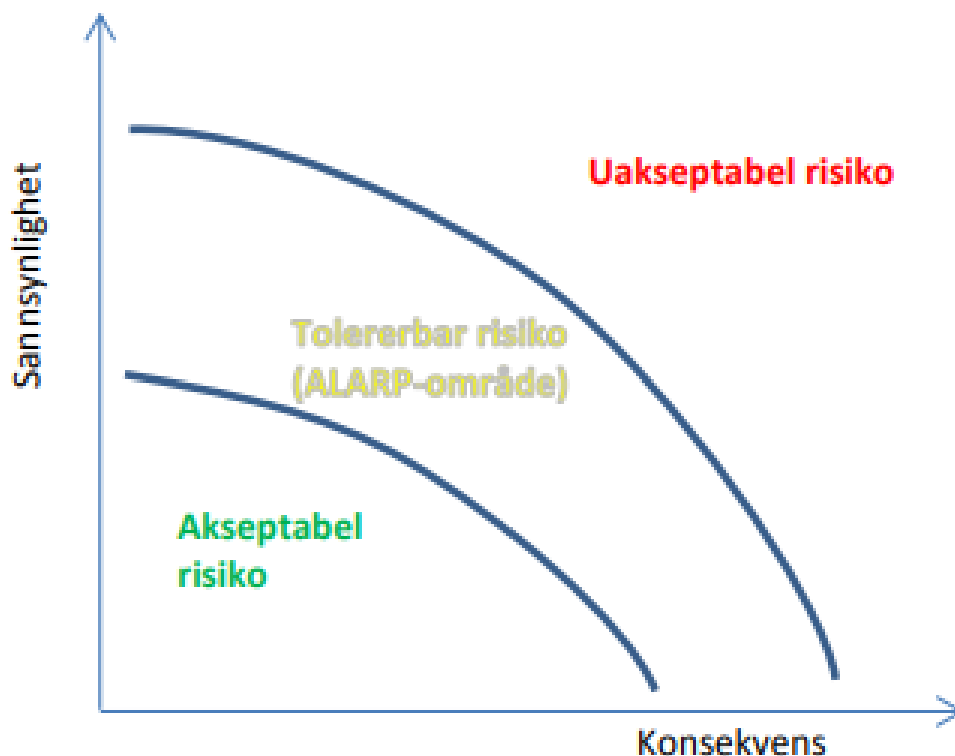
Figur A.3: Risikomatrise

Skredhendelse

Det beskrives i rundskrivet at faren for steinsprang, snø-, flom-, is-, og jordskred skal tas med i vurderingene av skadefrekvens dersom de har potensiale til å stenge hele vegbanen og/eller medføre alvorlige ulykker. For snø-, flom-, og jordskred vil det tilsvare minst 10m^3 skredmasser på veg. Isskred og steinsprang tas med selv ved mindre volum. I opptellingen har vi for steinsprang avgrenset hendelser til å gjelde de som faktisk har landet i vegbanen. Det kan diskuteres om sprang som har havnet i grøft har hatt potensiale til å havne i veg, men vi ser bort fra den muligheten i denne analysen.

Risikoakseptkriterier

De fleste risikoakseptkriterier opererer ikke med et skarpt skille mellom akseptabel og uakseptabel risiko. Det defineres en øvre og nedre grense for **tolererbar risiko**, vist som gule felter i Figur A.3. Innenfor disse grensene bør risikoen reduseres så mye som praktisk mulig. Som regel vil det være en kost-nytte analyse som avgjør hva som oppfattes som praktisk rimelig. Skredsakkyndig utarbeider en vurdering om hvordan skredfaren kan ivaretas for å oppfylle akseptabel risiko, men lager samtidig et enklere og rimeligere forslag med lavere sikkerhet mot skred som kan bli aktuell dersom en kost-nytte analyse anbefaler det.



Figur A.4: Skjematisk figur som illustrerer intervallet mellom akseptabel og uakseptabel risiko.

A.3.1 Løsninger

Tabell [A.1](#) viser resultatene fra inndelingen i enhetsstrekninger. Basert på hendelser siste 15 år har alle enhetsstrekningene uakseptabel skredrisiko, med behov for utbedring. Det fremkommer ikke av tallene hvilken type terreng hendelsen har inntruffet i, og vi argumenterer for at en ytterligere inndeling av terrengtype vil gi et mer nyansert bilde av risikoen.

Stedsnavn	Hp	Fm	Tm	Lengde	Snø-/flom-/jordskred	Isskred/steinsprang	Nominell årlig sannsynlighet
Flaugknebb	7	3712	4937	1225	0	1	1/15
Vassliknebb	7	4937	5987	1059	1	13	14/15
Rapet øst	7	7162	8044	882	0	5	5/15
Rapet vest	7	8044	9135	1091	0	1	1/15
Dyrgrova	8	2452	3530	1078	0	18	18/15
Dyrgrova	8	4107	5146	1039	0	16	16/15

Tabell A.1: Årlig nominell skredsannsynlighet langs enhetsstrekninger innenfor prosjektområdet

Dyrgrova og Vassliknebb

Skredproblematikken langs strekningene Dyrgrova og Vassliknebb er knyttet til løst fjell i skjæringer, med hyppige steinsprang av mindre volum. Deler av skjæringene er relativt høye, og generelt sett vil vi anse en skredhendelse innenfor disse enhetsstrekningene som mer alvorlig enn en tilsvarende registrering innenfor et område med jordskjæring. Eksisterende rassikring innenfor disse områdene er spredte innslag av bolter og isnett/steinsprangnett. I løsningen for å oppnå akseptabel risiko sees det som mest hensiktsmessig å legge vegen i ny trasé som omgår Dyrgrova. Gjennom Vassliknebb kan akseptabel risiko oppnås ved å flytte traseen tilstrekkelig ut fra fjellskjæringen, i kombinasjon med bedret rassikring. Akseptabel avstand fra skjæringen bestemmes av dens høyde og helning, beskrevet i Håndbok N200 *Vegbygging* [\[45\]](#), s.39], og av Hb N101 *Rekkverk og vegens sideområder* [\[36\]](#), s 30], dersom fjellskjæringen har partier som stikker ut mer enn 0.3m. En flytting av veglinjen innebærer at vegen legges på utvidet fylling i Vasslivannet.

For å oppnå tolererbar risiko må det utføres utbedret sikring som innebærer rensking av løst fjell og utvidet bolting/nett, eventuelt sprøytebetong sammen med bolting og armeringsnett. Metoder og anvendelsesområder er utdypet i Håndbok V224 Fjellbolting, men vil ikke bli gått nærmere inn på i denne oppgaven. En utbedring vil ta utgangspunkt i et grovt prisoverslag basert på areal og sikringsmetode.

Rapet og Flaugknebb

Langs Rapet og Flaugknebb er skredproblematikken hovedsakelig knyttet til stein/løsmasser fra skråninger og noe ustabil fjell i mindre skjæringer. Nominell skredsannsynlighet er her vesentlig lavere enn de øvrige enhetsstrekningene, og analyser av bildemateriell fra registrerte hendelser gir ikke grunnlag for å iverksette tiltak spesielt forbundet med rassikring.

A.4 Avkjørsler innenfor prosjektområdet

I forbindelse med avkjørselssanering er det ønskelig kartlegge både viktigheten av avkjørselen og om avkjørselen er i potensiell konflikt med ønsket måloppnåelse av ny veg. Vi har valgt å inndele avkjørsler innenfor prosjektområdet inn i to avkjørselstyper:

- Avkjørsler til bolig/gårdsbruk
- Driftsavkjørsel

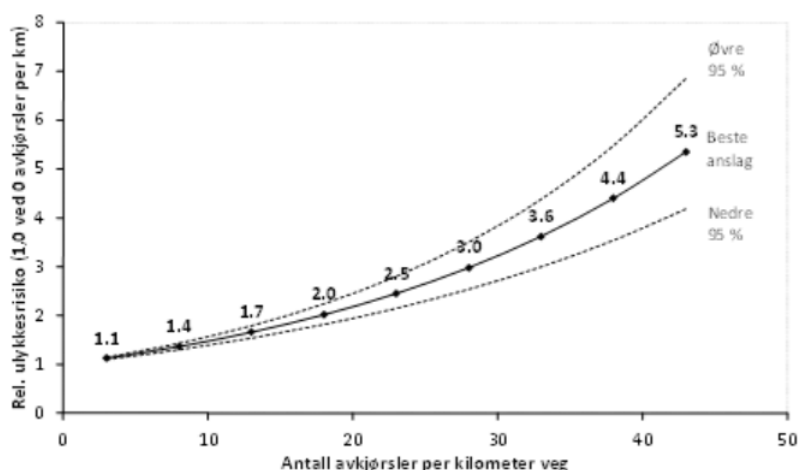
Grunnet et stort antall mindre/gamle avkjørsler innenfor prosjektets strekning uten mulighet til å tallfeste bruksmengde har vi valgt å fokusere på avkjørsler vi vet er tilknyttet til boliger og landbruk/annen næring. Detaljeringsnivået i denne oppgaven gir ikke grunnlag for å fremstille endelige løsninger, og må sees på som veiledende. Grad av sanering vil også være knyttet opp mot endelig valgt konsept. Nedenfor presenteres en sanering som ivaretar de strengeste kravene i konseptene vi foreslår. Dersom endelig løsning viser seg å innebære mindre tiltak samlet sett kan det være grunnlag for å gjøre en ny vurdering av sanering.

Rammeplan

Håndbok V715 Rammeplan for avkjørsler beskriver viktigheten av å ha overordnede retningslinjer ved behandling av avkjørselsspørsmål innenfor en strekning. På denne måten kan man få i stand en konstruktiv dialog mellom vegvesen og kommune for i fellesskap å komme frem til en konsekvent og nyansert avskjørselsbehandling som ivaretar begge parters interesser. Da vår eksterne veileder Amund Stranden i SVV stilte seg tvilende til om det eksisterte en rammeplan for avkjørsler innenfor prosjektområdet, valgte vi å selv utarbeide en forenklet plan til bruk i oppgaven.

Hb V715 skiller vegnettet inn i 4 klasser etter hvilken transportmessig betydning de har. Som en nasjonal transportåre får E39 høyeste vurdering, beskrevet som en meget viktig veg. Resten av vegnettet knyttet til oppgavens strekning har liten/ingen betydning i transportsammenheng, og får laveste klasse, definert som øvrige veger.

I delkapittelet om trafikkulykker så vi på registrerte ulykker innenfor siste 10 år. Ingen av ulykkene var direkte knyttet til kryss/avkjørsler. Dette gjelder også samlet statistikk registerert i NVDB tilbake til 1977. Dette gir derimot ikke grunnlag for å si at eksisterende avkjørsler ikke kan utgjøre en potensiell risiko. Studier av sammenhengen mellom avkjørselstetthet og ulykkesrisiko viser at mange avkjørsler er en risikofaktor.



Figur A.5: Sammenheng mellom avkjørselstetthet og ulykkesrisiko [13]

Det viktigste punktet i rammeplanen er å vurdere ulike hensyn mot hverandre. I måloppnåelsen beskrev vi at tilkomsten til viktige næringsareal innenfor planområdet skal opprettholdes, mens vi i delkapittel 2.2 Bebyggelse og arealbruk avdekket at størsteparten av faste beboende med næringsvirksomhet knyttet til oppgavens strekning ligger i nedre del av Søvdalen rundt Stølen, Myrvang og Gravidalen. Gjennom Dyrgrova og Bårstad mot Flauglia er bebyggelsen og næringsvirksomheten av mindre betydning.

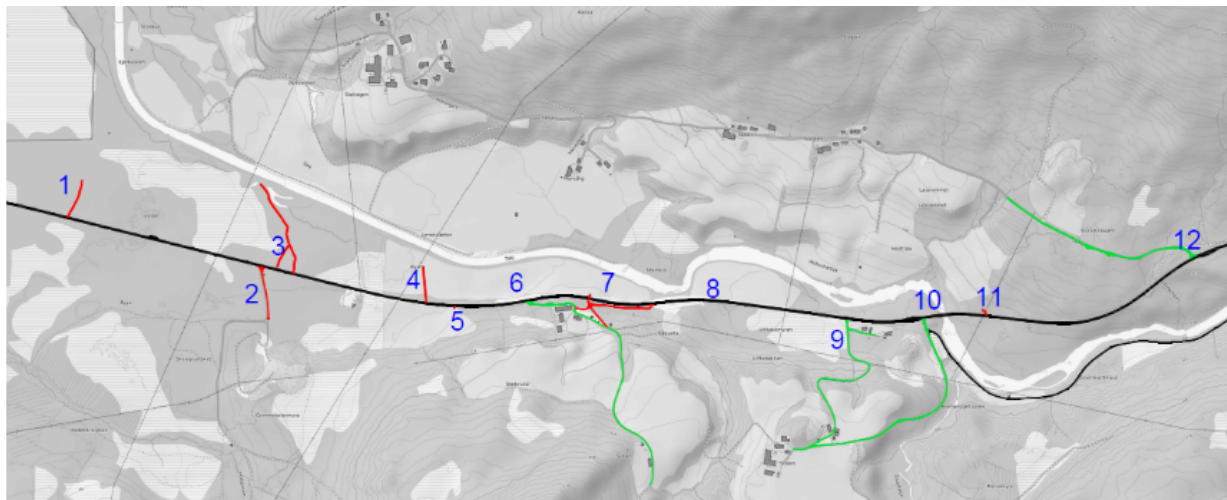
Fra Dyrgrova stiger vegen og vi så i kapittel 2.1.2 Klima at gjennomsnittstemperaturen er vesentlig lavere i øvre del av Søvdalen og mot Flauglia. Dette gir mer ansamling av snø og et lengre tidsrom hvor siktforhold kan være forringet.

Samlet sett gir gir grunnlag for å differensiere holdningen til avkjørsler innad i prosjektets strekning. Vi foreslår derfor følgende holdning til behandling av avkjørselsspørsmål innenfor prosjektområdet:

Stormyra - kryss Sødalsvegen, streng holdning	
(a)	Antall avkjørsler til vegene må være meget begrenset. Dette gjelder også for driftsavkjørsler
(b)	Gårdsbruks hovedavkjørsel bør likevel kunne tillates når den oppfyller de tekniske krav
(c)	Nye boligavkjørsler bør ikke tillates uten at det foreligger stadfestet reguleringsplan eller godkjent detaljplan etter vegloven som godkjenner slik løsning. Valg av avkjørselssted må vurderes med tanke på framtidig utviklingsmulighet
(d)	Tillatelse til utvidet bruk av boligavkjørsel til boligformål bør begrenses. Det bør være et visst antall brukere av avkjørselen fra før.
Kryss Sødalsvegen - Flauglia, meget streng holdning	
(a)	Vegen skal i prinsippet være avkjørselsfri. Dette gjelder også for driftsavkjørsler
(b)	Gårdsbruks hovedavkjørsel bør kunne tillates når den oppfyller tekniske krav. For veger der det er særskilt vedtak om avkjørselsfri veg kan slik tillatelse ikke gis.
(c)	Driftsavkjørsler kan i særlige tilfeller tillates fra avkjørselsfri veg
(d)	Nye avkjørsler og utvidet bruk av eksisterende avkjørsler - utenom primærnærings som er bundet til arealene, tillates kun etter stadfestet reguleringsplan eller godkjent detaljplan etter vegloven.

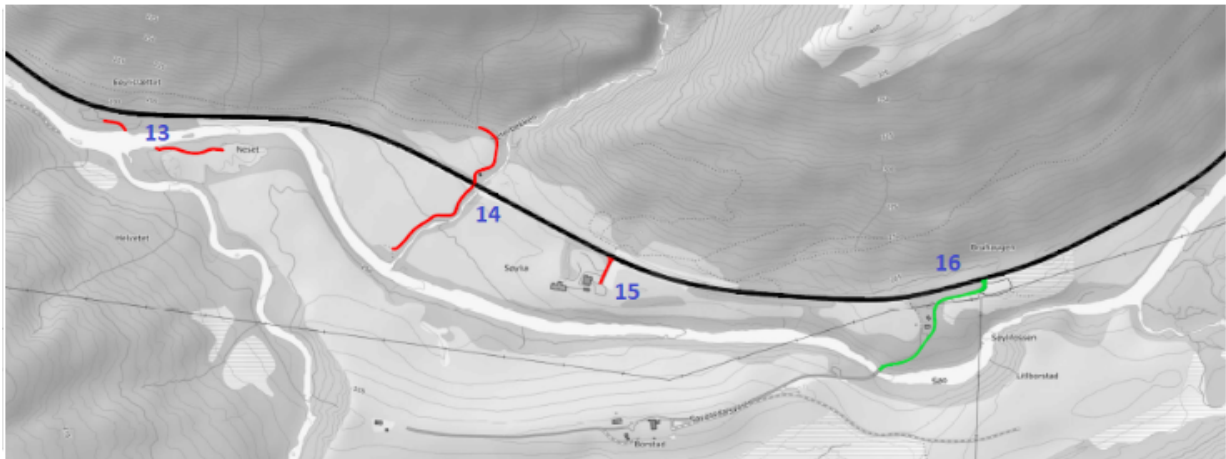
Tabell A.2: Avkjørselsholdning langs prosjektet

A.5 De enkelte avkjørslene



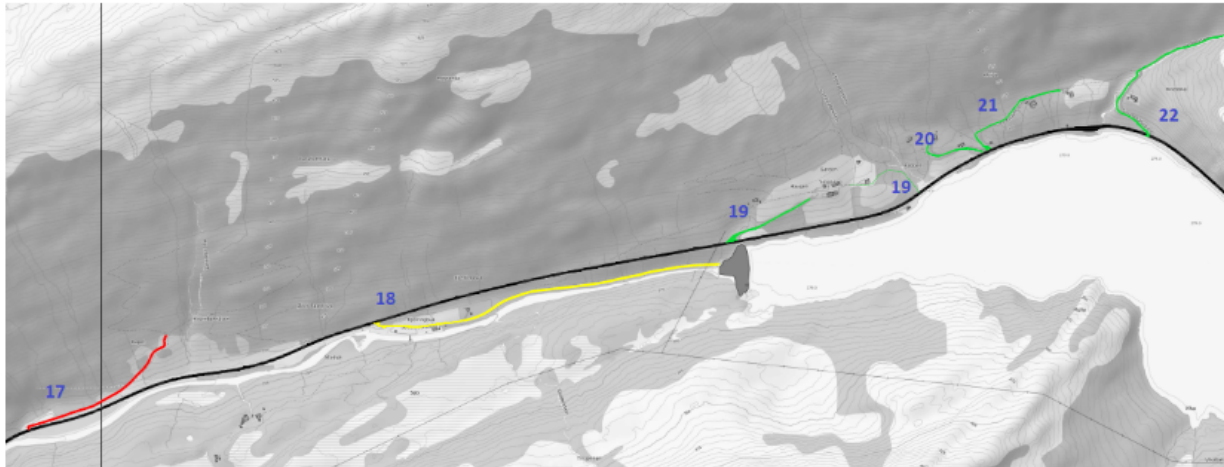
Nr	Type avkjørsel	Tilhørighet	Viktighet	Beskrivelse	Tiltak
2	Drift	Skeigrustaket	2	Viktig lokal byggeråstoffressurs	Beholdes
4	Drift	gbr./bnr. 120/1	2	Tilkomst til landbruksområde. Dårlige siktforhold på grunn av høy vegetasjon gjør avkjørselen skummel.	Flyttes på linje med avkjørsel 5
5	Drift	gnr./bnr. 120/1	2	Tilkomst til avkjørsel skjer via E39. Det foreslås en parallell veg på sørsiden til driftsformål som knytter avkjørsel 4 og 5 sammen	Flyttes
6	Bolig		5	Veg inn til boligområde	Beholdes
7	Drift	gnr./bnr. 120/1	2	Driftsveg langs og på tvers av E39. Her foreslås det å legge om E39 for å bedre kurvatur. Driftsvegen kan da forlenges på gammel veg til avkjørsel 8 som kobler landbruksområdene på hver sin side sammen.	Flyttes
8	Drift	120/1, 120/3	2	Beskrevet over	Beholdes
9	Bolig		5		Beholdes
10	Bolig/Drift		5	Avkjøring Fagerhaugmyra.	Beholdes
11	Drift	121/3	1	Alternativ tilkomst til jordbruket allerede etablert fra Sødalsvegen i nord. Befaring vitner om begrenset bruk	Fjernes
12	Bolig	Flere	8	Samleveg til gårder på nordsiden	Utbedres til standard for kryss

Figur A.6: Avkjørsler Stølen



Nr	Type avkjørsel	Tilhørighet	Viktighet	Beskrivelse	Tiltak
13	Drift	Borstad	1	Lokalt grustak av liten betydning	Avhenger av valgt alternativ. Fjernes dersom i konflikt med trasé
14	Drift	Borstad	2	Tilknytning til jordbruksområde hovedsakelig på sørside. Slås sammen med 15.	Fjernes.
15	Drift	Borstad	3	Driftssenter på nordsiden av Søo.	Beholdes
16	Bolig		5	Hovedveg inn til gård. Brukes også som base for parkering av tilreisende.	Beholdes

Avkjørsler Borstad



Nr	Type avkjørsel	Tilhørighet	Viktighet	Beskrivelse	Tiltak
17	Drift	Rapet	1	Mindre depot i forbindelse med overflatedyrket mark langs E39 Foreslått kurveutbedring av veg vil komme i konflikt med avkjørsel	Fjernes
18	Drift	Vasslivatnet	5	Driftsveg til demning.	Beholdes
19	Fritidsbolig	Vasslia	2	Felles avkjørsel for fritidsboliger etableres med parkering.	Slås sammen
20	Fritidsbolig	Vasslia	2		
21	Fritidsbolig	Vasslia	2		
22	Fritidsbolig	Vasslia	2		

Avkjørsler Flauglia

A.6 Dimensjoneringsgrunnlag

Dimensjoneringsgrunnlag

Tabell C.1: Dimensjoneringsklasser for nasjonale hovedveger

ÅDT	< 6 000	6 000 - 12 000	>12 000
Fartsgrense (km/t)	80 (90)	90	110
Dimensjoneringsklasse	H1	H5	H3
Vegbredde (m)	9	12,5	23

Figur 1 Tabell C.1: Dimensjoneringsklasser for nasjonale hovedveger

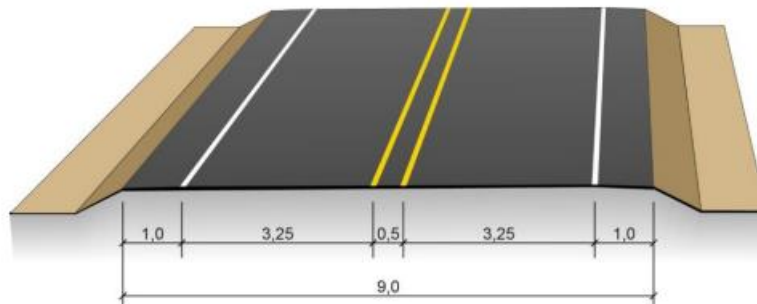
Dimensjoneringskrav

Dimensjoneringsklasser velges ut fra dimensjonerende ÅDT og fartsgrense. Den nye vegstrekningen skal utbedres til fartsgrense 80 og eller 90 km/t. Den skal dimensjoneres som H1-veg ut

fra Statens vegvesens håndbok N100. I dette inngår en prosjektering av kjørefelts bredde på 3,25 m med skulder på 1,0 m. Samlet vegbredde blir på 9,0 m.

Tverrprofil

Vegen skal bygges med tverrprofil som vist i Figur C.1.



Figur 2 Tverrprofil for H1, bredde 9,00 (mål i m) (N100, s.33).

Krav til geometrisk utforming:

Dimensjoneringsklasse H1

Trafikkvekst pr år 2 %

Dimensjoneringsperiode 20 år

ÅDT i dag 2040

Dimensjonerende ÅDT < 6 000

Trafikkgruppe C

Kjørefeltbredde 3,25 m

Antall kjørefelt 2

Skulderbredde 1,0 m

Total vegbredde 9,00 m

Tungtrafikkandel 18 %

Tillatt aksellast 10 tonn.

Fart grense 80/90 km/t

Beregning av dimensjonerende ÅDT:

Dimensjoneringsperiode er satt til 20 år etter åpningsåret. Åpningsår antas til 2030.

ÅDT i dag er 2040.

ÅDT i åpningsår = $2040 * 1,02^{10} = 2487$

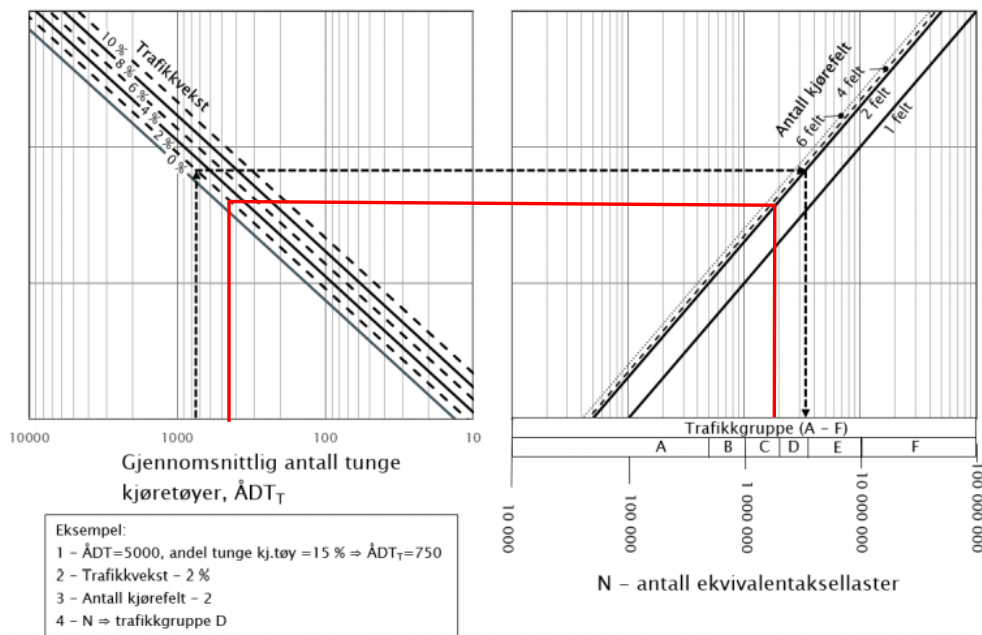
Finner dimensjonerende ÅDT i 2050, 20 år etter åpningsåret. Ifølge rapport utført av Statens vegvesen i samarbeid med Asplan Viak er dimensjonerende ÅDT for strekning forventet å ligge mellom 1500- 4000 kjt/d (Samlet rapport KVU Orkdalsregionen, s.20).

Beregning av ÅDT-T:

ÅDT for tunge kjøretøy i åpningsåret bestemmes. På

denne strekningen er det 18 % andel tunge kjøretøy. ÅDT-T

= $2487 * 0,18 = 448$ kjt/d



Dekke

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

Figur 3 Valg av dekkeløsninger (slitelag og bindlag), (N200 fig 512.1)

ÅDT i åpningsåret ligger på 2487, og det velges dekke på 3,5 cm asfaltbetongsom slitelag over 3 cm asfaltgrusbetong som bindelag

Bærelag

H/S/A		DIMENSJONERINGSTABELL FOR HOVED-, SAMLE- OG ADKOMSTVEGER (lagtykkelser i cm)					
		TRAFIKKGRUPPE (Antall ekvivalente 10 t aksler pr. felt i dimensjoneringsperioden, N, mill.) Beregning av trafikkgruppe, se pkt. 510.2					
		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 ADT i åpringsåret, se pkt. 512.3 / figur 512.1					
BÆRELAG		Tykkelse (cm), bærelag					
Anbefalte materialer:		9	10	11	12	13	14
Ag							
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 ¹⁾		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				
Fjellskjæring, steinfylling, T1 ¹⁾		1	30	30	30	30	30
Grus Cu ≥ 15, T1		2	30	30	30	30	30
Grus Cu < 15, T1							
Sand Cu ≥ 15, T1		3	30	30	30	40	50
Fjellskjæring, steinfylling, T2 ²⁾							
Sand Cu < 15, T1 ³⁾		4 ¹⁾	40	40	50	60	70
Grus, sand, morene, T2							
Grus, sand, morene, T3		5	50	60	70	70	80
Silt, leire, T4, c _v ≥ 50 kPa		6 ²⁾	60	70	70	80	90
Silt, leire, T4, c _v 37,5-50 kPa		6	60	70	80	80	90
Silt, leire, T4, c _v 25-37,5 kPa		6	60+20 ¹⁾	70+10 ¹⁾	80	80	90
Silt, leire, T4, c _v < 25 kPa ²⁾		6	60+50 ¹⁾	70+40 ¹⁾	80+30 ¹⁾	80+20 ¹⁾	100+10 ¹⁾
BÆRELAGSINDEKS Bl ¹⁾			39	45	50	54	62
						65	

Bærelaget velges ut fra trafikkgruppe C til 6 cm asfaltert grus over 8 cm asfaltert pukk. Dette gir samlet bærelagsindeks på 54, som er overkravet på BIK= 50

$$BI = 3,5 * 3 + 3 * 3 + 6 * 3 + 8 * 2 = 54$$

Kontroll av bærelagsindeksen er gjort ved bruk av lastfordelingskoeffisienter i Tabell 513.4 i N 200 S 145.

Forsterkningslag

Inngangsverdiene for Ev 39 gir trafikkgruppe C etter skjema for beregning av trafikkbelastning, Tabell 513.4 N 200.

For Ev 39, gir dimensjoneringa etterfølgende indeksverdier:

Bærelagsindeks BIK = 50

Styrkeindeks SIK = 50+70 = 120 for Grus, sand, morene, T3

Styrkeindeks SIK = 50+30 = 80 for fjellskjæring, steinfylling T1

3.2.4 Frostsikring

Tabell 3 Dimensjonerende frostmengde og maksimum tykkelse av overbygning N200 , S147

ÅDT i åpningsåret	Antall kjørefelt	Overbygningstype ³⁾	Telefarlighetsklasse	Frostsikring	
				Dimensjonerende frostmengde	Maksimal ¹⁾ tykkelse overbygning
> 8 000	4 eller flere	Fleksibel	T3, T4	F ₁₀₀	2,4 m
> 8 000	< 4	Fleksibel	T3, T4	F ₁₀	2,4 m
1 501 – 8 000		Fleksibel	T3, T4	F ₁₀	1,8 m
≤ 1 500 G/S-veg		Fleksibel	T3, T4	Tiltak for å unngå ujevnt telehiv skal vurderes ²⁾	1,8 m
Alle trafikkgrupper		Stiv	T3, T4	F ₁₀	2,4 m

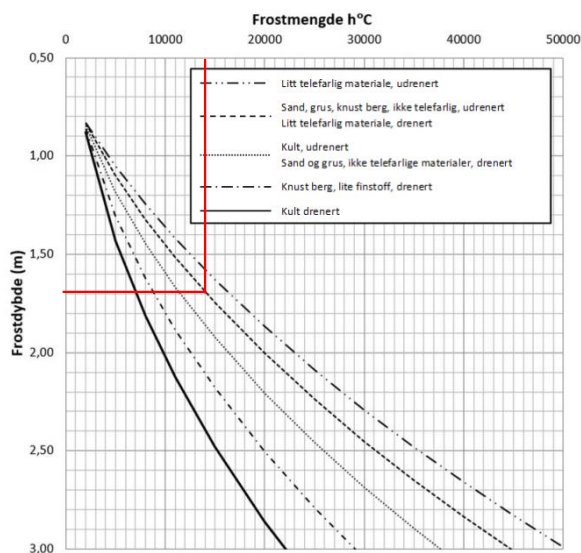
Frostsikring skal dimensjoneres etter tabell 520.1. For undergrunn i telefarlighetsklasse T1 og T2 er frostsikring ikke nødvendig.

Velger middeltemperatur for Hemne kommune til 5,3 °C. Frostmengde: F5 = 6000h°C, F10 = 8000h°C og F100 = 14000h°C.

Velger å bruke generell frostsikring (F100) av veg overbygning med sand, grus og puk på 170cm etter figur 521.1

Frost sikring kan værer i det del av strikning

Der det annerledes årsmiddel temperatur.



Figur 4 Figur 521.1 Frostdybden ved frostsikring med knust berg, sand eller grus, årsmiddeltemperatur 4°C

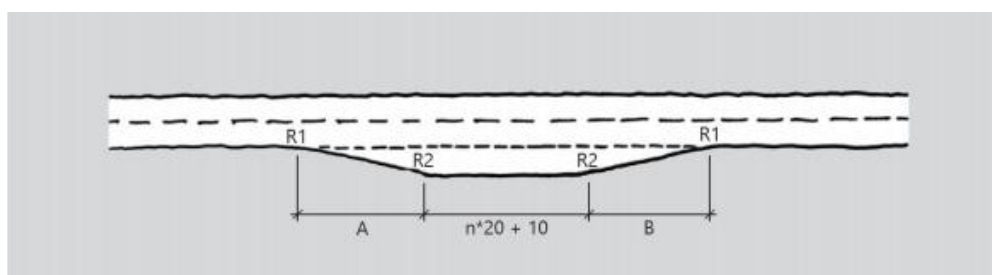
Frostsikringslag	Antatt vanninnhold i frostsikringslag	Årsmiddeltemperatur °C					
		-2	0	2	4	6	8
Kult, drenert	1,0 %	-	1,66	1,21	1,00	0,87	0,79
Knust berg, lite finstoff, drenert	2,0 %	1,92	1,40	1,15	1,00	0,90	0,82
Kult, udrenert	4,0 %	1,43	1,23	1,10	1,00	0,92	0,86
Sand, grus, knust berg, ikke telefarlig,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

Figur 5 Tabell 521.1 Korreksjon av frostdybde ved frostsikring med knust berg, sand eller grus

Interpolert korreksjonsfaktor = 0,948

$0,948 \cdot 1,7 = 1,61$ m SOM mindre enn 1.8 m OK

Utforming av busslomme



Figur 6 D.36: Busslomme uten trafikkdeler, n angir hvor mange busser som forventes å stoppe samtidig

Tabell 4 Busslomme med trafikkdeler bør utformes slik det fremgår av Figur D.37.

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

A=25, b = 20 , n =1

$(1 \times 20) + 10 = 30$ m

Busstopp i profil 14580 V-side og i 14440 H-side

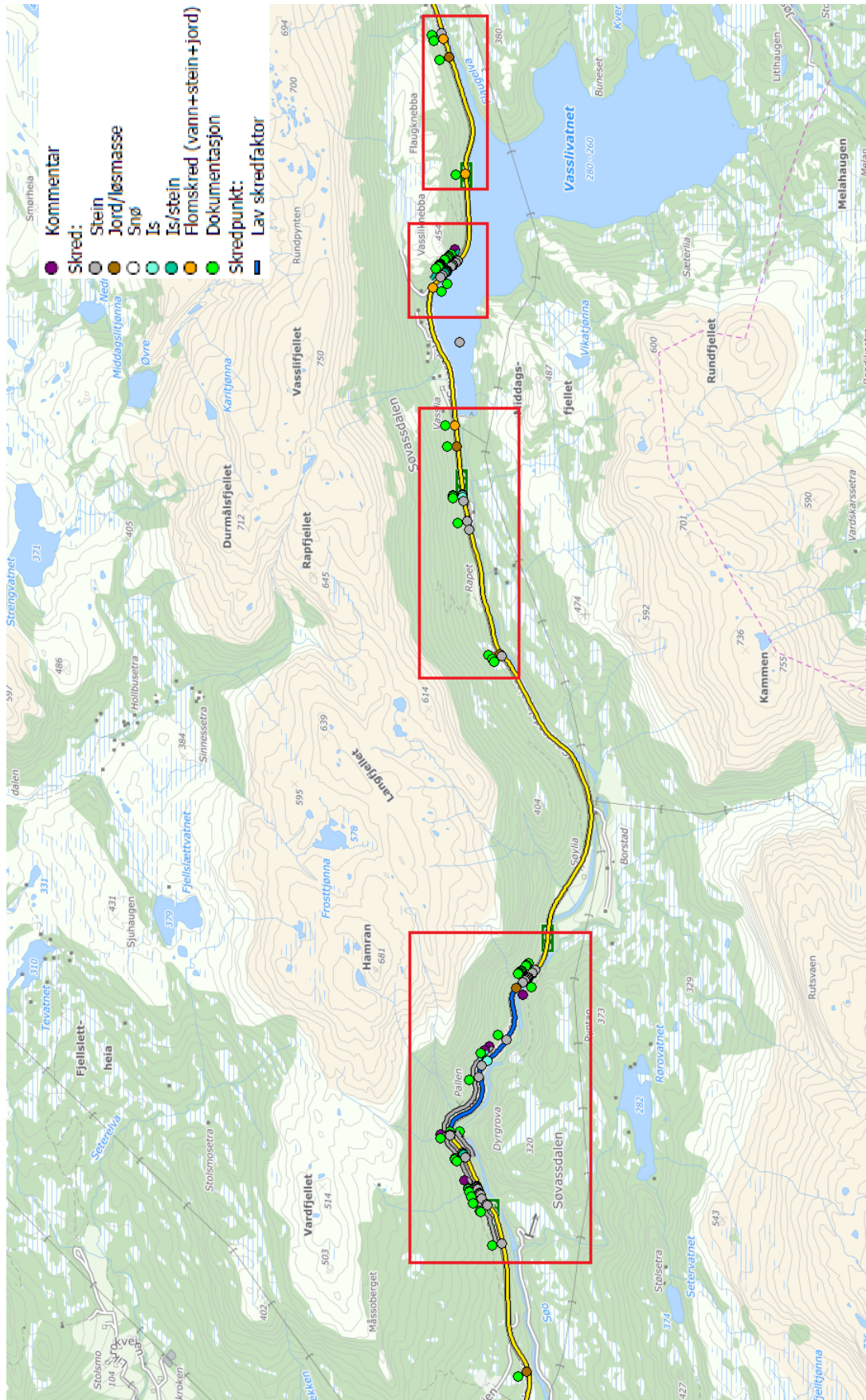
Busstopp i profil 11200 V-side og i 12120 H-side

Busstopp i profil 8200 V-side og i 8000 H-side

Busstopp i profil 2400 V-side og i 2120 H-side

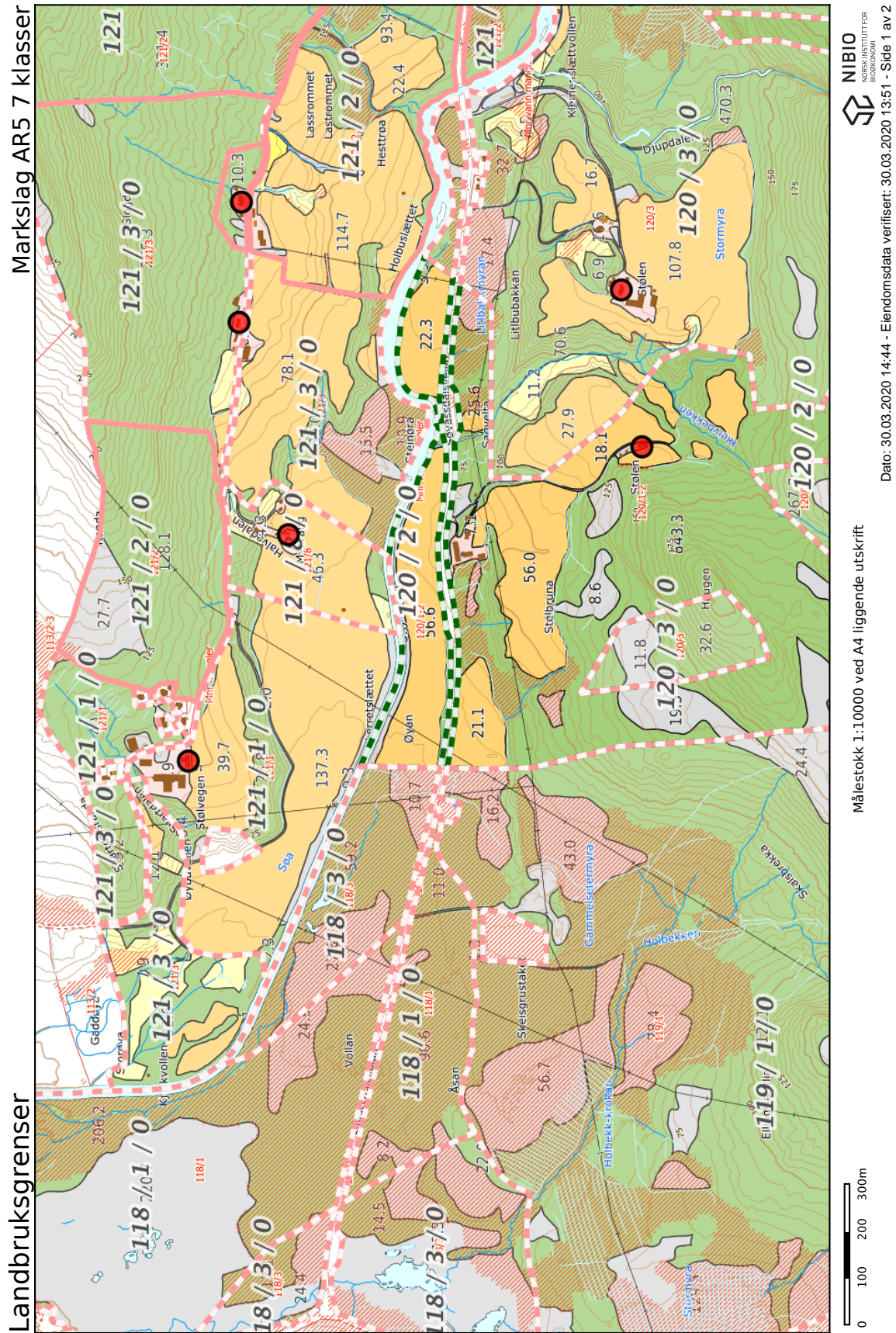
Busstopp i profil 900 V-side og i 700 H-side

A.7 Skredhendelser



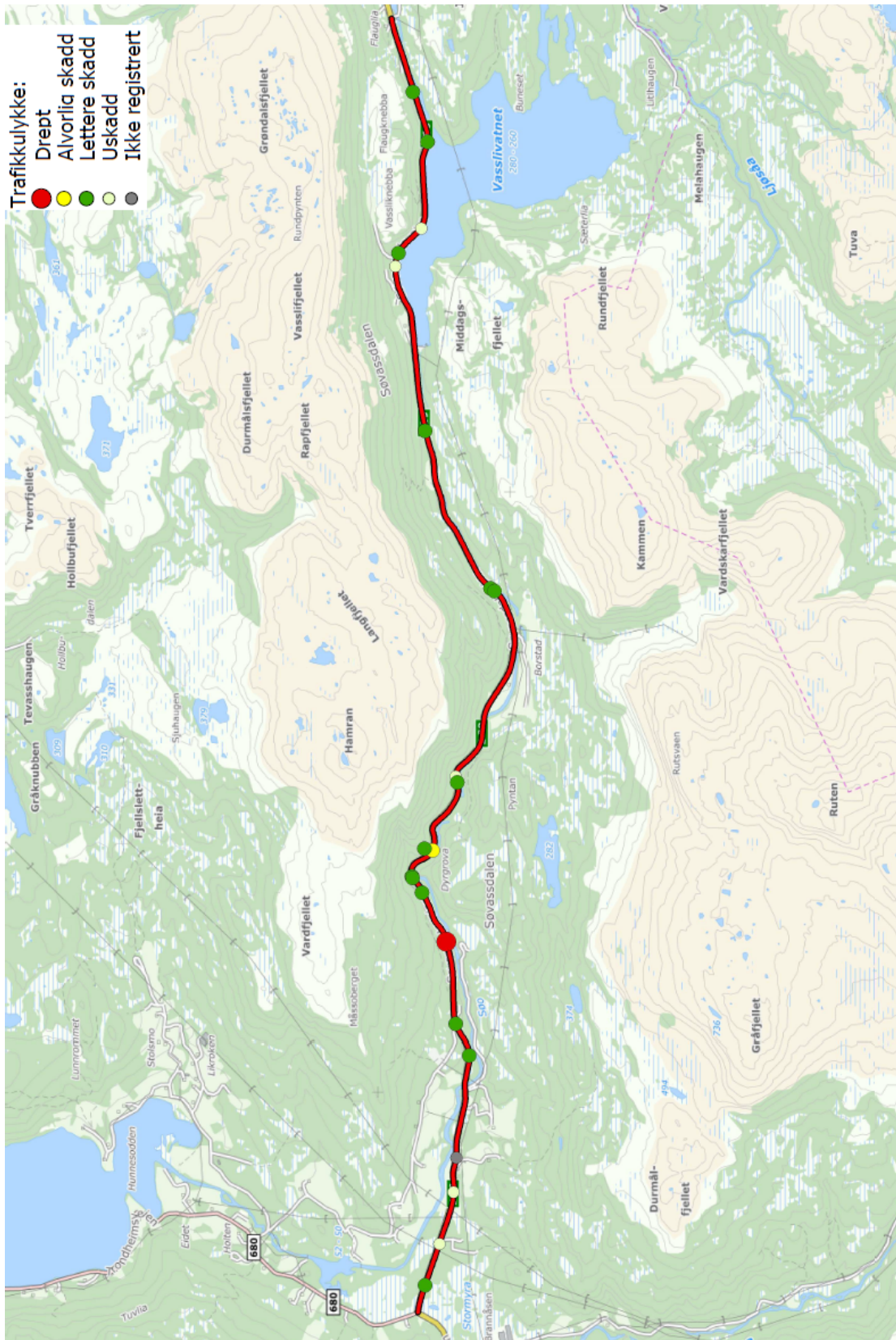
Figur A.7: Registrerte skredhendelser i NVDB langs oppgavens strekning 1:50 000

A.8 Landbruksgrenser



Figur A.8: Landbruksgrenser (Kilde: gardskart.nibio.no)

A.9 Ulykkesregistrering



Figur A.9: Kart over ulykker innenfor tidsrommet 2010-2019 (Kilde: NVDB)

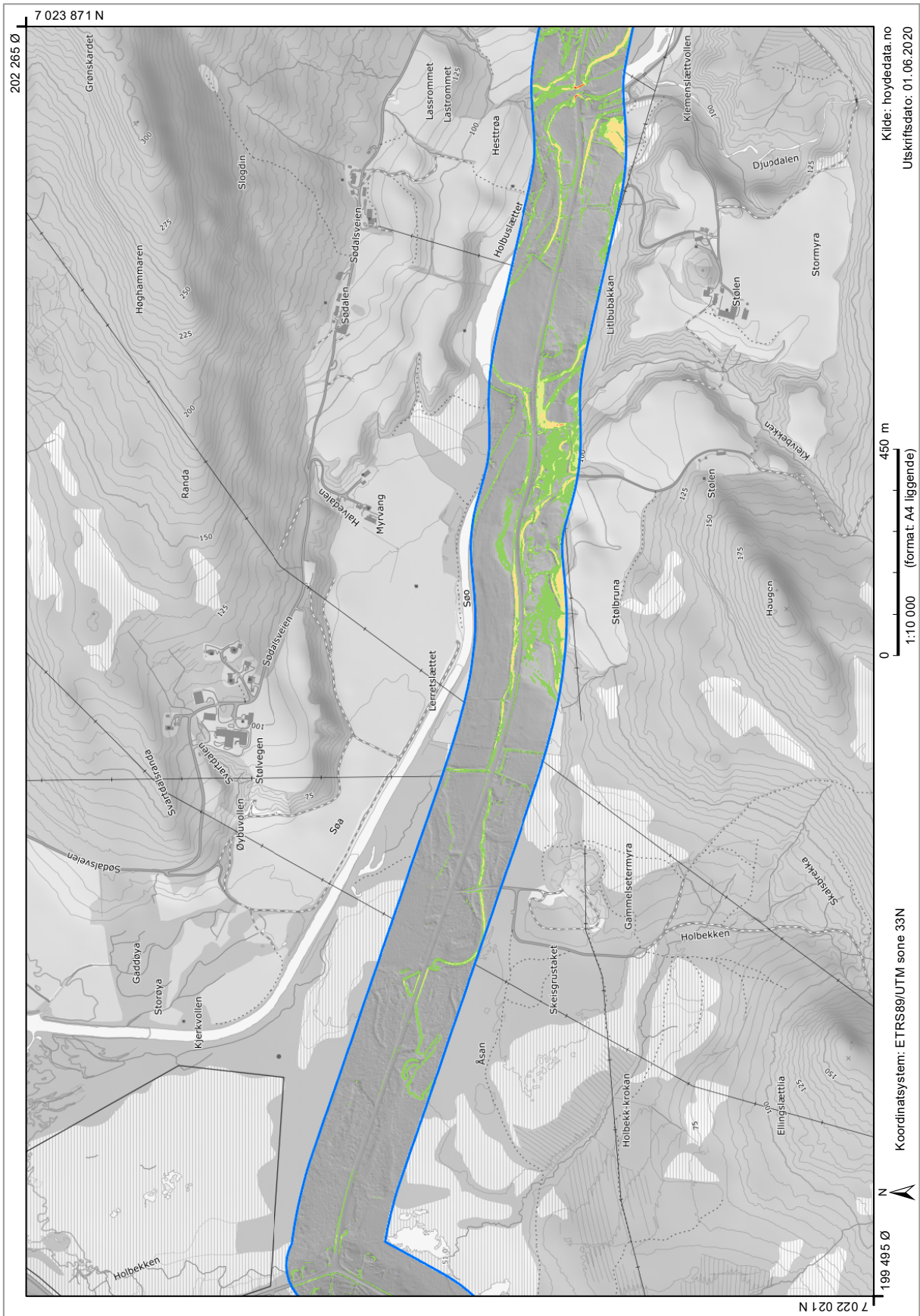
A.10 Kurvaturer

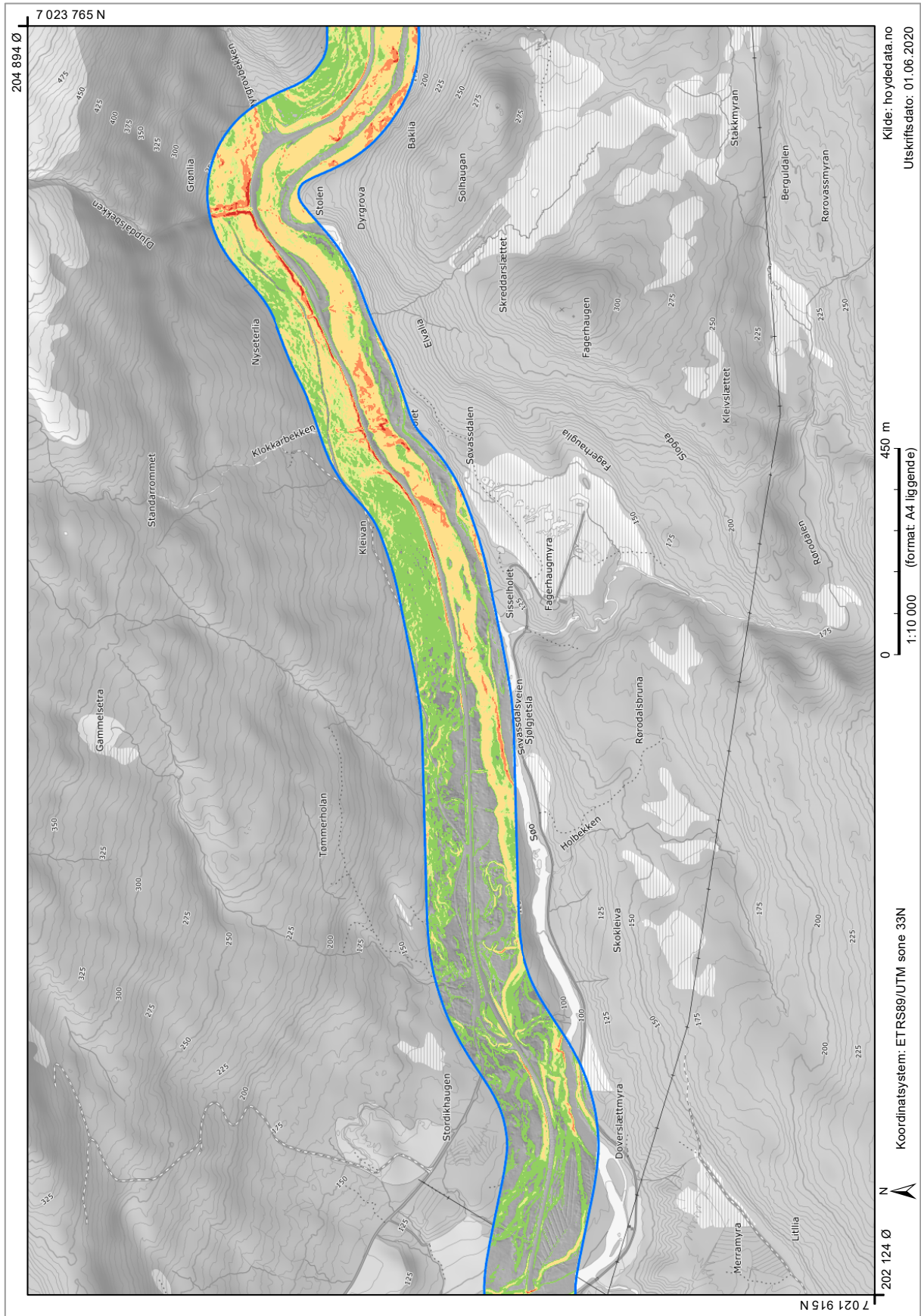
Nummer	Elementtype	Radius	Lengde	Parameter	Fra profil	Til Profil
1	Rettlinje		1059,233		0	1059
2	Klotoide	0,000	63,000	210,000	1059	1122
3	Sirkelbue	-700,000	247,376		1122	1370
4	Klotoide	-700,000	38,893	165,000	1370	1409
5	Klotoide	0,000	63,000	148,492	1409	1472
6	Sirkelbue	350,000	63,138		1472	1535
7	Klotoide	350,000	56,000	140,000	1535	1591
8	Klotoide	0,000	63,000	177,482	1591	1654
9	Sirkelbue	-500,000	80,195		1654	1734
10	Klotoide	-500,000	48,050	155,000	1734	1782
11	Klotoide	0,000	63,000	177,482	1782	1845
12	Sirkelbue	500,000	66,213		1845	1911
13	Klotoide	500,000	48,050	155,000	1911	1959
14	Rettlinje		308,726		1959	2268
15	Klotoide	0,000	63,000	158,745	2268	2331
16	Sirkelbue	-400,000	58,794		2331	2390
17	Klotoide	-400,000	56,250	150,000	2390	2446
18	Klotoide	0,000	63,000	177,482	2446	2509
19	Sirkelbue	500,000	116,649		2509	2626
20	Klotoide	500,000	48,050	155,000	2626	2674
21	Klotoide	0,000	63,000	156,748	2674	2737
22	Sirkelbue	-390,000	262,616		2737	2999
23	Klotoide	-390,000	50,256	140,000	2999	3049
24	Klotoide	0,000	63,000	194,422	3049	3112
25	Sirkelbue	600,000	259,689		3112	3372
26	Klotoide	600,000	42,667	160,000	3372	3415
27	Rettlinje		329,672		3415	3745
28	Klotoide	0,000	63,000	238,118	3745	3808
29	Sirkelbue	-900,000	135,821		3808	3943
30	Klotoide	-900,000	30,250	165,000	3943	3974
31	Rettlinje		188,757		3974	4162
32	Klotoide	0,000	63,000	137,477	4162	4225
33	Sirkelbue	-300,000	80,888		4225	4306
34	Klotoide	-300,000	60,750	135,000	4306	4367
35	Klotoide	0,000	63,000	105,000	4367	4430
36	Sirkelbue	175,000	2,000		4430	4432
37	Klotoide	175,000	63,000	105,000	4432	4495
38	Rettlinje		55,170		4495	4550
39	Klotoide	0,000	63,000	194,422	4550	4613
40	Sirkelbue	-600,000	30,282		4613	4643
41	Klotoide	-600,000	35,042	145,000	4643	4678
42	Klotoide	0,000	45,000	116,190	4678	4723
43	Sirkelbue	300,000	6,193		4723	4730
44	Klotoide	300,000	48,000	120,000	4730	4778
45	Klotoide	0,000	45,000	82,158	4778	4823
46	Sirkelbue	-150,000	39,585		4823	4862
47	Klotoide	-150,000	48,167	85,000	4862	4910
48	Klotoide	0,000	45,000	79,373	4910	4955
49	Sirkelbue	140,000	219,808		4955	5175

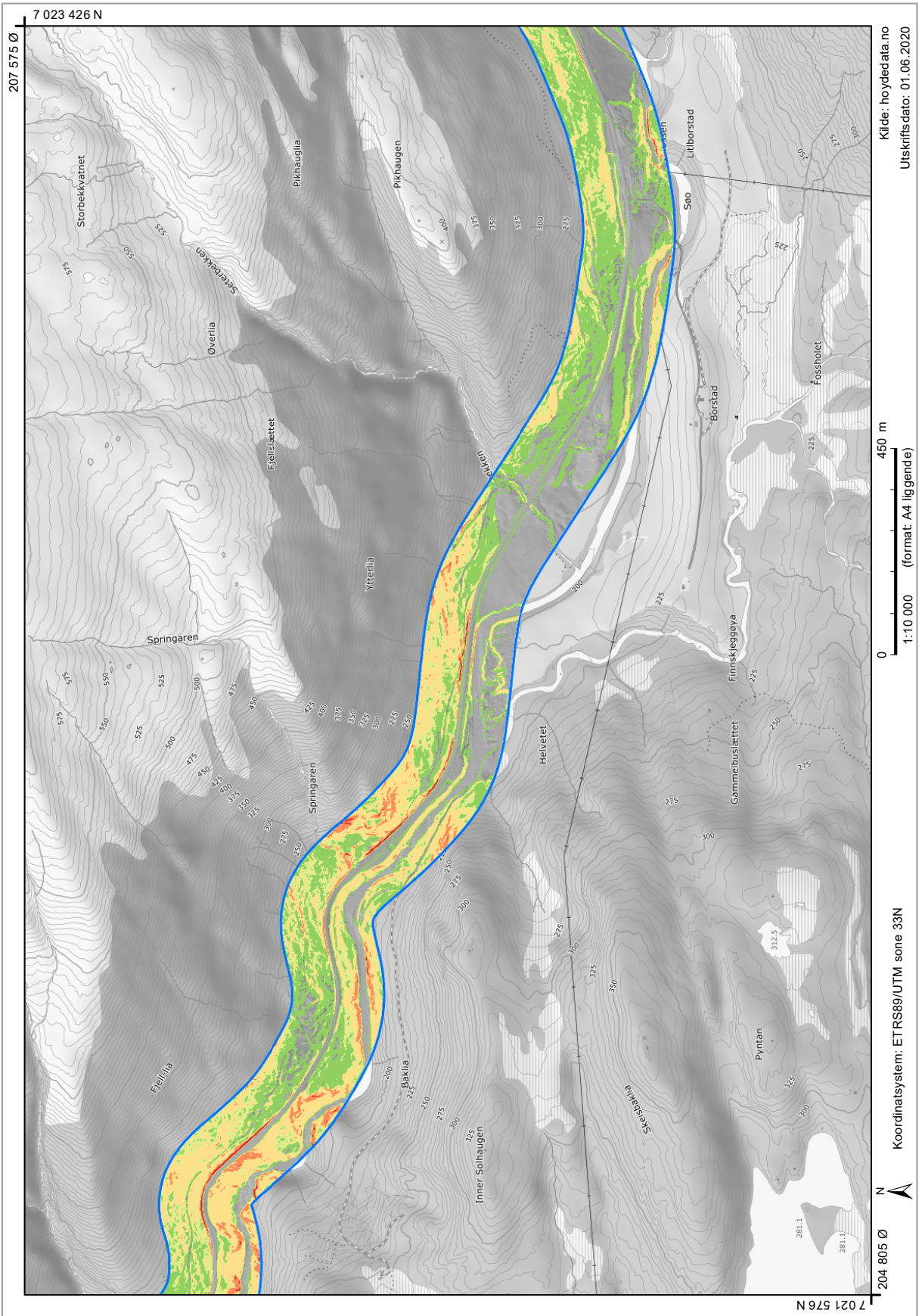
Nummer	Elementtype	Radius	Lengde	Parameter	Fra profil	Til Profil
50	Klotoide	140,000	78,750	105,000	5175	5254
51	Klotoide	0,000	63,000	112,250	5254	5317
52	Sirkelbue	-200,000	210,481		5317	5527
53	Klotoide	-200,000	60,500	110,000	5527	5588
54	Klotoide	0,000	63,000	88,741	5588	5651
55	Sirkelbue	125,000	66,329		5651	5717
56	Klotoide	125,000	88,200	105,000	5717	5805
57	Rettlinje		16,380		5805	5822
58	Klotoide	0,000	63,000	158,745	5822	5885
59	Sirkelbue	-400,000	362,567		5885	6247
60	Klotoide	-400,000	56,250	150,000	6247	6304
61	Klotoide	0,000	63,000	105,000	6304	6367
62	Sirkelbue	175,000	125,797		6367	6492
63	Klotoide	175,000	63,000	105,000	6492	6555
64	Klotoide	0,000	63,000	164,590	6555	6618
65	Sirkelbue	-430,000	309,864		6618	6928
66	Klotoide	-430,000	52,326	150,000	6928	6981
67	Rettlinje		75,767		6981	7056
68	Klotoide	0,000	63,000	173,897	7056	7119
69	Sirkelbue	480,000	188,632		7119	7308
70	Klotoide	480,000	50,052	155,000	7308	7358
71	Rettlinje		129,452		7358	7488
72	Klotoide	0,000	63,000	235,457	7488	7551
73	Sirkelbue	-880,000	1233,106		7551	8784
74	Klotoide	-880,000	30,938	165,000	8784	8815
75	Klotoide	0,000	63,000	137,477	8815	8878
76	Sirkelbue	300,000	52,663		8878	8930
77	Klotoide	300,000	60,750	135,000	8930	8991
78	Rettlinje		477,319		8991	9468
79	Klotoide	0,000	63,000	137,477	9468	9531
80	Sirkelbue	-300,000	17,930		9531	9549
81	Klotoide	-300,000	60,750	135,000	9549	9610
82	Klotoide	0,000	63,000	112,250	9610	9673
83	Sirkelbue	200,000	61,124		9673	9734
84	Klotoide	200,000	60,500	110,000	9734	9795
85	Klotoide	0,000	63,000	194,422	9795	9858
86	Sirkelbue	-600,000	89,394		9858	9947
87	Klotoide	-600,000	53,389	178,979	9947	10000
88	Klotoide	0,000	63,000	194,422	10000	10063
89	Sirkelbue	600,000	151,876		10063	10215
90	Klotoide	600,000	42,667	160,000	10215	10258
91	Klotoide	0,000	63,000	194,422	10258	10321
92	Sirkelbue	-600,000	131,638		10321	10453
93	Klotoide	-600,000	42,667	160,000	10453	10495
94	Klotoide	0,000	63,000	194,422	10495	10558
95	Sirkelbue	600,000	29,618		10558	10588
96	Klotoide	600,000	42,667	160,000	10588	10631
97	Rettlinje		319,855		10631	10950
98	Klotoide	0,000	63,000	307,409	10950	11013

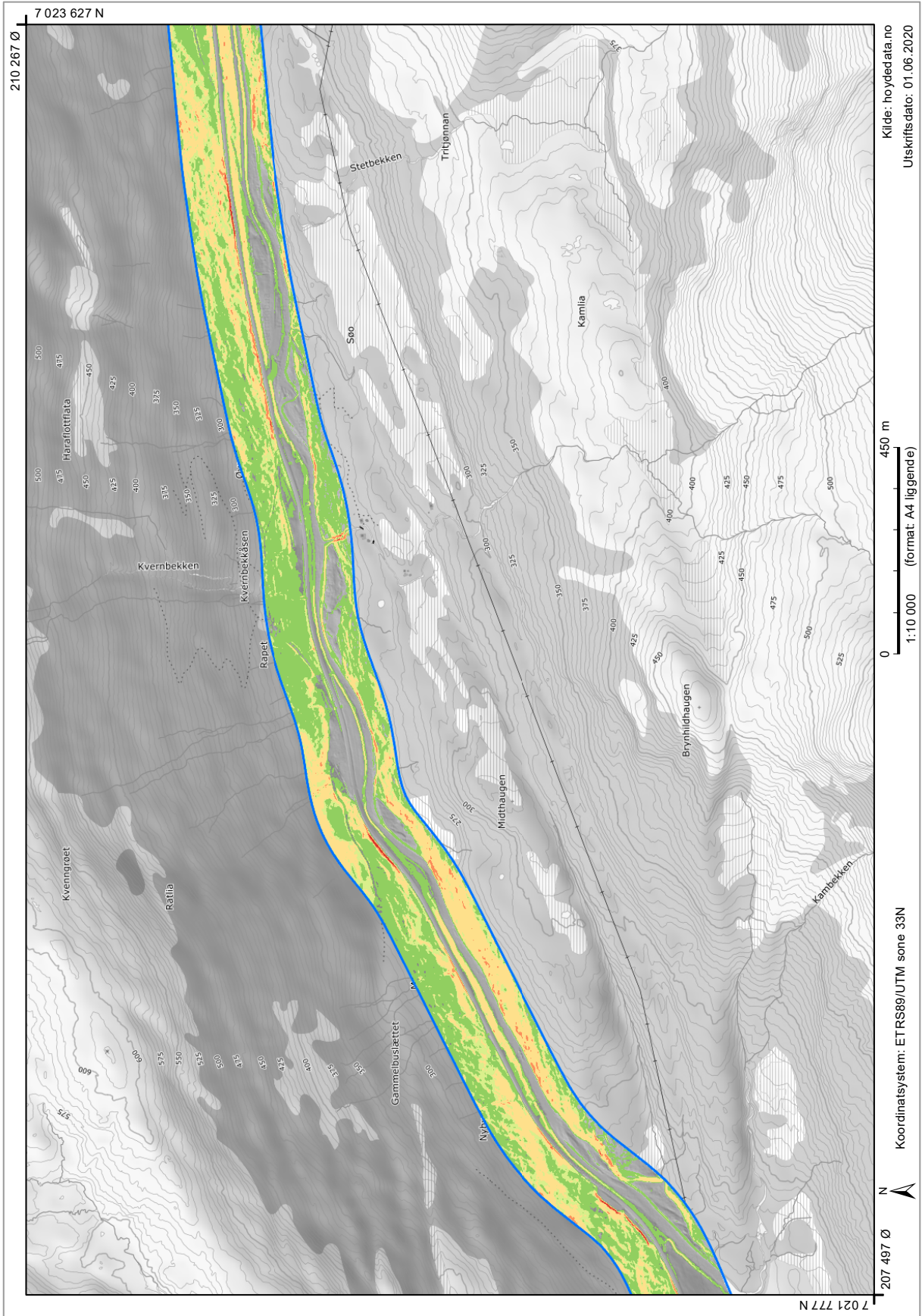
Nummer	Elementtype	Radius	Lengde	Parameter	Fra profil	Til Profil
99	Sirkelbue	1500,000	119,899		11013	11133
100	Klotoide	1500,000	18,150	165,000	11133	11151
101	Rettlinje		761,400		11151	11913
102	Klotoide	0,000	63,000	177,482	11913	11976
103	Sirkelbue	-500,000	186,136		11976	12162
104	Klotoide	-500,000	48,050	155,000	12162	12210
105	Klotoide	0,000	63,000	180,997	12210	12273
106	Sirkelbue	520,000	721,137		12273	12994
107	Klotoide	520,000	42,667	148,952	12994	13037
108	Klotoide	0,000	63,000	125,499	13037	13100
109	Sirkelbue	-250,000	179,284		13100	13279
110	Klotoide	-250,000	62,500	125,000	13279	13342
111	Rettlinje		508,598		13342	13850
112	Klotoide	0,000	63,000	137,477	13850	13913
113	Sirkelbue	300,000	53,656		13913	13967
114	Klotoide	300,000	60,750	135,000	13967	14028
115	Klotoide	0,000	63,000	148,492	14028	14091
116	Sirkelbue	-350,000	165,619		14091	14256
117	Klotoide	-350,000	56,250	140,312	14256	14313
118	Rettlinje		1111,608		14313	15424
119	Klotoide	0,000	63,000	224,499	15424	15487
120	Sirkelbue	800,000	154,950		15487	15642

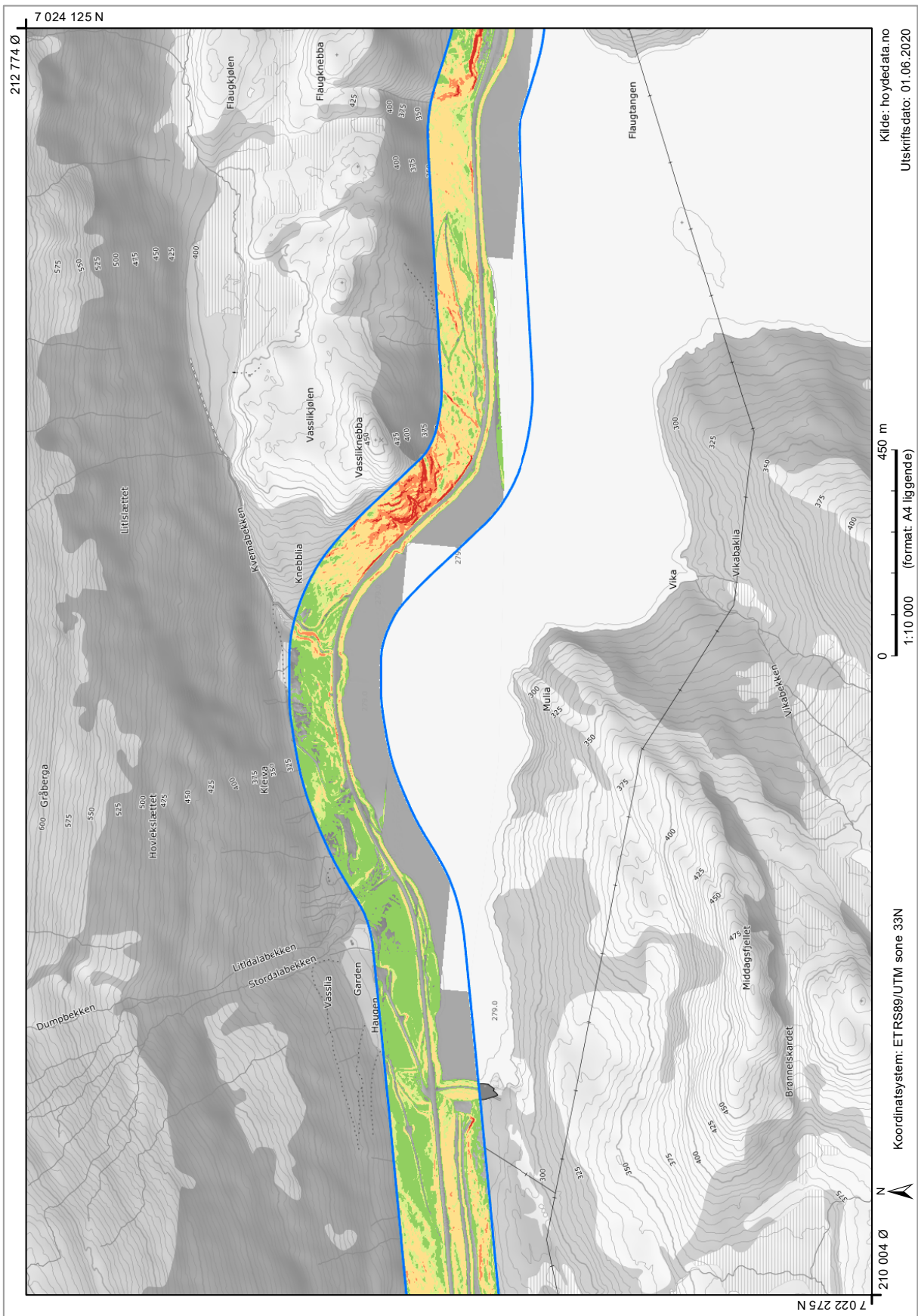
A.11 Terreng

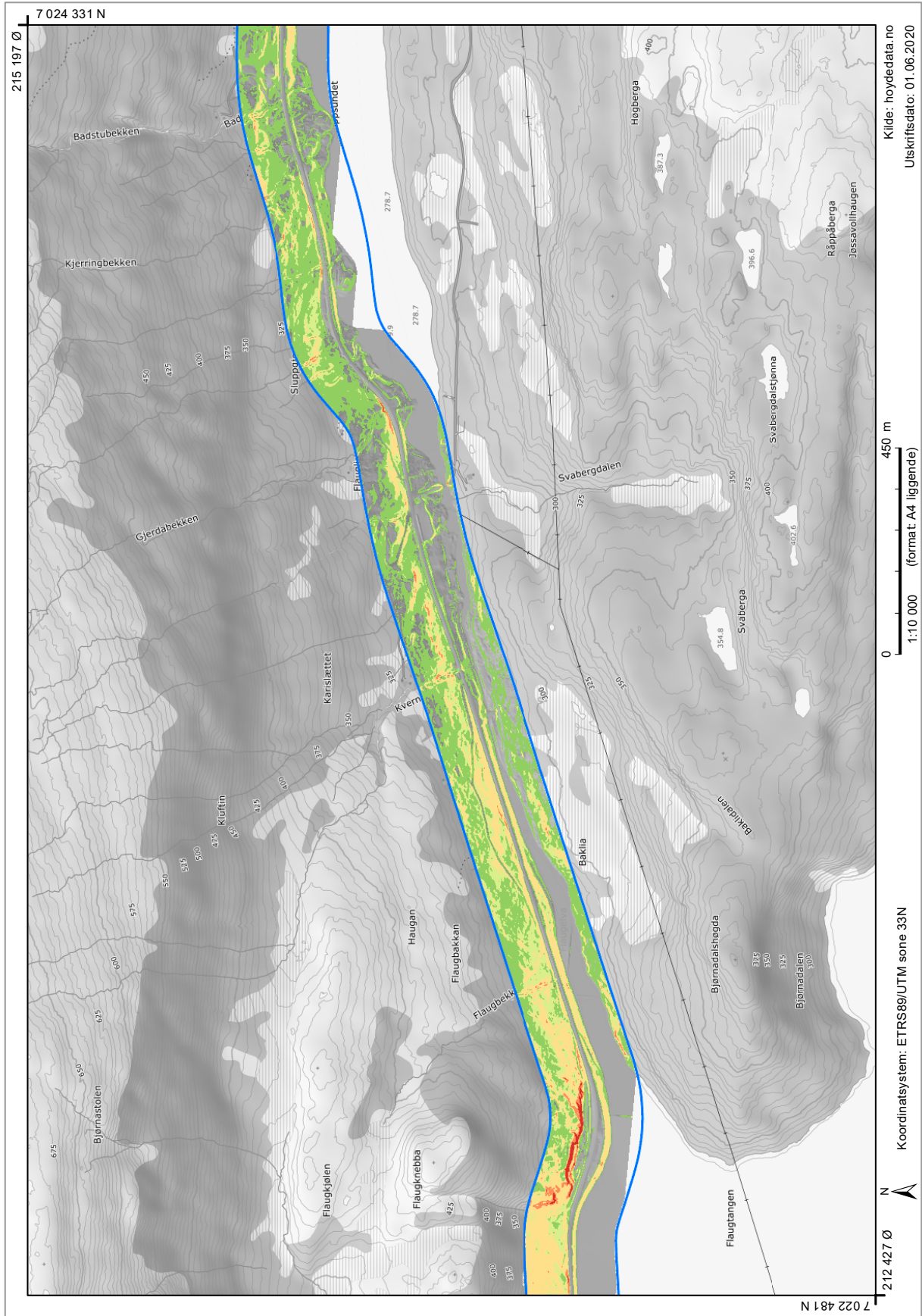








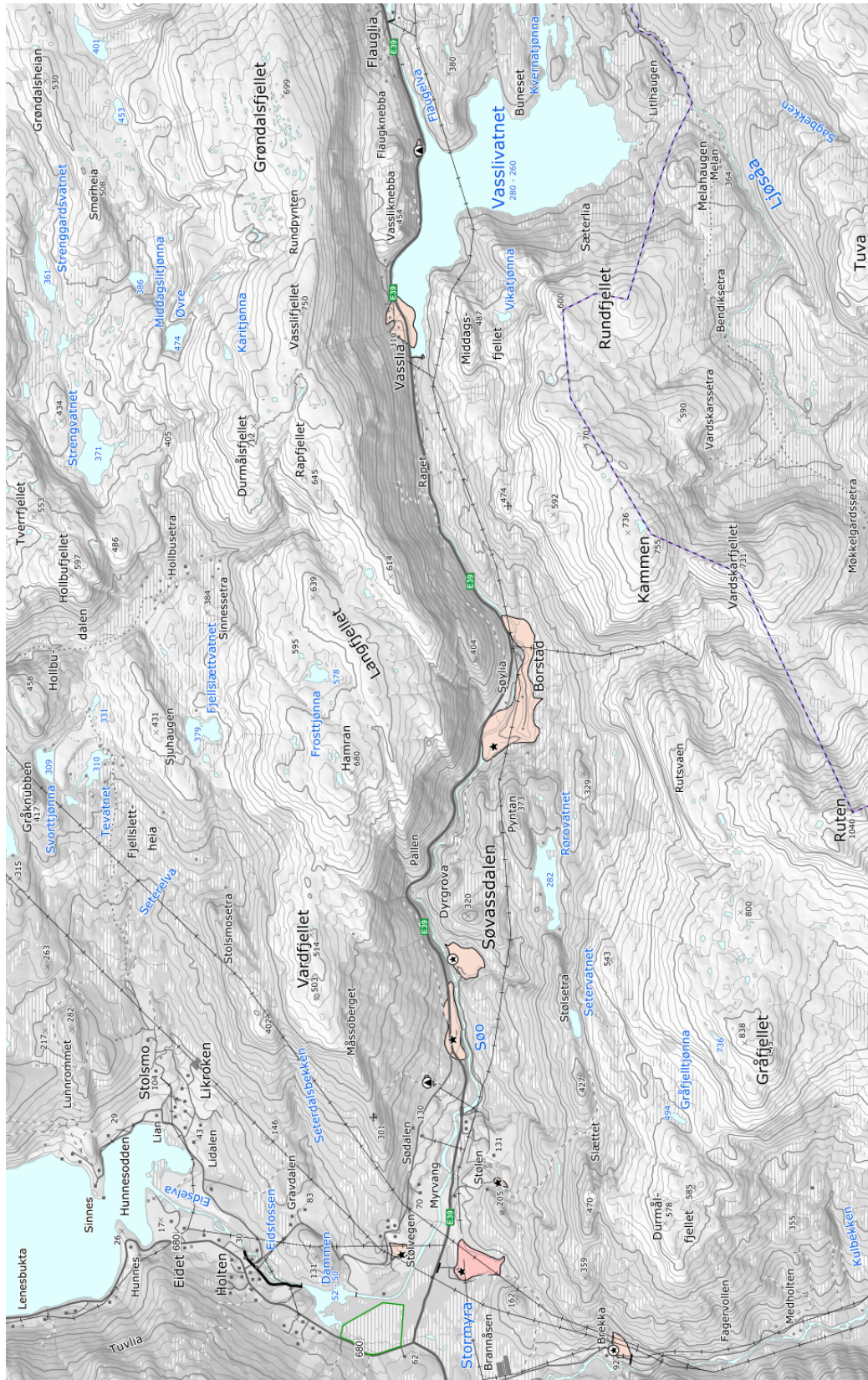




Figur A.10: Fargelagt terrenghelning i grader langs oppgavens strekning. (kilde: Høydedata)

A.12 Ressurskart

løsmasser



Figur A.11: Ressurskart løsmasser i nærhet til planområdet (Kilde: geo.ngu.no/kart/grus_pukk)

A.13 Investeringskostnader

EvT

EvT nordre trasé						
Fra Profil	Til Profil	Lengde	Type terreng	Enhetspris		Kostnad
0	1300	1300	Flatt	kr	50 000,00	kr 65 000 000,00
1300	2100	800	Kupert	kr	70 000,00	kr 56 000 000,00
2100	2700	600	Flatt	kr	50 000,00	kr 30 000 000,00
2700	3300	600	Kupert	kr	70 000,00	kr 42 000 000,00
3300	3380	80	Bratt	kr	150 000,00	kr 12 000 000,00
3380	7300	3920	Tunnel	kr	210 000,00	kr 823 200 000,00
7300	8800	1500	Flatt	kr	50 000,00	kr 75 000 000,00
8800	9917	1117	Kupert	kr	70 000,00	kr 78 190 000,00
9917	10817	900	Flatt	kr	50 000,00	kr 45 000 000,00
10817	12317	1500	Kupert	kr	70 000,00	kr 105 000 000,00
12317	12717	400	Flatt	kr	50 000,00	kr 20 000 000,00
12717	15417	2700	Bratt	kr	150 000,00	kr 405 000 000,00
15417	15753	336	Flatt	kr	50 000,00	kr 16 800 000,00
Totalkostnad						kr 1 773 190 000,00

Evt søndre trasé						
Fra Profil	Til Profil	Lengde	Type terreng	Enhetspris		Kostnad
0	1300	1300	Flatt	kr	50 000	kr 65 000 000
1300	2100	800	Kupert	kr	70 000	kr 56 000 000
2100	2700	600	Flatt	kr	50 000	kr 30 000 000
2900	3000	100	Bru	kr	490 000	kr 49 000 000
3000	3100	100	Bratt	kr	150 000	kr 15 000 000
3100	6370	3270	Tunnel	kr	210 000	kr 686 700 000
6370	6430	60	Bratt	kr	150 000	kr 9 000 000
6430	6480	50	Bru	kr	490 000	kr 24 500 000
6480	6730	250	Bratt	kr	150 000	kr 37 500 000
6730	8230	1500	Flatt	kr	50 000	kr 75 000 000
8230	9347	1117	Kupert	kr	70 000	kr 78 190 000
9347	10247	900	Flatt	kr	50 000	kr 45 000 000
10247	11747	1500	Kupert	kr	70 000	kr 105 000 000
11747	12147	400	Flatt	kr	50 000	kr 20 000 000
12147	14847	2700	Bratt	kr	150 000	kr 405 000 000
14847	15183	336	Flatt	kr	50 000	kr 16 800 000
Totalkostnad						kr 1 717 690 000

Figur A.12: Total investeringskostnad for nordre og søndre alternativ

A.14 Investeringskostnader

NvT

NvT nordre trasé							
Fra Profil	Til Profil	Lengde	Type terreng	Enhetspris		Kostnad	
0	1300	1300	Flatt	kr	50 000	kr	65 000 000
1300	2100	800	Kupert	kr	70 000	kr	56 000 000
2100	2700	600	Flatt	kr	50 000	kr	30 000 000
2700	3300	600	Kupert	kr	70 000	kr	42 000 000
3300	3380	80	Bratt	kr	150 000	kr	12 000 000
3380	7130	3750	Tunnel	kr	210 000	kr	787 500 000
7130	7900	770	Kupert	kr	70 000	kr	53 900 000
7900	8700	800	Bratt	kr	150 000	kr	120 000 000
8700	9470	770	Kupert	kr	70 000	kr	53 900 000
9470	9680	210	Flatt	kr	50 000	kr	10 500 000
9680	9930	250	Flatt	kr	50 000	kr	12 500 000
9550	10180	630	Bratt	kr	150 000	kr	94 500 000
10180	10380	200	Flatt	kr	50 000	kr	10 000 000
10000	10680	680	Kupert	kr	70 000	kr	47 600 000
10300	11980	1680	Kupert	kr	70 000	kr	117 600 000
11600	15180	3580	Bratt	kr	150 000	kr	537 000 000
14800	15575	775	Flatt	kr	50 000	kr	38 750 000
Totalt						kr 2 088 750 000,00	

Nvt søndre trasé							
Fra Profil	Til Profil	Lengde	Type terreng	Enhetspris		Kostnad	
0	1300	1300	Flatt	kr	50 000	kr	65 000 000
1300	2100	800	Kupert	kr	70 000	kr	56 000 000
2100	2700	600	Flatt	kr	50 000	kr	30 000 000
2930	3140	210	Bru	kr	490 000	kr	102 900 000
3140	3220	80	Bratt	kr	150 000	kr	12 000 000
3220	6300	3080	Tunnel	kr	210 000	kr	646 800 000
6300	6330	30	Bratt	kr	150 000	kr	4 500 000
6330	6390	60	Bru	kr	490 000	kr	29 400 000
6390	7100	710	Bratt	kr	150 000	kr	106 500 000
7100	7600	500	Kupert	kr	70 000	kr	35 000 000
7600	8380	780	Bratt	kr	150 000	kr	117 000 000
8380	9100	720	Kupert	kr	70 000	kr	50 400 000
9100	9300	200	Flatt	kr	50 000	kr	10 000 000
9300	9550	250	Flatt	kr	50 000	kr	12 500 000
9550	9800	250	Bratt	kr	150 000	kr	37 500 000
9800	10000	200	Flatt	kr	50 000	kr	10 000 000
10000	10300	300	Kupert	kr	70 000	kr	21 000 000
10300	11600	1300	Kupert	kr	70 000	kr	91 000 000
11600	14800	3200	Bratt	kr	150 000	kr	480 000 000
14800	15195	395	Flatt	kr	50 000	kr	19 750 000
Totalt						kr 1 937 250 000	

Figur A.13: Total investeringskostnad for nordre og søndre alternativ

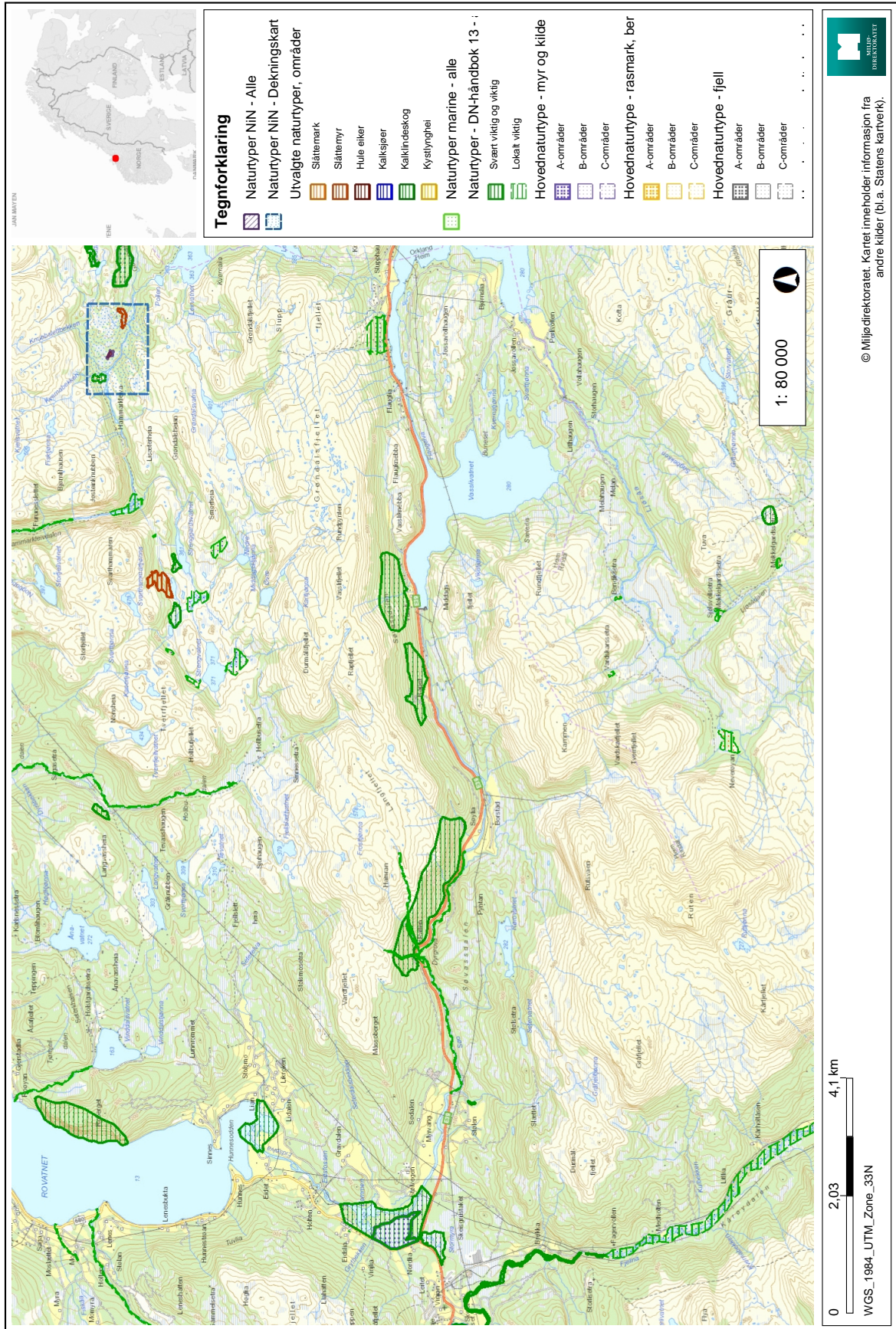
A.15 Friluftsområder

Miljøkart



Figur A.14: Registrerte friluftsområder. Rødskala angir viktighet og frekventering av området.

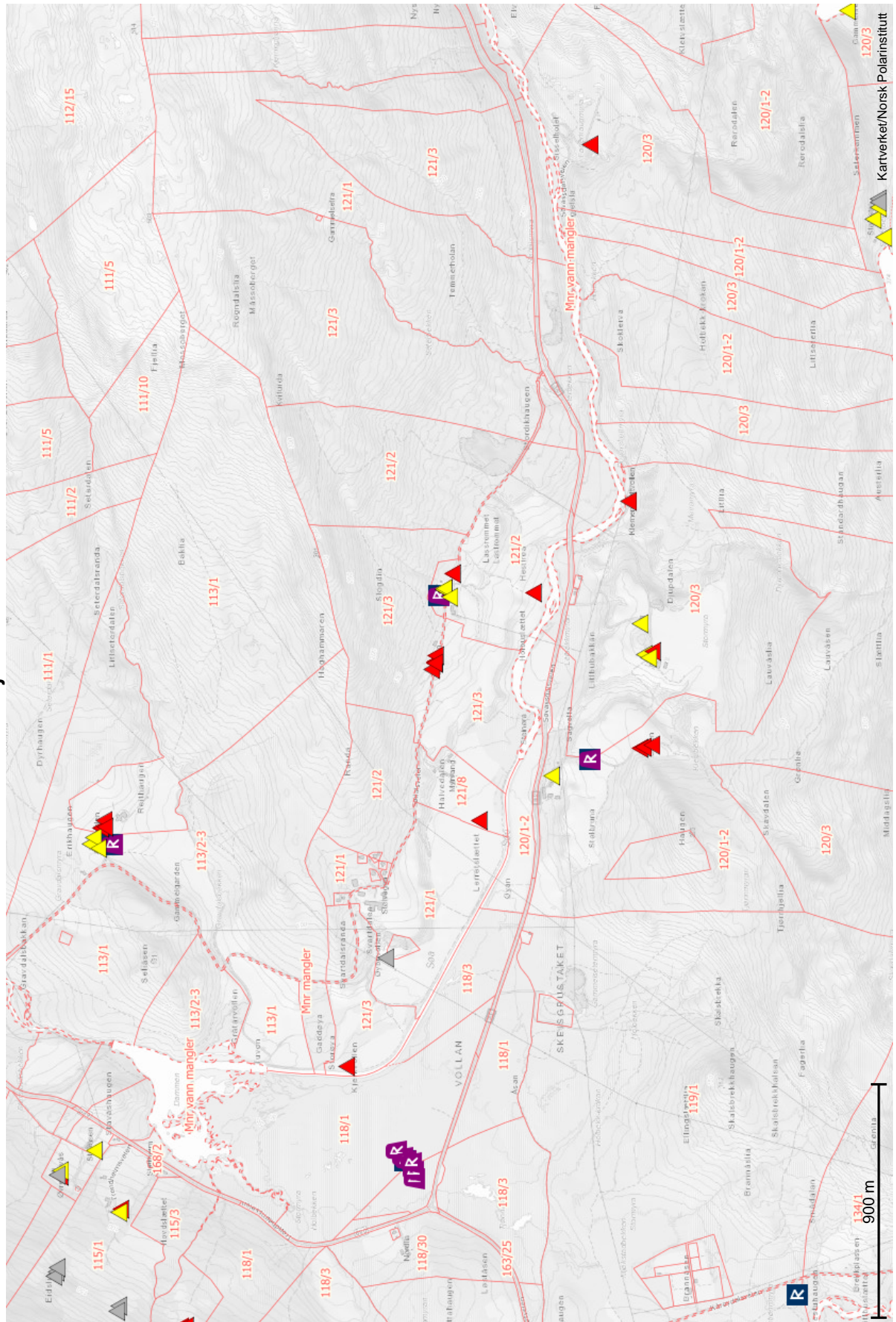
A.16 Naturområder



Figur A.15: Viktige naturområder innenfor planområdet. (Kilde: Miljødirektoratet)

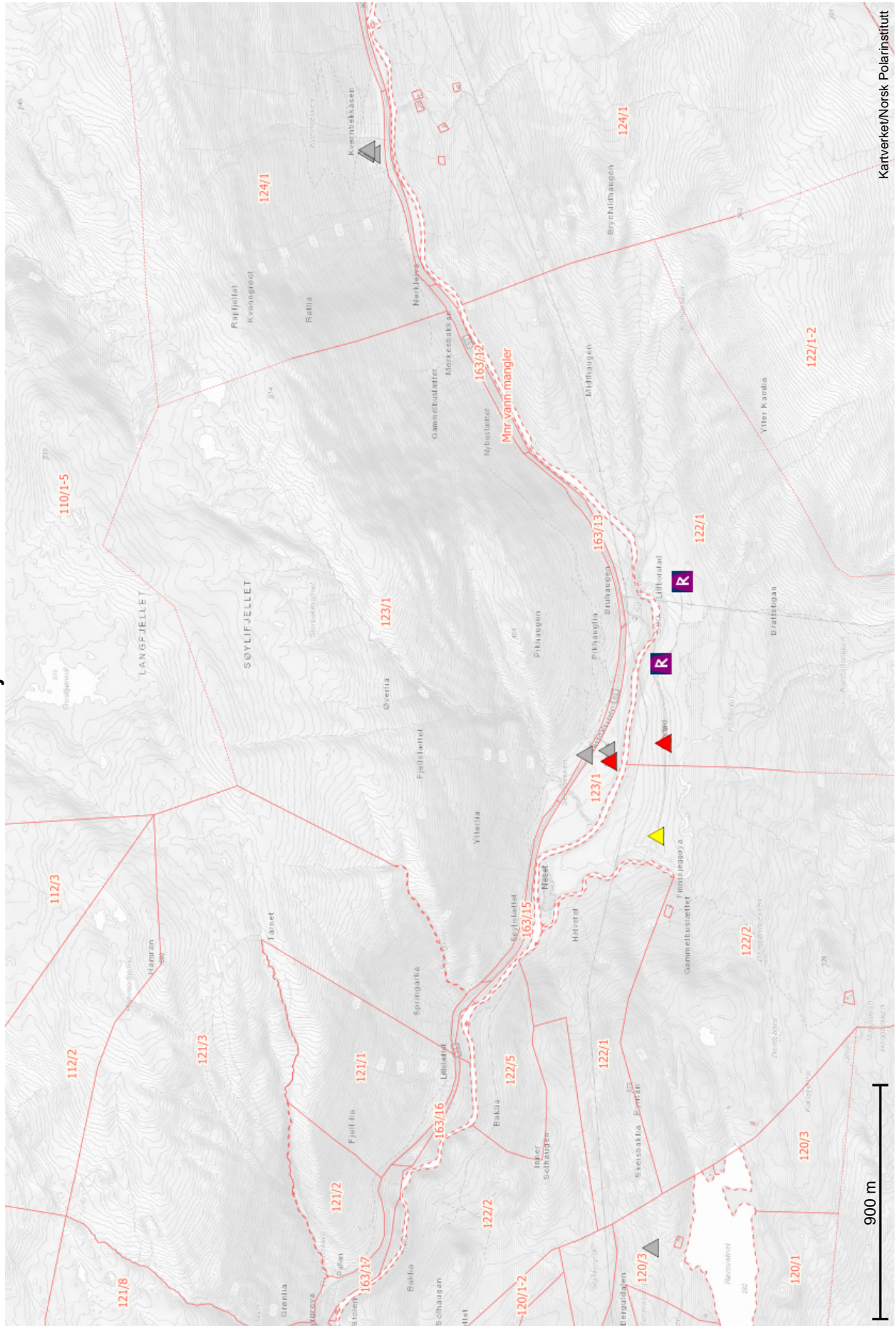
A.17 Kulturminner

Miljøkart

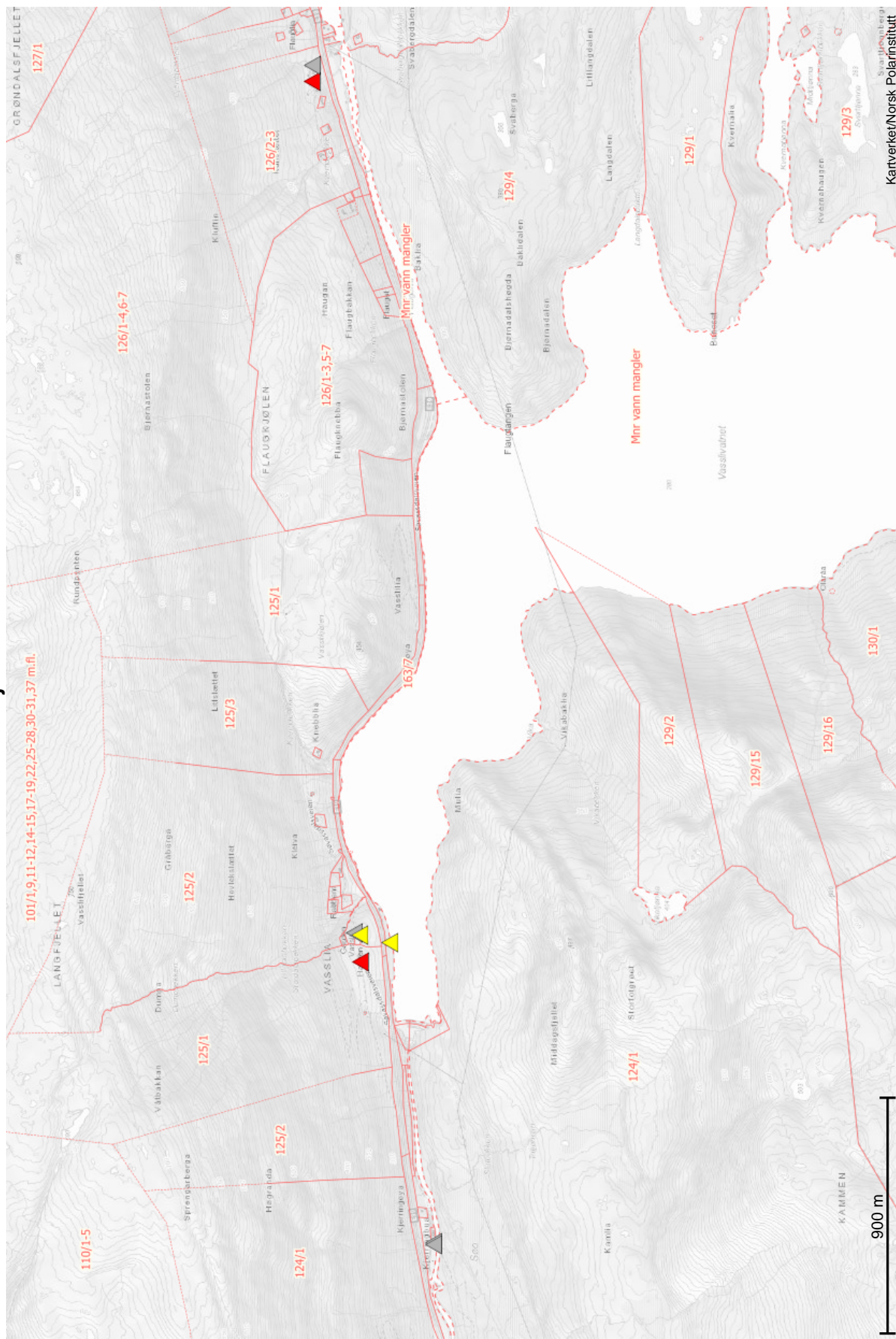


Figur A.16: Kulturminner innenfor planområdet. Røde trekkanter merker meldeplikt ved riving/ombygging.

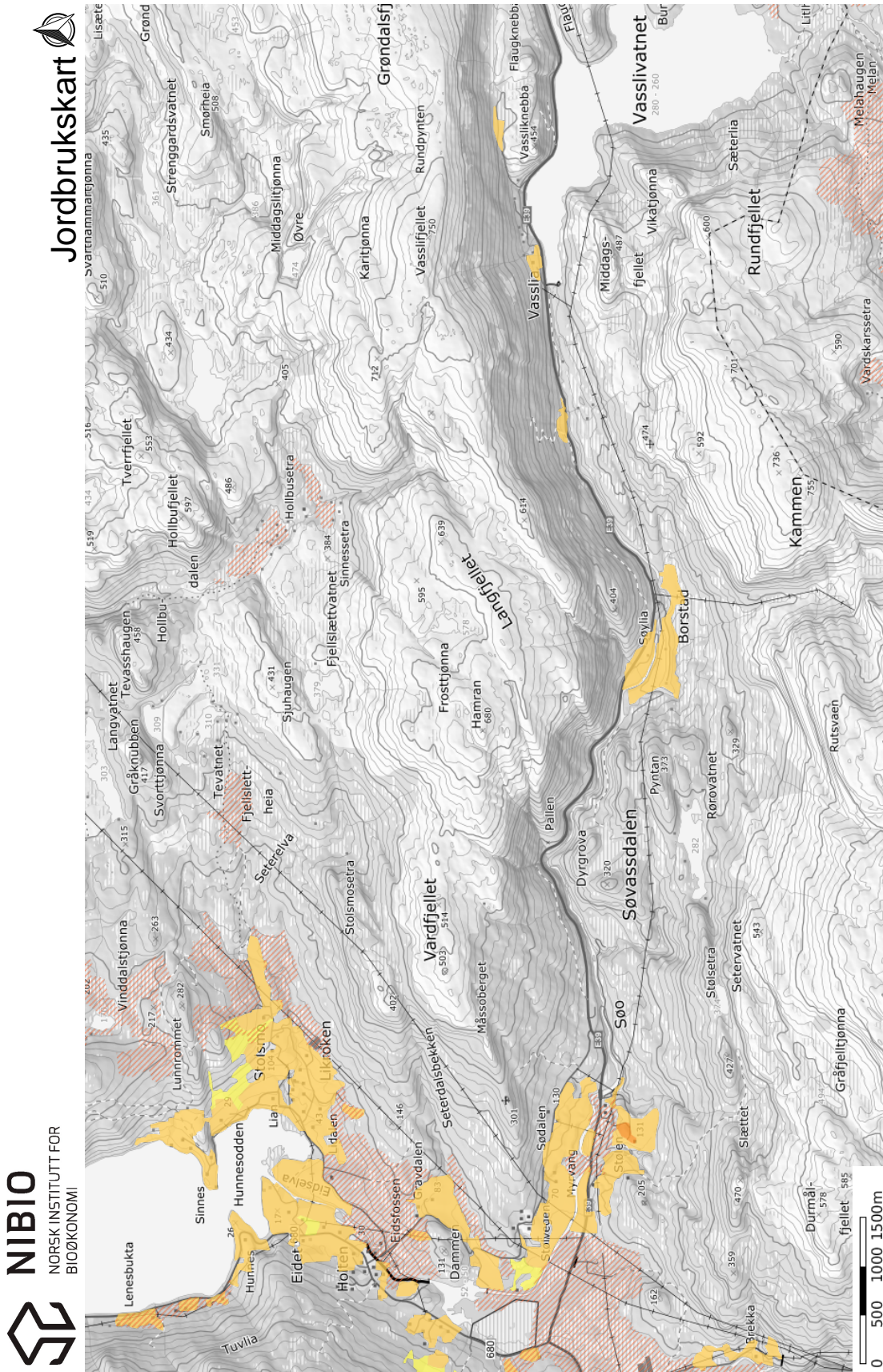
Miljøkart



Miljøkart



A.18 Jordbruksområder



Figur A.17: Jordbruksområder og dyrkbar jord.