

Forslag til utbedring av fv. 6328 fra Årnes til Skjern

Improvement Propositions for Fv. 6328 from Årnes to Skjern

Trondheim Mai 2022

Navn studenter:

Astrid Marie Geicke
Erika Nikoline Lurfald Solem
Martin Børseth

Intern veileder:
Helge Mork

Ekstern veileder:
Sivert Bø Overå & Steinar Flessen
v/
Structor Trondheim AS

Prosjektnr.:
2022-07

Rapporten er ÅPEN



Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for bygg- og miljøteknikk

Problemdefinering, prosjektbeskrivelse og resultatmål

Denne bacheloroppgaven omhandler fylkesveg (fv.) 6328 mellom Årnes og Skjern i Åfjord kommune. Grunnet en observert sprekk i vegbanen ved Årbofossen, oppstod det et ønske om et forslag til utbedring av fv. 6328 Stordalsveien.

I første møte med oppgaven ble sprekken presentert, og det ble fremmet et forslag om en traséomlegging av strekningen ved Årbofossen. Videre ble det observert at hele strekningen mellom Årnes til Skjern ikke stod til standard, og derfor ble det lagt fram at hele vegstrekningen skulle tilstandsvurderes. Etter tilstandsvurderingen skulle det legges fram tiltaksforslag for problemområdene, slik at man kunne identifisere to områder på fv. 6328 hvor det var mest behov for utbedring, og detaljprosjektene disse. Det ble deretter utført en økonomisk beregning for de to områdene.

Etter resultatene fra detaljprosjekteringen og den økonomiske beregningen diskuteres positive og negative sider ved valg av løsninger. Oppgavens resultatmål er å komme med et utbedringsforslag for fv. 6328 Årnes til Skjern som videre kan brukes for utbedring av strekningen.

Stikkord: Tilstandsvurdering Traséomlegging Detaljprosjektering Sprengningsplan Økonomisk beregning	Keywords: Assessment of condition Road line revision Detailed solution Blasting plan Economic calculation
---	---

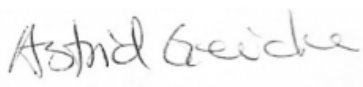
Forord

Denne bacheloroppgaven er skrevet av tre avgangsstudenter på byggingeniørstudiet Bygg og miljø ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet i Trondheim. Oppgaven er basert på tilegnet kunnskap gjennom det treårige studiet. Studentene har hatt spesialisering innenfor retningene anleggsteknikk og teknisk planlegging det siste studieåret, og bacheloroppgaven ble skrevet våren 2022.

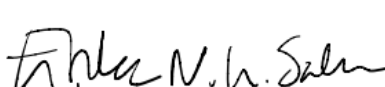
Høsten 2021 tok gruppen kontakt med Structor Trondheim AS, som videre kontaktet Trøndelag fylkeskommune. De kom med et forslag til en interessant oppgave, som trengte kunnskap innen både anleggsteknikk og teknisk planlegging. Forslaget har formet seg til å bli denne bacheloroppgaven. Oppgaven har vært interessant og lærerik, men har også vært krevende og utfordrende.

Gruppen ønsker å rette en stor takk til intern veileder Helge Mork, førsteamanuensis ved Institutt for bygg- og miljøteknikk. En stor takk rettes også til eksterne veiledere Sivert Bø Overå og Steinar Flessen ved Structor Trondheim AS, samt Stian Eldnes fra Trøndelag fylkeskommune for gode innspill under befaringsdagen. Til slutt ønsker gruppen å takke medstudenter for god hjelp og motivasjon rundt oppgaven.

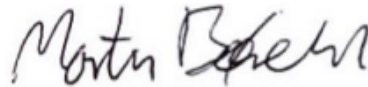
Trondheim, 20. mai 2022



Astrid Marie Geicke



Erika Nikoline L. Solem



Martin Børseth

Sammendrag

Hensikten med bacheloroppgaven har vært å komme med et utbedringsforslag for to områder på fv. 6328 i Åfjord kommune. For å få en bredere forståelse for utbedringen av vegstrekningen, ble det gjennomført en beskrivelse av den eksisterende situasjonen, samt en tilstandsvurdering.

Etter å ha analysert dagens situasjon gjennom en tilstandsvurdering og en befarings på området, kom det fram at vegens generelle tilstand var dårlig. Veggen er preget av blant annet store dekkeskader, underdimensjonerte dreneringssystem, og enkelte kurver og avkjørsler som ikke oppfyller minstekravene til stoppsikt. De to mest kritiske områdene på strekningen mellom Årnes og Skjern ble utvalgt for detaljprosjektering.

Område 1 ble utbedret med tanke på dekkeskader, underdimensjonert dreneringssystem og stoppsikt som ikke møtte kravene. Her ble det gjennomført en detaljprosjektering av ny vegoverbygning og nytt grøftesystem, samt at det ble lagt fram en sprengningsplan for vegen i bergskjæring. For å oppnå ønsket grøft, sideterreng og sikt ble det prosjektert en grøfte- og pallsprengningsplan.

På strekningen i område 2 bestod vegdekket av grus, og etter at det ble oppgitt at det var en langsgående sprekk i dekket, ble denne strekningen ansett som et av de kritiske områdene for prosjektering. Ønsket fra oppdragsgiver var å legge om strekningen, altså gjennomføre en traséomlegging, vekk fra Storelva. For området ble det derfor prosjektert en ny trasé som tok hensyn til siktkrav og dreneringssystemet. Ved å legge vegen bort fra Storelva vil den gå i en bergskjæring. Dermed ble det også prosjektert tre pallsprengningsplaner for område 2.

Avslutningsvis ble det gjennomført en økonomisk beregning for de to utvalgte områdene med tanke på materialbruk, transport og utlegging.

Abstract

The purpose of the assignment has been to provide proposals for enhancement of two key areas on fv. 6328 in Åfjord municipality. A description of the current state and an assessment of condition was completed to gain broader insight into the demands for enhancement.

After analyzing the current state of affairs through an assessment of the condition and an excursion to the study area, it became evident that the road was not up to standard. The stretch is plagued with comprehensive surface damages, undersized drainage systems, and certain curves and exits which do not satisfy the demands to stop sight. On the basis of the assessment of condition, two areas were deemed the most critical and were provided with detailed solutions for enhancement.

The first area was enhanced with regards to surface damages, an undersized drainage system and demands to stop sight, all which were not up to standard. The area has been provided with detailed solutions for a new road superstructure and drainage system. A blasting plan has also been designed for the enhancement, and plans for trench and bench blasting have been outlined in order to achieve desired trenches, side terrain and sight.

The second area consisted of a gravel surface with a known longitudinal crack. Given the crack; the area was deemed as one of the critical areas with need for enhancement. It was a desire from the client to relocate the road away from the nearby river. The area has been provided with a detailed solution for a new road alignment that satisfies demands to sight and system for drainage. The revisioned alignment entails carving into the bedrock. Thus the detailed solution also includes three plans for bench blasting. By a way of conclusion economic calculations were provided for the given areas with regards to material use, transportation and placing.

Ordliste

Agb	Asfalt grus betong
DWG	Drawing
FKB	Felles KartdataBase
Fv.	Fylkesveg
Ma	Mykafalt
NGU	Norges geologiske undersøkelse
NVDB	Nasjonal vegdatabank
N100	Vegnormal N100 Veg- og gateutforming
N101	Vegnormal N101 Trafikksikkert sideterreng og vegsikringsutstyr
N200	Vegnormal N200 Vegbygging
OPS	Offentlig privat samarbeid
Pr.	Profilnummer
SOSI	Samordnet opplegg for stedfestet informasjon
V120	Veiledning V120 Premisser for geometrisk utforming av veger
V261	Veiledning V261 Skadekatalog for bituminøse vegdekker
ÅDT	Årsdøgntrafikk

Tabelliste

Tabell 1: ÅDT delstrekninger	3
Tabell 2: Dekketyper	4
Tabell 3: Fartsgrenser	5
Tabell 4: Prosjekteringstabell Hø1 veg, gjennomgående utbedring	15
Tabell 5: Prosjekteringstabell Hø2 veg	15
Tabell 6: Linjeføring for L2-veger	16
Tabell 7: Krav til forbikjøringssikt fartsgrense 80 km/t	18
Tabell 8: Prosjekteringstabell Hø1, siktkrav	19
Tabell 9: Største skråningshelning for skjæring	24
Tabell 10: Største skråningshelning for fyllinger	24
Tabell 11: Beregning av sikkerhetssonens bredde, S	25
Tabell 12: Krav til sikkerhetsavstand langs en veg	26
Tabell 13: Grenseverdier for horisontalkurveradius ved bruk tillegg T1	26
Tabell 14: Største tillatte skråningshøyde, uten bruk av rekkverk	27
Tabell 15: Anbefalt valg av drenering, basert på fartsgrense og ÅDT	29
Tabell 16: Minimums diameter gjennomløp	30
Tabell 17: Bredde mellom gang- og sykkelveg kant og vegkant	32
Tabell 18: Stopp og observasjoner under befaringsdag	37
Tabell 19: Horisontalkurver som overskrider minstekrav, delstrekning 1	41
Tabell 20: Vertikalkurver som overskrider minstekrav, delstrekning 1	42
Tabell 21: Horisontalkurver som overskrider minstekrav, delstrekning 2	43
Tabell 22: Vertikalkurver som overskrider minstekrav, delstrekning 2	43
Tabell 23: Siktkontroll av horisontalkurver, fv. 6328	48
Tabell 24: Siktkontroll av vertikalkurver, fv. 6328	49
Tabell 25: Siktkontroll av avkjørsler, fv. 6328	49
Tabell 26: Kontroll av skråningsvinkel	55
Tabell 27: Gjennomløp- og kulverter på tvers av vegen, fv 6328	61
Tabell 28: Gjennomløp på tvers av avkjørsler, fv 6328	62
Tabell 29: Overbygning område 1	80
Tabell 30: Stikkrenner med behov for større dimensjon, område 1	81
Tabell 31: Borplan 1, område 1	83

Tabell 32: Ladeplan 1, område 1	83
Tabell 33: Minste tidsintervall tennplan 1, område 1	84
Tabell 34: Tennplan 1, område 1	84
Tabell 35: Borplan 2, område 1	85
Tabell 36: Ladeplan 2, område 1	86
Tabell 37: Tennplan 2, område 1	87
Tabell 38: Overbygning i fylling- og løsmasseskjæring, område 2	93
Tabell 39: Overbygning i bergskjæring, område 2	94
Tabell 40: Prosjektert grøftbredde for løsmasse og i berg, område 2	96
Tabell 41: Overbygning i avkjørsel i løsmasse og fylling, område 2	98
Tabell 42: Overbygning i avkjørsel i bergskjæring, område 2	98
Tabell 43: Borplan 1, område 2	101
Tabell 44: Ladeplan 1, område 2	102
Tabell 45: Minste tidsintervall tennplan 1, område 2	102
Tabell 46: Tennplan 1, område 2	103
Tabell 47: Borplan 2, område 2	104
Tabell 48: Ladeplan 2, område 2	105
Tabell 49: Minst tidsintervall tennplan 2, område 2	105
Tabell 50: Tennplan 2, område 2	106
Tabell 51: Borplan 3, område 2	107
Tabell 52: Ladeplan 3, område 2	107
Tabell 53: Minste tidsintervall tennplan 3, område 2	108
Tabell 54: Tennplan 3, område 2	108
Tabell 55: Oppsummering kostnader område 1	109
Tabell 56: Oppsummering kostnader område 2	109
Tabell 57: Mengde asfalt som legges på fv. 6328	124
Tabell 58: CO ₂ -regnskap miljøasfalt	124

Figurliste

Figur 1: Kartutsnitt av studieområdet	2
Figur 2: Oversikt over hvor ÅDT endres	3
Figur 3: Kart over plassering av ulike dekker	4
Figur 4: Kart over skiltet hastighet	5
Figur 5: Kart over topografien i studieområdet	7
Figur 6: Kart over løsmassene i studieområdet	8
Figur 7: Kart over berggrunnen i studieområdet	9
Figur 8: Aktsomhetskart for flom	10
Figur 9: Oversiktskart over skredhendelser	11
Figur 10: Oversiktskart over marin leire	11
Figur 11: Oversiktskart over kvikkleire	12
Figur 12: Krav til nabokurver	14
Figur 13: Siktretkant i avkjørsel	20
Figur 14: Prinsippskisse for siktkontroll	21
Figur 15: Utforming av fanggrøft	22
Figur 16: Minste bredde på fanggrøft	23
Figur 17: T2-tillegg	27
Figur 18: Tillatte objekter innenfor sikkerhetssonen uten sikringstiltak	28
Figur 19: Løsning for åpen drenggrøft ved ulike overbygninger	30
Figur 20: Utforming av gang- og sykkelveg	32
Figur 21: Oversikt over stopp fra befaringsdagen	37
Figur 22: Inndeling av fv. 6328 i to delstrekninger	40
Figur 23: Uegnet kurvekombinasjon 1	44
Figur 24: Uegnet kurvekombinasjon 2	45
Figur 25: Uegnet kurvekombinasjon 3	46
Figur 26: Lokalisjon av kontrollerte skjæringsvinkler mellom Årnes og By	52
Figur 27: Utgliding av løsmasser ved Årbogen	53
Figur 28: Lokalisjon av kontrollerte skjæringsvinkler mellom By og Skjern	54
Figur 29: Lokasjonen for manglende rekkverk ved Årbofossen	56
Figur 30: Lokasjonen for strekning som mangler rekkverk	57
Figur 31: Rekkverk i NVDB sammenliknet med rekkverk i virkeligheten	57

Figur 32: Gjennomløp som ikke oppfyller kravene i N200	64
Figur 33: Strekningen med betydelige dekkeskader	68
Figur 34: Lokasjon for målinger av dekkeskader for stopp 2: Bølsvika	69
Figur 35: Oversiktskart over utbedringsbehov del 1	72
Figur 36: Oversiktskart over utbedringsbehov del 2	73
Figur 37: Oversiktskart over utbedringsbehov del 3	73
Figur 38: Prosjektområde 1	79
Figur 39: Prosjektområde 2	88
Figur 40: Modellert terrengoverflate i Novapoint	89
Figur 41: Oversikt over utførte sonderinger ved Årbofossen	91
Figur 42: Modellert berggrunn i Novapoint	91
Figur 43: Modellering av avkjørsel sett fra sørøst	99
Figur 44: Modellering av avkjørsel sett fra vest	99
Figur 45: Posisjon til sprengningsplanene langs veglinja	100
Figur 46: Siktkontroll for horisontalkurve ved redusering av fartsgrensen	111
Figur 47: Lengdeprofil fra dagens avkjørsel til småbruket	117
Figur 48: Forslag til påkobling av avkjørsel	118
Figur 49: Terrengmodell over område 2	119

Bildeliste

Bilde 1: Uegnet kurvekombinasjon 1	44
Bilde 2: Uegnet kurvekombinasjon 2	45
Bilde 3: Krumningsendring	46
Bilde 4: Sikt gjennom horisontalkurve	47
Bilde 5: Bergskjæring 1	50
Bilde 6: Bergskjæring 2	51
Bilde 7: Manglende grøft i bergskjæring	58
Bilde 8: Grøft Støvelfossen	59
Bilde 9: Manglende grøft ved By	59
Bilde 10: Grøft Årbofossen	60
Bilde 11: Sandfangerkum Årbofossen	60
Bilde 12: Motfylling Årbofossen	63
Bilde 13: Stikkrenne ved Årbofossen	64
Bilde 14: Fortau Årnes sentrum	65
Bilde 15: Utvidet vegskulder	66
Bilde 16: Gang- og sykkelveg By	67
Bilde 17: Dekkeskader Sandhalsan-Torsvika	69
Bilde 18: Sprekk ved Årbofossen	71

Innholdsfortegnelse

Problemdefinering, prosjektbeskrivelse og resultatmål	II
Forord	III
Sammendrag	IV
Abstract	V
Ordliste	VI
Tabelliste	VII
Figurliste	IX
Bideliste	XI
Innholdsfortegnelse	XII
1. Innledning	1
1.1 Bakgrunn og formål	1
1.2 Beskrivelse av studieområdet	2
1.3 Oppbygging av rapporten	2
2. Eksisterende situasjon	3
2.1 Veg- og trafikkforhold	3
2.1.1 Årsdøgntrafikk (ÅDT)	3
2.1.2 Vegdekke	4
2.1.3 Fartsgrense	5
2.1.4 Drift og vedlikehold	5
2.1.5 Kollektivtrafikk	6
2.2 Terreng- og grunnforhold	7
2.2.1 Terreng	7
2.2.2 Løsmasser	7
2.2.3 Berggrunn	8
2.3 Sikkerhet	10

2.3.1 Trafikkulykker og trafikksikkerhet	10
2.3.2 Flom og skredfare	10
3. Teori	13
3.1 Prosjekteringstabellene	13
3.2 Romkurver	17
3.3 Sikt	18
3.4 Sideterreng	22
3.5 Sikkerhetssone og rekkverk	25
3.6 Drenering	29
3.7 Fortau og gang- og sykkelveg	31
3.8 Dekker	33
3.9 Terrengmodell i Novapoint	35
4. Metode	36
4.1 Digitale ressurser	36
4.2 Befaring	37
4.3 Digitale verktøy	38
5. Tilstandsvurdering og tiltaksforslag	39
5.1 Tilstandsvurdering	39
5.1.1 Veggeometri	39
5.1.2 Sikt	47
5.1.3 Sideterreng	50
5.1.4 Grøfter	58
5.1.5 Gjennomløp-, stikkrenner og kulverter	61
5.1.6 Løsning for gående og syklende	65
5.1.7 Dekker	68
5.1.8 Oversiktstegninger over problemområder	72
5.2 Tiltaksforslag på problemområder	74

5.2.1	Veggeometri	74
5.2.2	Sikt	74
5.2.3	Sideterreng	75
5.2.4	Grøfter	75
5.2.5	Gjennomløp-, stikkrenner og kulverter	76
5.2.6	Løsning for gående og syklende	76
5.2.7	Dekker	76
6.	Detaljprosjektering	78
6.1	Valg av løsning for videre detaljprosjektering	78
6.2	Prosjekteringsforutsetninger	78
6.3	Område 1: Sandhalsan til Torsvika	79
6.3.1	Overbygning	79
6.3.2	Drenering	80
6.3.3	Sprengningsplaner	82
6.4	Område 2: Årbofossen	88
6.4.1	Terrengmodellen	88
6.4.2	Overbygning	91
6.4.3	Linjeføring	95
6.4.4	Utforming av tverrprofilet	95
6.4.5	Sideterreng	98
6.4.5	Avkjørsel	98
6.4.6	Siktkontroll	99
6.4.7	Stikkrenner	99
6.4.8	Sprengningsplaner	100
7.	Økonomisk beregning materialbruk, transport og utlegging prosjektering	109
7.1	Område 1: Sandhalsan til Torsvika	109
7.2	Område 2: Årbofossen	109

8. Diskusjon	110
8.1 Område 1: Sandhalsan til Torsvika	110
8.1.1 Vegoverbygning og drenering	110
8.1.2 Sikt	111
8.1.3 Sprengningsplan	112
8.1.4 Økonomi	112
8.2 Område 2: Årbofossen	114
8.2.1 Terrengmodellen	114
8.2.2 Overbygning	114
8.2.3 Sideterreng	115
8.2.3 Sprengningsplan	115
8.2.4 Økonomi	116
8.2.5 Utforskning av andre muligheter	116
8.3 Ingen utbedring	120
8.3.1 Område 1	120
8.3.2 Område 2	120
9. Konklusjon	122
10. Nytenking	123
10.1 Miljøasfalt	123
11. Referanser	126
12. Vedlegg	131

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Etter en bekymringsmelding fra en trafikant som observerte sprekker i vegbanen på fv. 6328 januar 2021, ble det utført en geoteknisk befaring av Multiconsult v/ geotekniker Olav Årbogen (Årbogen, 2021). I 1960 gikk det et ras som gjorde at store deler av vegbanen forsvant ned i elva, og dermed ble det etablert to støttemurer i skråningen mellom vegbanen og Storelva. Etter 1960-tallet er man kjent med 8 eller 9 skredhendelser på strekningen profil 13300-14700 langs Stordalsveien (Årbogen, 2007). Ut fra årsaksvurderingen etter befaringen ble det konkludert med at det ikke var fare for utrasing på stedet, men grunnet skredhistorikken i området, ville Trøndelag fylkeskommune likevel se alvorlig på sprekkenes tilstand.

Da gruppen høsten 2021 kontaktet Structor Trondheim AS om et potensielt samarbeid i forbindelse med bacheloroppgave, tok de videre kontakt med Trøndelag fylkeskommune. Problematikken rundt sprekkdannelsen ble sett på som et svært relevant tema for oppgaven. Da strekningen ble inspisert nærmere av gruppen ble det tydeliggjort at hele fv.6328 har behov for utbedring. Denne bacheloroppgaven tar for seg et forslag til utbedring av fv. 6328 fra Årnes til Skjern, og skal gå inn på kritiske punkter som har størst behov for utbedring.

Formålet med bacheloroppgaven er å komme med forslag til utbedring av fv. 6328 fra Årnes til Skjern. Gruppen skal utføre en tilstandsvurdering av vegstrekningen, slik at problemområder kan identifiseres og beskrives. Vurderingen vil bli utført ved å benytte digitale ressurser, og ved befaring. Deretter skal gruppen detaljprosjekttere utvalgte problemområder, samt utføre en økonomisk beregning av disse.

Gruppen har følgende mål for bacheloroppgaven:

- Identifisere områder med behov for utbedring på vegstrekningen fra Årnes til Skjern
- Foreslå utbedringstiltak for identifiserte problemområder
- Plukke ut to problemområder og detaljprosjekttere de
- Gjennomføre en økonomisk kalkulasjon for detaljprosjekteringen

1.2 Beskrivelse av studieområdet

Fv. 6328 *Stordalsveien* er tilknyttet administrasjonssenteret Årnes i vest, og strekker seg nordøstover til Skjern. Vegstrekningen går nord for Stordalsvatnet, og følger både Stordalselva i vest og Storelva i øst. Sprekken omtalt i bakgrunnen ligger i tilknytning til en avkjørsel som går rett nord for Årbofossen. Fra Årnes sentrum mot By består dekket av asfalt. Etter 11 km, ca. 3 km før man møter Årbofossen, går vegen over til å bli en grusveg (figur 1).



Figur 1. Kartutsnitt som viser studieområdet og fv.6328 (Kartverket, 2022).

1.3 Oppbygging av rapporten

Prosjektoppgaven vil i første del ta for seg den eksisterende situasjonen på fv. 6328, og kartlegge veg- og trafikkforhold, terreng- og grunnforhold, samt sikkerheten langs vegen. Videre følger et teorigapittel som tar for seg teori knyttet til kapittel 5 *Tilstandsvurdering og tiltaksforslag* og 6 *Detaljprosjektering*. Dermed blir det fokusert på å utføre en befaring av vegstrekningen, både ved hjelp av digitale ressurser og ved en fysisk befaring på området. Videre tar oppgaven for seg en tilstandsvurdering av utvalgte problemområder, og dernest en detaljprosjektering for to av disse områdene. I siste del av prosjektet blir det utført en økonomisk beregning av detaljprosjekteringen. Prosjektet avsluttes med en diskusjon av arbeidet utført, samt et kapittel gjeldende nytenkning.

2. Eksisterende situasjon

2.1 Veg- og trafikkforhold

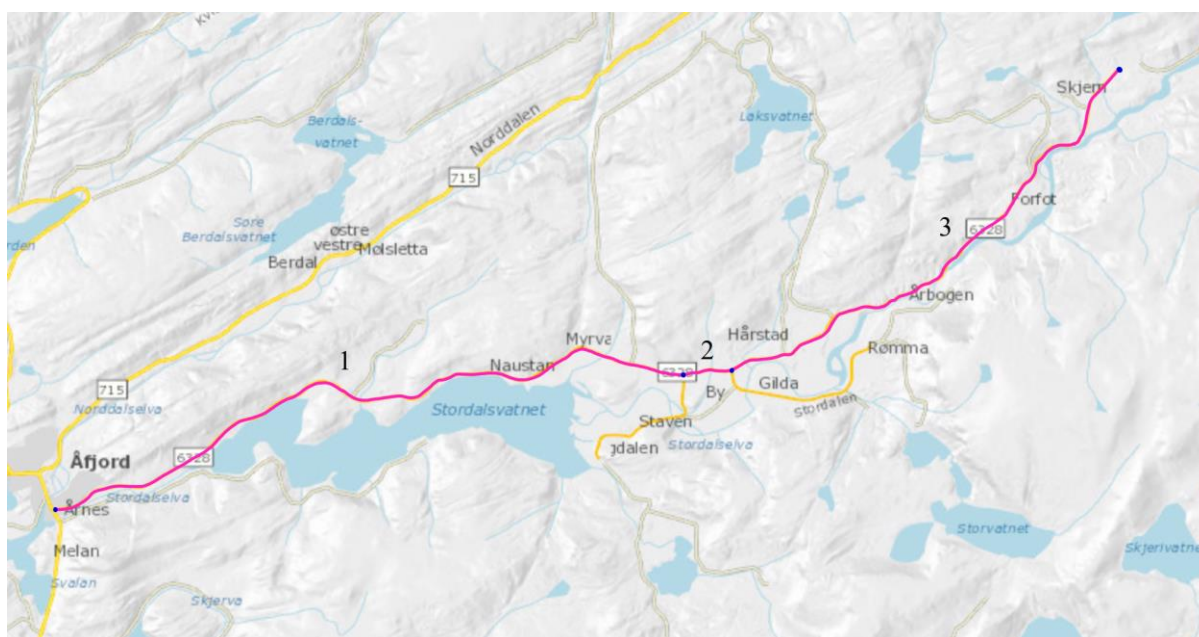
Prosjektoppgavens strekning fv. 6328 går fra Årnes til Skjern. Kapitlene som følger presenterer strekningens veg- og trafikkforhold.

2.1.1 Årsdøgnetrafikk (ÅDT)

De siste registreringene fra Nasjonal vegdatabank (NVDB) av ÅDT er fra 2021 (Statens vegvesen, 2022b), og presenteres i tabell 1. Figur 2 tilknyttes delstrekningene i tabellen, og forklarer delstrekningenes omfang.

Tabell 1. ÅDT på delstrekningene (figur 2) på fv.6328.

Delstrekning/vegsystemreferanse	ÅDT
1. Årnes sentrum - Avkjøring til Staven FV6328 K S1D1 m0-8745 FV6328 K S2D1 m0-1404	650
2. Avkjøring til Staven - Avkjøring mot Rømma FV6328 K S2D1 m1404-2112	400
3. Avkjøring mot Rømma - Skjern FV6328 K S2D1 m2112-9777	20



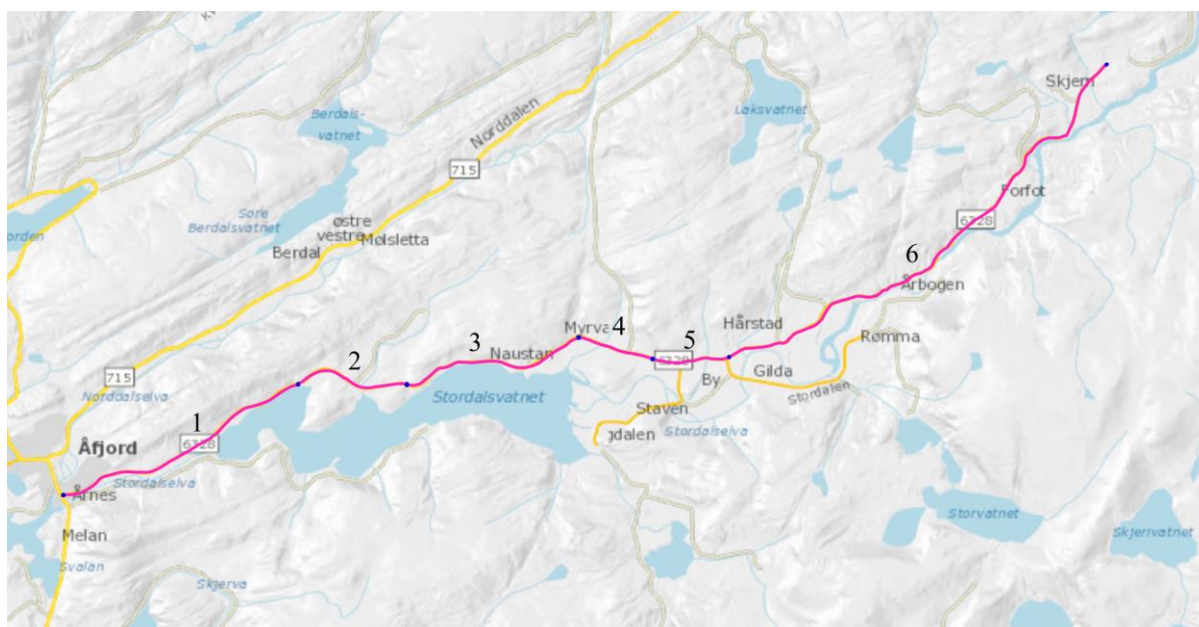
Figur 2. Figuren viser hvor i tabell 1 Stordalsveiens ÅDT endres (Statens vegvesen, 2022b).

2.1.2 Vegdekke

Data fra NVDB viser at dekket på strekningen er varierende. Strekningen har trolig opprinnelig vært en ferdselsåre fra gammelt av, som gjennom årenes løp har blitt påkostet dekkeoppgraderinger der det har vært nødvendig. Resultatet av dette er en veg med varierende dekke med tilhørende varierende kvalitet. Dekketyperne er blant annet mykasfalt (Ma), Asfaltgrusbetong (Agb), oljegrus, asfaltløsningsgrus og grus (Statens vegvesen, 2022b). Oljegrus og Agb er historiske dekketyper som ikke benyttes i dag (Engan, 1962) & (Ruud, 2020). Oversikten med vegdekker for Stordalsveien er presentert i tabell 2. Figur 3 viser påtegnet kart med oversikt over hvor de ulike dekketyperne er lagt.

Tabell 2. Oversikt med data fra NVDB over Stordalsveiens dekketyper.

Delstrekning	Type dekke	Tykkelse (mm)	Leggeår
1	Ma (mykasfalt)	36	2000
2	Agb (asfaltgrusbetong)	27	2003
3	Oljegrus	36	1985
4	Asfaltløsningsgrus Enkelte steder lagt Agb slitelag over	33 (asfaltløsningsgrus) 38 (Agb)	1987, 2018
5	Agb (asfaltgrusbetong)	46	1994
6	Grus	36	1990



Figur 3. Kart som viser hvor de ulike dekketyperne på Stordalsveien er (ref. tabell 2) (Statens vegvesen, 2022b).

2.1.3 Fartsgrense

Fartsgrensen varierer over hele strekningen. Tabell 3 viser fartsgrensen på inndelte delstrekninger av fv. 6328, med data hentet fra NVDB (Statens vegvesen, 2022b). Figur 4 knyttes til tabell 3, og viser på hvilke strekningen de ulike fartsgrensene gjelder.

Tabell 3. Oversikt over Stordalsveiens fartsgrenser med data fra NVDB.

Nr.	Vegsystemreferanse	Fartsgrense (km/t)
1	FV6328 K S1D1 m0-302	30
2	FV6328 K S1D1 m302-1301	60
3	FV6328 K S1D1 m1301-4270	80
4	FV6328 K S1D1 m4270-5002	60
5	FV6328 K S1D1 m5002-8745 FV6328 K S2D1 m0-456	80
6	FV6328 K S2D1 m456-2537	50
7	FV6328 K S2D1 m2537-3910	60
8	FV6328 K S2D1 m3910-6766	80
9	FV6328 K S2D1 m6766-7391	60
10	FV6328 K S2D1 m7391-8726	80
11	FV6328 K S2D1 m8726-9777	60



Figur 4. Kartet viser til den nummererte listen under og forteller hva fartsgrensen er (Statens vegvesen, 2022b).

2.1.4 Drift og vedlikehold

Driften på strekningen er et offentlig privat samarbeid (OPS). Trøndelag fylkeskommune er eier av vegen og Veidekke Industri AS er ansvarlig entreprenør. Strekningen er klassifisert

med funksjonell vegklasse 4. Det vil si at vegen rangeres som blant de femte viktigste vegene i vegnettet med tanke på fremkommelighet. Vegens funksjonsklasse er “E-Lokale adkomstveger”, som vil si at det er en veg som hovedsakelig benyttes som adkomst til egen bolig, men kan også fungere som en samleveg. Strekningen har vinterdriftsklasse DkD inne i Årnes sentrum og DkE ut fra sentrum (Statens vegvesen, 2022b). DkD og DkE betyr at godkjent føreforhold er hard snø/is, men for DkE vil det også si at friksjon ned til 0,20 er akseptert (Statens vegvesen, 2014a, s. 120).

2.1.5 Kollektivtrafikk

Kollektivtilbudet langs fv.6328 er begrenset. Strekningen betjenes av buss 592, som er en skolebuss. Bussen har fire avganger per dag, to fra Stjern til Årnes om morgenen og to fra Årnes til Stjern om ettermiddagen. Den går kun på skoledager (AtB, 2021).

2.2 Terreng- og grunnforhold

2.2.1 Terreng

Prosjektområdet er lokalisert i en elvedal, som utvider seg til et vann i vestenden av dalen . Terrenget er dermed preget av dalsider og skråninger og er tidvis bratt både på nordsiden og sørsiden av vegen. I området der Stordalselva møter Stordalsvatnet ligger vegen på en elveslette hvor terrenget er flatt. Terrenget flater også ut mellom Forfot og Skjern (figur 5).



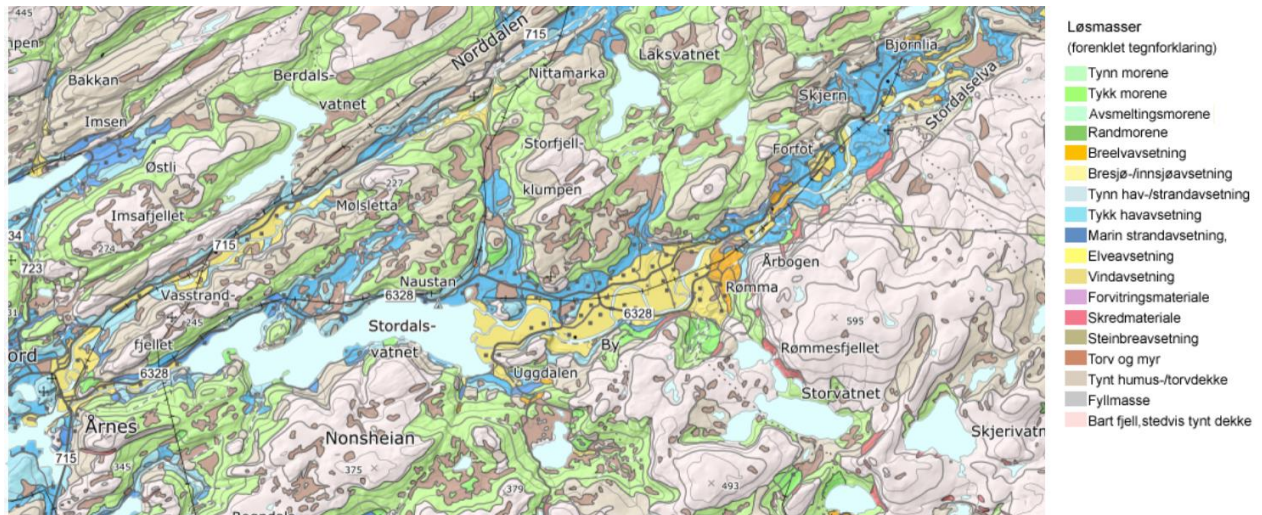
Figur 5. Kartbilde som viser topografien i studieområdet (Kartverket, 2022).

2.2.2 Løsmasser

Løsmassene i prosjektområdet er sammensatte og bærer preg av forskjellige geologiske avsetningsprosesser. Fra geologisk løsmassekart er det marine-, fluviale-, glasifluviale- og moreneavsetninger som er dominerende i grunnen under og rundt fylkesvegen (figur 6) (NGU, 2022).

Skråningene nordvest for fv. 6328 er i hovedsak dekket av et tynt morenemateriale med mektighet opp til 0,5 meter. Mellom Årnes og østenden av Stordalsvatnet ligger vegstrekningen i hovedsak på marine- og grunnmarine avsetninger. Disse avsetningene varierer i mektighet fra 0,5 meter til ti-talls meter og kan inneholde kornstørrelser fra leir til blokk (figur 6) (NGU, 2022).

I elvedalen mellom Stordalsvatnet og Skjern er det også i hovedsak marine- og grunnmarine avsetninger som dominerer. Disse har igjen varierende mektighet fra 0,5 meter til ti-talls meter. I tillegg forekommer det betydelige fluviale og glasifluviale avsetninger under fylkesvegen. De fluviale avsetningene har mektighet fra 0,5 meter til mer enn 10 meter og består i hovedsak av godt sortert sand og grus. De glasifluviale avsetningene i området består av kornstørrelser fra fin sand til stein og blokk og kan ha en mektighet på ti-talls meter (figur 6) (NGU, 2022).

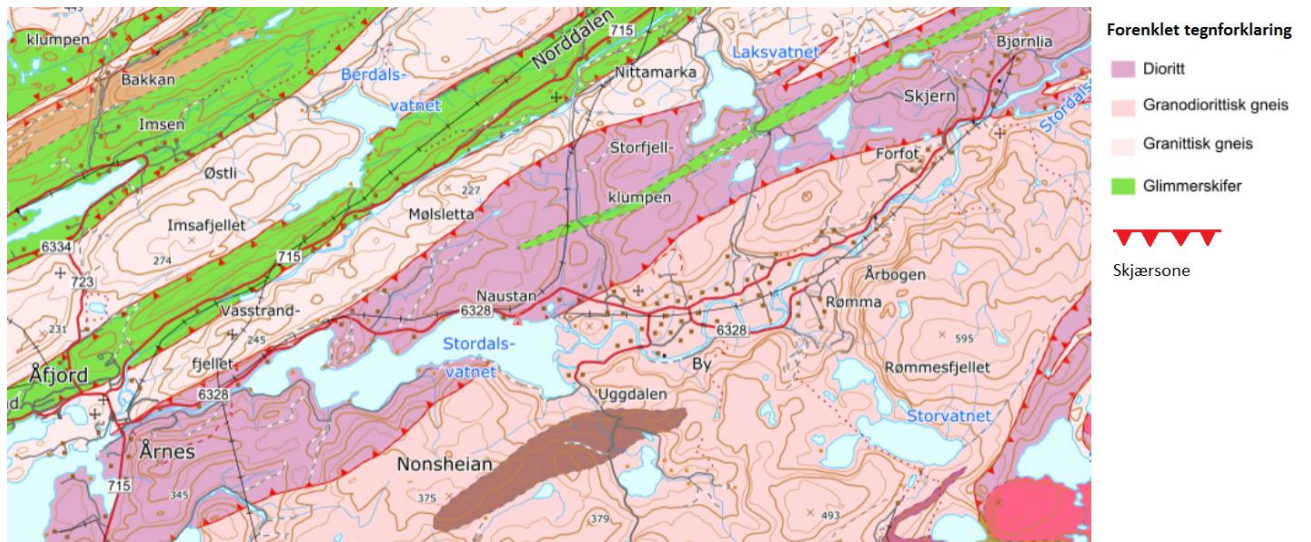


Figur 6. Kart som viser løsmassene i studieområdet (NGU, 2022).

2.2.3 Berggrunn

Berggrunnen i prosjektområdet består av metamorfe- og magmatiske bergarter som i hovedsak er dannet under to forskjellige tektoniske hendelser; det transskandinaviske intrusivbeltet (1850-1650 millioner år siden) (NGU, 2019) og den kaledonske fjellkjedefoldingen (ca. 450-400 millioner år siden) (Bryhni, 2019).

Bergartene som observeres i området er dioritt, som er en grovkornet magmatisk dypbergart (Selbekk, 2020), glimmerskifer som er en metamorf bergart omdannet fra leirstein (NGU, 2020) og diverse typer gneis. Gneis er også en metamorf bergart. I dette området er gneisen omdannet fra de magmatiske bergartene dioritt og granitt (figur 7) (NGU, 2022a).



Figur 7. Kart som viser berggrunnen i studieområdet (NGU, 2022a).

2.3 Sikkerhet

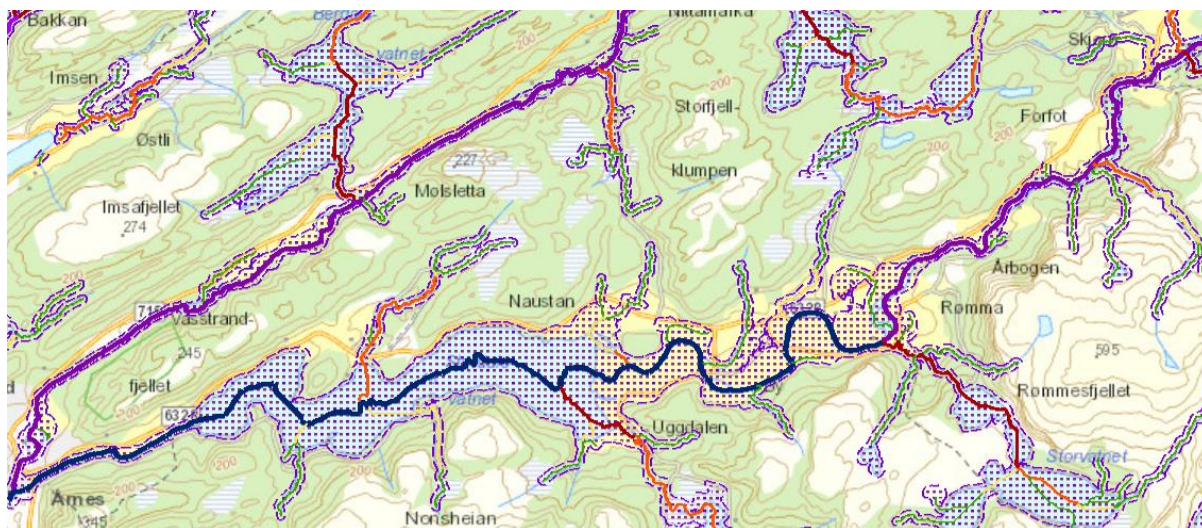
2.3.1 Trafikkulykker og trafiksikkerhet

Vegstrekningen er lite utsatt for trafikkulykker. Siden 1982 er det registrert 18 trafikkulykker fra Årnes til Skjern ifølge NVDB. Av disse 18 var 15 utforkjøring med personbil, to var trafikkulykker i møte med dyr og én var trafikkulykke mellom to møtende kjøretøy. Ingen av ulykkene har ført til betydelige personskader (Statens vegvesen, 2022b).

2.3.2 Flom og skredfare

Flomfare

Fv. 6328 går som beskrevet langs to elver og en innsjø, noe som fører til flomfare ved mye nedbør og snøsmelting. Vegen går flere steder tett på vannkildene og krysses av mindre bekker. De skraverte områdene på figur 8 viser hvor vegen er utsatt for flom (NVE, 2022a).



Figur 8. Aktsomhetskart for flom (NVE, 2022a).

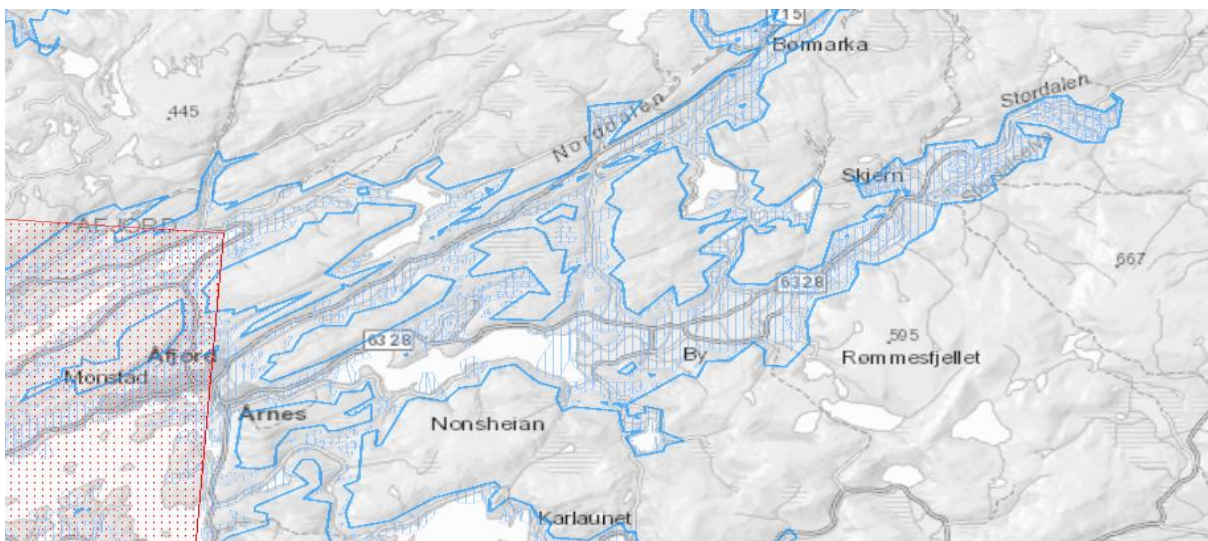
Skredfare

På vegstrekningen er det registrert to skred i NVDB. Det ene forekom i 2008 ved Stordalsvatnet, og var et steinsprang fra en vegskjæring (figur 9). Steinen var mindre enn 1 kubikkmeter, og gjorde ingen vesentlige skader på vegen. I 2015 gikk det er jordskred ved Forfot hvor vegbanen/fylling skled ut grunnet mye nedbør (figur 9). Dette skredet var på ca. 70 kubikkmeter (Statens vegvesen, 2022b). I tillegg er man, i følge Multiconsult, kjent med omtrent 10 skredhendelser i tilknytning området ved Årbofossen (Årbogen, 2021).

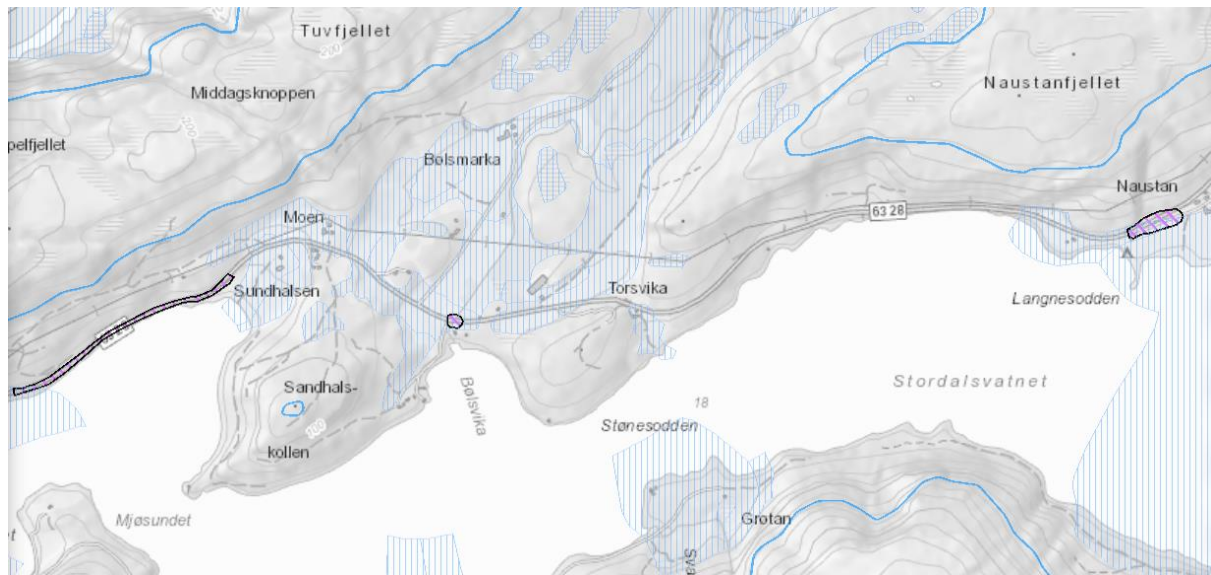


Figur 9. Oversiktskart over skredhendelser (Statens vegvesen, 2022b).

Videre ligger hele vegstrekningen under marin grense, og dermed på løsmasser som kan inneholde kvikkleire (Spjeldnæs, 2021). Det blå skraverte områdene på figur 10 viser steder hvor det kan forekomme sammenhengende dekker av marin leire. NVE har ikke kartlagt studieområdet i detalj for kvikkleire, men Statens vegvesen har registrert noen kvikkleiresoner langs vegstrekningen. Disse sonene er markert med lilla skravering på figur 11 (NVE, 2022b). I og med at det kan forekomme kvikkleire på strekningen, i tillegg til at det forekommer mye bratt terreng og løsmasser, er potensialet for ras betydelig på vegstrekningen.



Figur 10. Oversiktskart over marin leire (NVE, 2022b).



Figur 11. Oversiktskart over kvikkleire (NVE, 2022b).

3. Teori

I dette kapittelet omhandles relevant teori for oppgaven. Elementer fra vegfaget som ikke omtales i teorikapittelet, anses som å falle utenfor oppgavens omfang.

3.1 Prosjekteringstabellene

Dimensjoneringsklasse velges ut fra en helhetsvurdering av vegstrekningen, der ÅDT og fartsgrense er sentrale inndata. Dimensjoneringsklassene har tilhørende prosjekteringstabeller som setter krav til blant annet den geometriske linjeføringen. Enkelte dimensjoneringsklasser har ulike prosjekteringstabeller avhengig av om det er utbygging av ny veg eller utbedring av eksisterende veg. Verdiene i prosjekteringstabellene forutsetter kjøring på våt, men ren og isfri veg i dagslys (Statens vegvesen, 2021b, s. 33).

Prosjekteringstabellene leses med horisontalkurveradius som inndata. Krav til minste horisontalkurveradius beregnes ut ifra følgende formel (Statens vegvesen, 2019, s. 26):

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

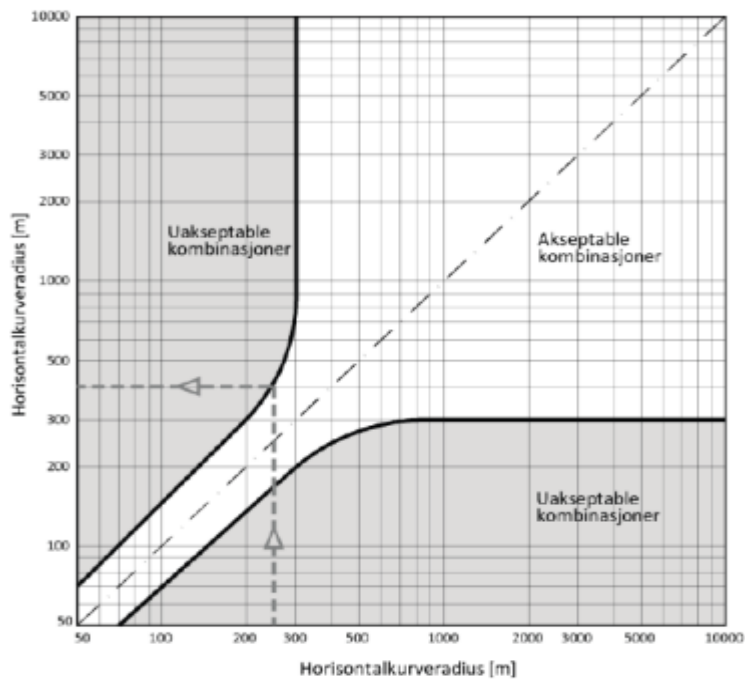
For prosjekteringstabellene er minste horisontalkurveradius $R_{h,min}$ avrundet opp til nærmeste verdi i tallrekken: 55, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 700, 800, 900, 1000 (Statens vegvesen, 2019, s. 59).

f_k er sidefriksjonsfaktoren og bestemmes av sikkerhetsfaktoren og fartsgrensen. For lokale veger settes sikkerhetsfaktoren til 1,00. Det gir følgende verdier for sidefriksjonsfaktoren:

- Der fartsgrensen er 80 km/t settes f_k til 0,157.
- Der fartsgrensen er 60 km/t settes f_k til 0,195

(Statens vegvesen, 2019, s. 22).

Krav til nabokurver sikrer jevn geometri og er basert på hvilke kombinasjoner av horisontalkurveradier som er akseptable, presentert i figur 12 (Statens vegvesen, 2019, s. 31). Nabokurvekravene gjelder sirkler med radius mindre enn eller lik 300 m. Dersom fellestangenten mellom de to sirkelkurvene i en S-kurve er kortere enn to ganger fartsgrenseverdien, regnes ikke den korte rettlinjen som nabokurve. Sirkelkurvene blir da nabokurver (Statens vegvesen, 2019, s. 31).



Figur 3.8: Krav til nabokurver

Figur 12. Krav til nabokurver (Statens vegvesen, 2019, s. 31).

Minste tillatte vertikalkurveradius bestemmes ut ifra følgende formler:

$$\text{Høgbrekk: } R_{v,min} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{L_k}{\sqrt{a_1 + \sqrt{a_2(3)}}} \right)^2 \quad \text{Lavbrekk: } R_{v,min} = \frac{v^2}{12,96 \cdot a_v} = 0,0772 \cdot \frac{v^2}{a_v}$$

hvor,

a_1 = Øyehøyde

a_2 = Objekthøyde og beregningsmessig objekthøyde

a_3 = Kjøretøyhøyde og beregningsmessig kjøretøyhøyde

For enfeltsveg benyttes a_3 ettersom høgbrekk dimensjoneres for møtesikt. De beregnede verdiene avrundes til nærmeste 100 m (Statens vegvesen, 2019, s. 35-36).

Fv. 6328 klassifiseres som en L1- og L2-veg, på bakgrunn av ÅDT og fartsgrense (ref. kap. 2.1.1 & 2.1.3). Prosjekteringstabellene 3,8, 3,9 og 3,10 fra N100 vil derfor benyttes i arbeidet med oppgaven (tabell 4, 5 & 6) (Statens vegvesen, 2021b, 35 & 55).

Tabell 4. Prosjekteringstabell for Hø1. Tabellen benyttes for prosjektering av LI-veger når fartsgrensen er 80 km/t (Statens vegvesen, 2021b, s. 53).

Tabell 3.8 — Prosjekteringstabell for Hø1 ved gjennomgående utbedring.

R _h	Horisontalkurvatur						Vertikalkurvatur				
	Nabokurve		Klotoide	Siktlengde			R _{v,høy}	R _{v,høy}	R _{v,lav}	Overhøyde	Stigning
	Min	Maks	Min	Stopp	Møte 1- feltsveg	Forbi	Min 2- feltsveg	Min 1- feltsveg	Min	e	Maks
175	175	250	105	105	220	450	1700	5200	1000	8,0	8,0
200	175	300	110	105	220	450	1700	5200	1000	8,0	8,0
225	175	350	115	105	220	450	1700	5200	1000	8,0	8,0
250	175	400	125	105	220	450	1700	5200	1000	8,0	8,0
275	180	550	130	105	220	450	1700	5200	1000	8,0	8,0
300	200		135	105	220	450	1700	5200	1000	8,0	8,0
350	225		140	105	220	450	1700	5200	1000	7,6	8,0
400	250		150	105	220	450	1700	5200	1000	7,3	8,0
450	270		155	105	220	450	1700	5200	1000	6,9	8,0
500	270		155	105	220	450	1700	5200	1000	6,5	8,0
550	275		160	105	220	450	1700	5200	1000	6,2	8,0
600	280		160	105	220	450	1700	5200	1000	5,8	8,0
700	290		165	105	220	450	1700	5200	1000	5,1	8,0
800	290		165	105	220	450	1700	5200	1000	4,4	8,0
900	290		165	105	220	450	1700	5200	1000	3,7	8,0
≥ 1000	300		165	105	220	450	1700	5200	1000	3,0	8,0

Tabell 5. Prosjekteringstabell for Hø2. Tabellen benyttes for prosjektering av LI-veger når fartsgrensen er 60 km/t (Statens vegvesen, 2021b, s. 55).

Tabell 3.9 — Prosjekteringstabell for Hø2.

R _h	Horisontalkurvatur		Vertikalkurvatur			
	Klotoide	Siktlengde	R _{v,høy}	R _{v,lav}	Overhøyde	Stigning
	Min	Stopp	Min	Min	e	Maks
125	75	65	900	600	8,0	6,0
150	85	65	900	600	8,0	6,0
175	90	65	900	600	8,0	6,0
200	100	70	1000	600	8,0	6,0
225	105	70	1000	600	8,0	6,0
250	110	70	1000	600	8,0	6,0
275	115	70	1000	600	8,0	6,0
300	120	70	1000	600	8,0	6,0
350	125	70	1000	600	7,6	6,0
400	135	70	1000	600	7,3	6,0
450	140	70	1000	600	6,9	6,0
500	140	70	1000	600	6,5	6,0
550	145	70	1000	600	6,2	6,0
600	145	70	1000	600	5,8	6,0
700	150	70	1000	600	5,1	6,0
800	150	70	1000	600	4,4	6,0
900	150	70	1000	700	3,7	6,0
≥ 1000	150	75	1200	700	3,0	6,0

Tabell 6. Linjeføring for øvrige lokalveger (Statens vegvesen, 2021b, s. 60).

Tabell 3.10 — Linjeføring for øvrige lokalveger, L2.

Minste horisontalkurveradius	60 m
Stopsikt	45 m
Møtesikt	100 m
Minste høybrekksradius	1100 m
Minste lavbrekksradius	400 m
Maksimal overhøyde	8 %
Maksimal stigning	8 %
Største resulterende fall	11 %
Minste resulterende fall	2 %

3.2 Romkurver

I henhold til V120 bør en veg formes slik at vegens videre forløp kommer tydelig frem. Å sikre god optisk informasjon oppnås ved å gi vegen jevn og rytmisk utforming. Følgende kurvekombinasjoner bør unngås:

1. Kort lavbrekkskurve midt i en slak horisontalkurve. Denne kombinasjonen gjør at horisontalkurven fremtrer usammenhengende.
2. Krapp vertikalkurvatur opptrer sammen med slak horisontalkurvatur. Denne kombinasjonen gjør at vegens forløp kommer stykkevis til syne, dersom endringene i vertikalplanet er store.
3. Vertikalkurvaturen endrer krumning samtidig som horisontalkurvaturen endrer krumning. Dette kan gjøre at vegens forløp ikke kommer tydelig frem.

(Statens vegvesen, 2019, s. 37-39).

3.3 Sikt

Kravet til forbikjøringssikt bestemmes fra tabell 4.13 i N100, basert på ÅDT og om det er ny veg eller utbedringsarbeid. Siden fv. 6328 er et prosjekt under utbedring, og ÅDT er mellom 20-600, vil det ikke være krav til forbikjøringssikt (tabell 7) (Statens vegvesen, 2021b, s. 100).

Tabell 7. Tabell som viser krav til forbikjøringssikt for øvrige hovedveger med fartsgrense 80 km/t (Statens vegvesen, 2021b, s. 100).

Tabell 4.13 — Krav til forbikjøring for øvrige hovedveger med fartsgrense 80 km/t.

ÅDT	Ny veg	Utbedring
< 500	Ingen krav	Ingen krav
500-1 500	Minst 1 forbikjøringsmulighet pr. 10 km	Ingen krav
1 500-4 000	Minst 1 forbikjøringsmulighet pr. 10 km	Minst 1 forbikjøringsmulighet pr. 10 km

For L1-veger bestemmes møtesikt ut ifra prosjekteringstabell 3.7 i N100 (tabell 8). Kravet til stoppsikt avhenger av fartsgrensen på stedet og prosjekteringstabell 3.8 eller 3.9 i N100 legges til grunn (tabell 4 & 5). Tabell 3.8 benyttes ved fartsgrense 80 km/t og tabell 3.9 benyttes ved fartsgrense 60 km/t. Ved vurdering av møte- og stoppsiktkrav benyttes horisontalkurveardien som inndata. For L2-veger legges tabell 3.10 i N100 (tabell 6) til grunn for å bestemme stopp- og møtesikt. Som for L1-veger stilles det ikke krav til forbikjøringssikt (Statens vegvesen, 2021b, s. 58).

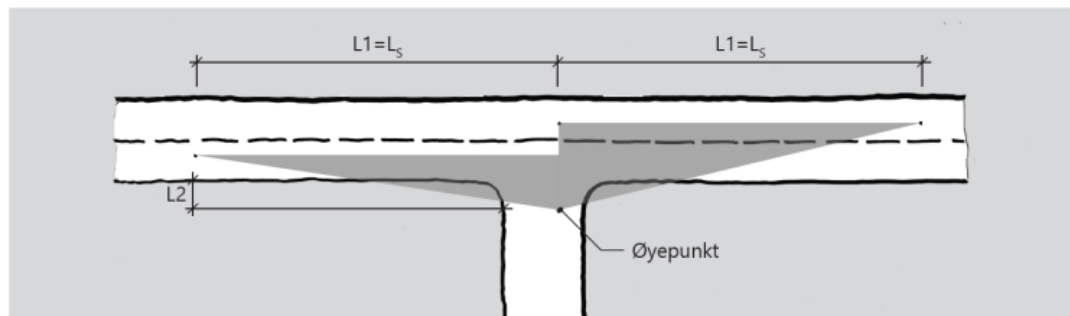
Tabell 8. Prosjekteringstabell for Hø1 veger. Tabellen brukes for å bestemme møtesikten for LI-veger (Statens vegvesen, 2021b, s. 49).

Tabell 3.7 — Prosjekteringstabell for Hø1.

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

For å kontrollere sikt i avkjørsler benyttes sikttrekanten. Sikttrekantens inndata er stoppsikten på strekningen, fartsgrense og ÅDT i avkjørsel (figur 13). Innenfor sikttrekanten skal sikthindringer ikke være høyere enn 0,5 m. Dette kan være vegetasjon, sideterreng eller andre hinder. Enkeltstående objekter som trær kan stå i sikttrekanten (Statens vegvesen, 2021c, s. 83-84).

For avkjørsler skal sikt sikres i henhold til [Figur 4.27](#) og [Tabell 4.6](#)



Figur 4.27 — Siktkrav i avkjørsler (L2 måles fra kantlinje).

Tabell 4.6 — Siktkrav i avkjørsler, L2.

Trafikkmengde i avkjørsel	Fartsgrense 30 og 40 km/t	Fartsgrense 50 og 60 km/t	Fartsgrense 80 og 90 km/t
ÅDT < 50	3	4	6
ÅDT > 50	4	6	8

Figur 13. Figur fra N100 som viser prinsippet for sikttrekant i avkjørsler (Statens vegvesen, 2021b, s. 84).

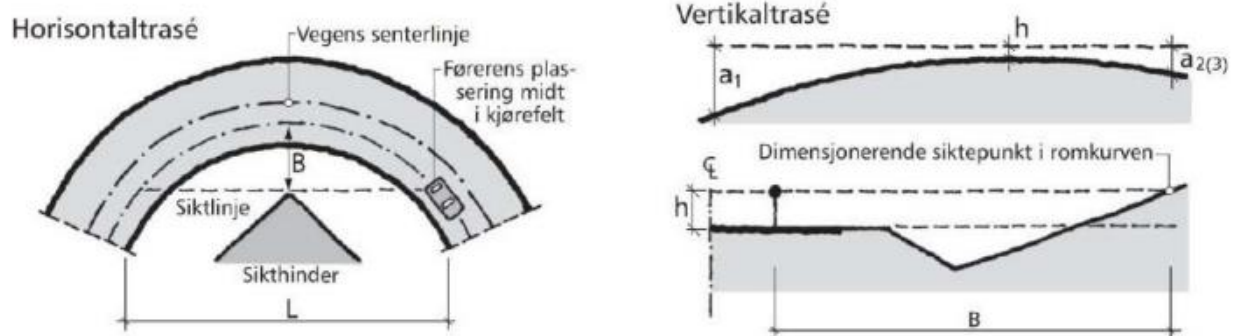
Inndata for siktkontroll i horisontalkurver er siktkravet i kurven (L). For å kontrollere sikten tegnes linjen L inn i kurven for å avgjøre om den krysser sideterrenget eller blokkerende vegetasjon med en avstand B fra førerens plassering midt i kjørefeltet (figur 14). Verdien B leses av fra tabell 5.1 i V120. Er avstanden B kortere enn oppgitt B for den aktuelle kurveradien og siktlengden er siktkravet ikke tilfredsstilt (Statens vegvesen, 2019, s. 50).

For å utføre siktkontroll av vertikalkurver brukes dimensjoneringstabellene 3. 8 og 3.9 (tabell 4 & 5) for L1-veger og tabell 3.10 (tabell 6) for L2-veger fra N100. Disse tabellene stiller krav til minste tillatte vertikalkurve i høgbrekkskurver (Statens vegvesen, 2021b, s. 53-60).

Minste tillatte høgbrekksradius er oppsummert under:

- minste høgbrekksradius for fartsgrense 60 km/t på L1-veger: $R_{v,høy} = 1000$ m
- minste høgbrekksradius for fartsgrense 80 km/t på L1-veger: $R_{v,høy} = 1700$ m
- minste høgbrekksradius for L2-veger: $R_{v,høy} = 1100$ m

Hvis høgbrekke har mindre radius enn kravene fra dimensjoneringstabellene, er det konkludert med at vertikalkurvaturen har for dårlig sikt.



Figur 5.1: Prinsippskisse for siktkontroll

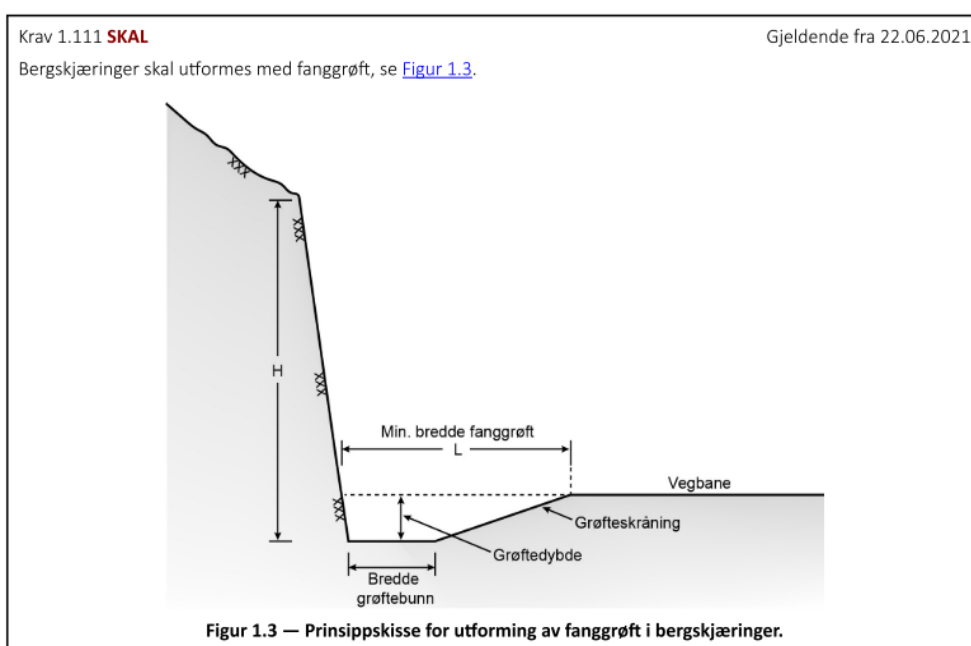
Figur 14. Figuren viser en prinsippskisse for siktkontroll (Statens vegvesen, 2019, s.52).

3.4 Sideterreng

Bergskjæringer

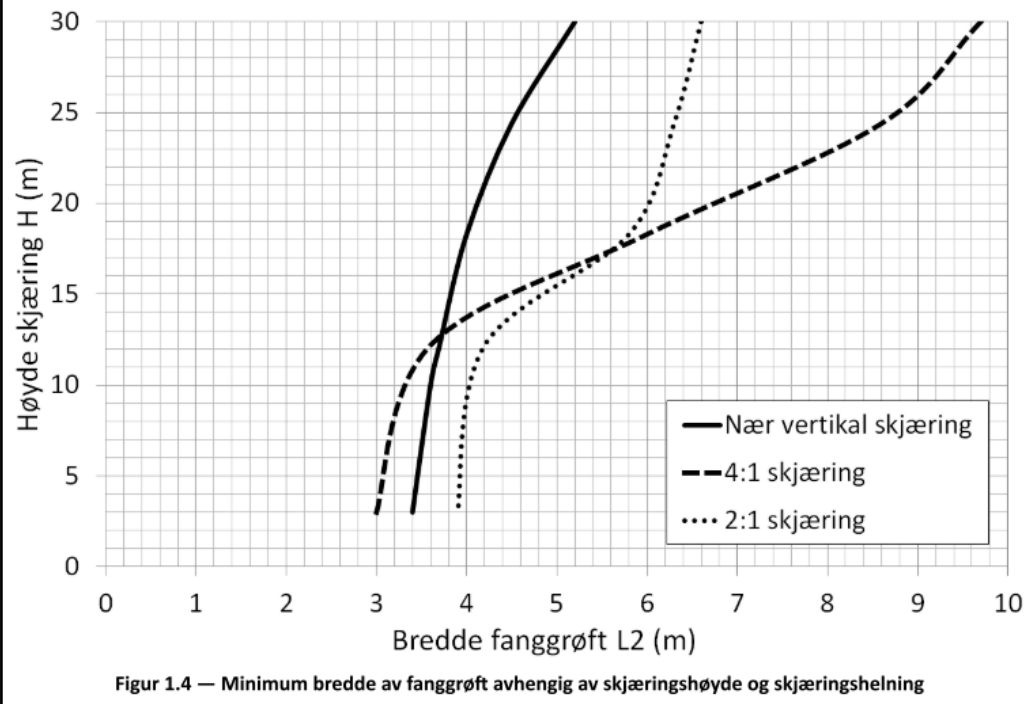
Krav til utforming av bergskjæringer er omtalt i N200. Bergskjæringens helning og utforming skal tilpasses geologi, landskap og grunnvann. Er helningen slakere enn 10:1 skal det dokumenteres at sikkerhet mot steinsprang ivaretas (Statens vegvesen, 2021c, s. 48).

I henhold til krav 1.111 skal alle bergskjæringer utformes med fanggrøft, for å sikre mot steinsprang (figur 15). Bredden på fanggrøften avhenger av bergskjæringens høyde og helning, og bestemmes ut fra figur 1.4 i N200 (figur 16) (Statens vegvesen, 2021c, s. 48-49).



Figur 15. Figur fra N200 som viser prinsippet for utforming av fanggrøft. Bredden på fanggrøften måles fra topp grøfteskråning til grøftebunn møter bergskjæringen minimum (Statens vegvesen, 2021c, s. 48).

Minimumsbredde på fanggrøft for steinnedfall (L) skal dimensjoneres i henhold til [Figur 1.4](#).



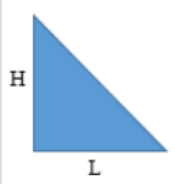
Figur 16. Figur fra N200 som viser minimum bredde på fanggrøft for bergskjæringer basert på skjæringshøyde og helning (Statens vegvesen, 2021c, s. 49).

Jordskjæring

Jordskjæringers tillatte helningsvinkel avgjøres av løsmassene skråningen består av og om det er utført sikringstiltak på overflaten. De tillatte skråningshelningene er gitt av krav 1.240 i N200 og vises i tabellen under (tabell 9) (Statens vegvesen, 2021c, s. 71).

Tabell 9. Største skråningshelning for skjæring (Statens vegvesen, 2021c, s. 71).

Tabell 1.17 — Største skråningshelning for skjæring

Grunnforhold		Største skråningshelning (H:L)	
		Uten sikringstiltak	Med sikringstiltak (overflate-tiltak)
			
Stein		1:1,5	1:1,5
Grus		1:2	1:1,5
Sand $C_u > 5$		1:2	1:1,5
Finsand, silt	tørr	1:3	1:2
	lagdelt	<u>a</u>	<u>a</u>
	vannmettet	<u>a</u>	<u>a</u>
Leire	skjæringsdybde 0-10 m	1:3 <u>b</u>	1:2 <u>b</u>
	skjæringsdybde > 10 m	1:3 <u>b</u>	1:2 <u>b</u>
Morene		1:2,5 <u>c</u>	1:2 <u>c</u>
	lagdeling og grunnvannsuttrekk	<u>d</u>	<u>d</u>

a Ved lagdelt og/eller vannmettet finsand/silt vurderes skråningshelning spesielt. Profilet vurderes og dokumenteres i sammenheng med sikringstiltak.

b Tilstrekkelig sikkerhet mot dyperegående glidninger undersøkes og dokumenteres.

c En brattere helning kan aksepteres dersom masser, lagdeling og vannuttrekk tilsier at det vil være stabilt. En slik vurdering dokumenteres

d Ved lagdeling og grunnvannsuttrekk vurderes og dokumenteres behovet for sikringstiltak spesielt.

Fylling

Tillatt skråningshelning for fyllinger avgjøres av materialene i vegfyllingen. De tillatte skråningshellingene er gitt av krav 1.254 i N200 og vises i tabellen under (tabell 10) (Statens vegvesen, 2021c, s. 75).

Tabell 10. Største skråningshelning for vegfyllinger (Statens vegvesen, 2021c, s. 75).

Krav 1.254 **SKAL** Gjeldende fra 22.06.2021

[Tabell 1.18](#) og [Figur 1.13](#) viser de største skråningshellingene som skal benyttes.

Tabell 1.18 — Største skråningshelning for vegfyllinger

Materialer	Største skråningshelning
Stein	1: 1,5 <u>a</u>
Grus	1:1,5
Sand	1:2
Finsand/silt	1:3
Leire	Se Figur 1.13
Morene	1:2 <u>b</u>

a Fylling av sprengt stein kan legges ut med helning inntil 1:1,25. Dette forutsetter lagvis utlegging og stein med egnet form og størrelse i skråningsflaten.

b Slakere helning vurderes ut fra korngradering og finstoffinnhold.

3.5 Sikkerhetssone og rekkverk

Fartsgrense ≥ 60 km/t

Behovet for sikring mot sideterreng og faremomenter bestemmes ut fra sikkerhetssonen. Fartsgrensen for fv. 6328 er større eller lik 60 km/t (ref. kap. 2.1.3) og krav 2.2-1 fra N101 for utregning av sikkerhetssonen bredde (S) vil gjelde. Sikkerhetssonen er da summen av sikkerhetsavstanden (A) og tillegg T1, T2 og T3 (Statens vegvesen, 2022c, s. 22). Det er kun tillegg T1 og T2 som inntreffer i denne oppgaven, tillegg T3 vil derfor ikke omtales ytterligere.

Sikkerhetssonen er premissgivende for prosjektering av vegens sideterreng og vurdering av trafikksikkerhetstiltak. Bredden S måles fra kjørebaneanten og vinkelrett ut i vegens sideterreng (Statens vegvesen, 2022c s. 23). Hvordan sikkerhetssonen beregnes er presentert i tabell 11.

Tabell 11. Beregning av sikkerhetssonens bredde, S (Statens vegvesen, 2022v, s. 23).

S = A + T1 + T2 + T3			
A, sikkerhetsavstand	Bestemt ut fra ÅDT og fartsgrense på stedet		
T1, tillegg ved ytterkurve	Horisontalkurveradius se tabell 2.2	T1 = 2 m	
T2, tillegg ved fallende terreng	1:4 eller slakere ($\leq 1:4$)	T2 = 0 m	
	Brattere enn 1:4 ($>1:4$)	T2 = 3 x SH	
T3, øvrige tillegg	Motgående kjørebane / parallell sideveg	ÅDT ≤ 100	T3 = 0
		ÅDT 100-3000	T3 = 0,5 x A
		ÅDT > 3000	T3 = A
	Veg krysser over annen veg eller G/S-veg		T3 = 0,5 x A
	Skinnegående trafikk går langs eller krysser under		T3 = A
Oppholdsarealer		T3 = 0,5 x A	
Spesielle anlegg		T3 = 0,5 x A	
Redusert bredde ved stigende terreng	Beregnes frem til 2,0 m over vegbanenivået		

Sikkerhetsavstanden (A) bestemmes på bakgrunn av ÅDT og fartsgrense, og er den faste delen av sikkerhetssonens bredde (tabell 12) (Statens vegvesen, 2022c, s. 23).

Tabell 12. Krav til sikkerhetsavstand langs en veg (Statens vegvesen, 2022c, s.23).

Krav 2.2.1—1 SKAL		Gjeldende fra 04.04.2022		
Sikkerhetsavstanden skal være i henhold til tabell 2.2.				
Tabell 2.2.1—1 — Krav til sikkerhetsavstand (A) langs en veg				
ÅDT	Fartsgrense			
	60 km/t	70 og 80 km/t	90 km/t	100–110 km/t
0–1500	3 m	5 m	6 m	11 m
1500–4000	4 m	6 m	7 m	
4000–12000	5 m	7 m	8 m	
>12000	6 m ^a	8 m	10 m	
a For eksisterende veger og gater bygd før 2011 kan 5 meter benyttes i stedet for 6 meter.				

Tillegg T1 skal legges til sikkerhetssonen (S) dersom horisontalkurveradiusen er mindre enn radien i tabell 2.2.2-1 (tabell 13). Tillegget gjelder minst 50 meter før og etter ytterkurver (Statens vegvesen, 2022c, s. 24).

Tabell 13. Grenseverdier for horisontalkurveradius ved bruk av tillegg T1 (Statens vegvesen, 2022c, s.24).

Krav 2.2.2—1 SKAL		Gjeldende fra 04.04.2022			
Tillegg T1 = 2 m skal legges til sikkerhetsavstanden dersom vegens horisontalkurveradius er mindre enn radien i Tabell 2.2.2—1 . Tillegg T1 skal gjelde minst 50 meter før og etter ytterkurver.					
Tabell 2.2.2—1 — Grenseverdier for horisontalkurveradius ved bruk av tillegg T1					
Horisontalkurveradius	Fartsgrense				
	60 km/t	70 og 80 km/t	90 km/t	100 km/t	≥ 110 km/t
Radius	< 175 m	< 300 m	< 400 m	< 700 m	800 m

Tillegg T2 skal legges til sikkerhetssonen (S) ved fallende terreng der toppen av skråningen ligger innenfor sikkerhetsavstanden (A). Skråningshelninger med helning større enn 1:4 gir et tillegg på 3 ganger skråningshøyden (figur 17). Skråningshøyden måles fra skråningstoppen til skråningsfoten (Statens vegvesen, 2022c, s. 24-25).

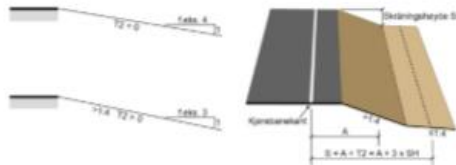
Krav 2.2.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 04.04.2022

Tillegg T2 skal beregnes som tre ganger skråningshøyden (SH), se [Tabell 2.2.3—1](#) og [Figur 2.2.3—2](#). Skråningshøyden måles mellom skråningstoppen og skråningsfoten.

Tabell 2.2.3—1 — Tillegg T2 til sikkerhetsavstanden ved fallende terreng

Skråningens fall	Tillegg T2
1:4 eller slakere	$T2 = 0$
Brattere enn 1:4	$T2 = 3 \times SH$



Figur 2.2.3—2 — Eksempel på beregning av tillegg T2 ved fallende terreng

Figur 17. Figuren viser hvor stort tillegget T2 skal være med hensyn til skråningshelning (Statens vegvesen, 2022c, s. 24-25).

Innenfor sikkerhetssonen bestemmes behovet for sikring mot fallende sideterreng med rekkverk ut fra skråningshelning, skråningshøyden og fartsgrensen (tabell 14). Ved skråningshelning brattere enn 1:2 skal skråningen slakes ut eller beskyttes med rekkverk. For skåningsvikler slakere 1:4 vil det ikke inntreffe rekkverksbehov (Statens vegvesen, 2022c, s. 30-31).

Tabell 14. Største tillatte skråningshøyde uten bruk av rekkverk (Statens vegvesen, 2022c, s.31).

Krav 3.2.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 04.04.2022

Tabell 3.2.1—2 — Største tillatte skråningshøyde (SH) uten bruk av rekkverk

Skråningshelning ^a	Skråningshøyde (SH)		
	Fartsgrense ≤ 60 km/t	Fartsgrense 70 og 80 km/t	Fartsgrense 90 – 110 km/t
1:4 < helning ≤ 1:3	5,0 m	4,0 m	3,0 m
1:3 < helning ≤ 1:2	4,0 m	3,0 m	0,0 m

^a For steder med varierende skråningshelning beregnes gjennomsnittshelning og høyde for de deler av skråningen som er brattere enn 1:4

Sikring mot farlige sidehinder innenfor sikkerhetssonen skal gjøres med rekkverk eller støtputer. Sidehinder som er unntatt sikring er oppsummert i figur 18. Krav til rekkverk inntreffer også hvis elver eller vann med dybde større enn 0,5 m befinner seg innenfor sikkerhetssonen (krav 3.3.4-1 i N101) (Statens vegvesen, 2022c, s. 35 & 37).

Krav 3.3.1—1 SKAL

Gjeldende fra 04.04.2022

Rekkverk eller støtpute skal benyttes som sikring ved faremomenter innenfor sikkerhetssonen. Følgende objekter tillates innenfor sikkerhetssonen:

- langsgående hindre, som for eksempel støttemurer, med utstikkende kanter på ≤ 10 cm på veg med fartsgrense ≤ 90 km/t
- bergskjæring med utstikkende kanter på ≤ 30 cm innenfor prosjektert profil (referanselinje). Dette gjelder for nederste 4,0 m av synlig bergskjæring. Gjelder kun for skråninger $\leq 1:4$, se kapittel [3.2.2](#) punkt b
- ettergivende konstruksjoner som er testet i henhold til NS-EN 12767 [\[21\]](#)
- faste elementer utformet uten skarpe kanter som stikker ≤ 15 cm over terrenget
- overvannsystemer som er utformet slik at kjøretøyer kan kjøre over dem på en trygg måte
- grøfteavslutninger og overganger mellom ulike dreneringssystemer i henhold til [Tabell 3.2.2—1](#)
- avslutning av skjæringskråninger i henhold til [Tabell 3.2.2—3](#)

Figur 18. Figuren lister opp objekter som tillates innenfor sikkerhetssonen uten sikring med rekkverk eller støtputer (Statens vegvesen, 2022c, s.35).

Fartsgrense ≤ 50 km/t

Sikkerhetssonen for avkjørsel L2-veg beregnes med forutsetningen at fartsgrensen er ≤ 50 km/t. Beregningen utføres med følgende formel (Statens vegvesen, 2022, s. 27):

$S = A + T1 + T2 + T4$, hvor:

$A = 2,5$ m (Statens vegvesen, 2022, s. 28).

$T1 = 2$ m, inkluderes dersom $R_h < 60$ m (Statens vegvesen, 2022, s. 28).

$T2 = 3 \cdot SH$, inkluderes dersom topp av skråning med helning brattere enn 1:4 ligger innenfor sikkerhetsavstanden (Statens vegvesen, 2022, s. 28)

$T4 = 0,5 \cdot A$, ingen av kriteriene for å inkludere $T4$ er oppfylt (Statens vegvesen, 2022, s. 28).

Vegnormal 101 tillater følgende skråningshøyder (Statens vegvesen, 2022, s. 31):

- 5,0 meter, dersom skråningshelning er i intervallet $1:4 < \text{helning (til og med tegn)} < 1:3$
- 4,0 meter, dersom skråningshelning er i intervallet $1:3 < \text{helning (til og med tegn)} < 1:2$

3.6 Drenering

Hensikten med drenerings-/ vannhåndteringssystemer er, i henhold til N200, å sikre:

- Planlagt bæreevne for vegen
- Mot skader ved oversvømmelse
- Avrenning fra kjørebane og vegens sideterreng
- At vannforekomster beskyttes mot forurensning fra veg
- Vandringsmuligheter/fri passasje for fisk, amfibier og småvilt.

(Statens vegvesen, 2021c, s. 96).

Valg av dreneringssystem baserer seg på ÅDT og fartsgrense. I henhold til tabell 2.12 i N200 er den anbefalte løsningen åpen drenering (tabell 15) for fv. 6328 da ÅDT er under 1500 og fartsgrensen er 80 km/t eller lavere (ref. kap. 2.1.1 & 2.1.3) (Statens vegvesen, 2021c, s. 116).

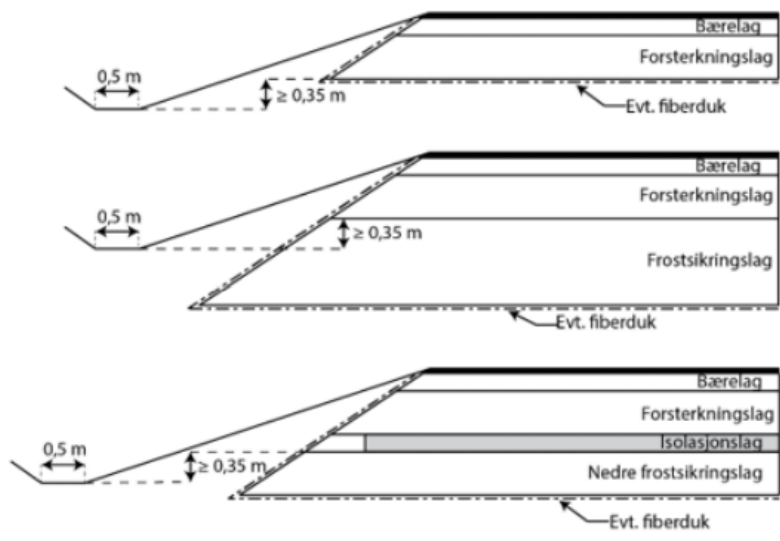
Tabell 15. Anbefalt valg av drenering med hensyn på fartsgrense og ÅDT (Statens vegvesen, 2021c, s. 116).

Anbefaling for valg av dreneringssystem ut fra ÅDT og fartsgrense er gitt i [Tabell 2.12](#).

Tabell 2.12 — Anbefalt dreneringssystem

Fartsgrense	≤ 80 km/t			≥ 90 km/t
	≤ 1500	1500 – 5000	≥ 5000	Alle
ÅDT	≤ 1500	1500 – 5000	≥ 5000	Alle
Dreneringssystem	Åpen	Åpen/lukket	Lukket	Lukket

Når sidegrøfter med åpen drenering brukes, skal grøftebunnen ligge minst 0,35 m under forsterkningslaget (figur 19) i overbygningen. Helningen på grøfteskråningene bestemmes også på bakgrunn av ÅDT og fartsgrense. For fv. 6328 vil kravet til helningen på grøfteskråningen være 1:2-1:5 i løsmasser og 1:4-1:5 i berg. Det stilles også krav til grøftebunnens bredde. I henhold til N200 krav 2.57 skal grøftebunnen være minst 0,5 m bred (figur 19) (Statens vegvesen, 2021c, s. 117).



Figur 2.14 — Åpen drengroft ved ulike overbygninger

Figur 19. Figuren viser løsning for åpen drengroft ved ulike overbygninger (Statens vegvesen, 2021c, s. 117).

Ved bruk av åpent grøftesystem vil det være behov for gjennomløp gjennom vegkroppen. I henhold til krav 2.23 i N200 skal gjennomløp i veger og gater ha en indre dimensjon på minst 600 mm, 400 mm gjennom adkomstveger og gang/sykkelveger og 300 mm gjennom avkjørsler (tabell 16). Minstekravet er av hensyn til drift og vedlikehold av gjennomløpene. Det godtas et avvik på 5 % fra de gitte dimensjonene (Statens vegvesen, 2021c, s. 106).

Tabell 16. Tabell fra N200 som viser anbefalt minimumsdiameter for gjennomløp, med hensyn på drift og vedlikehold (Statens vegvesen, 2021c, s. 106).

Tabell 2.7 — Minimumsdimensjoner for gjennomløp

Vegtype	Minimumsdimensjon - D _{min}
Veger og gater	600 mm
Adkomstveger og gang- og sykkelveger	400 mm
Avkjørsler	300 mm

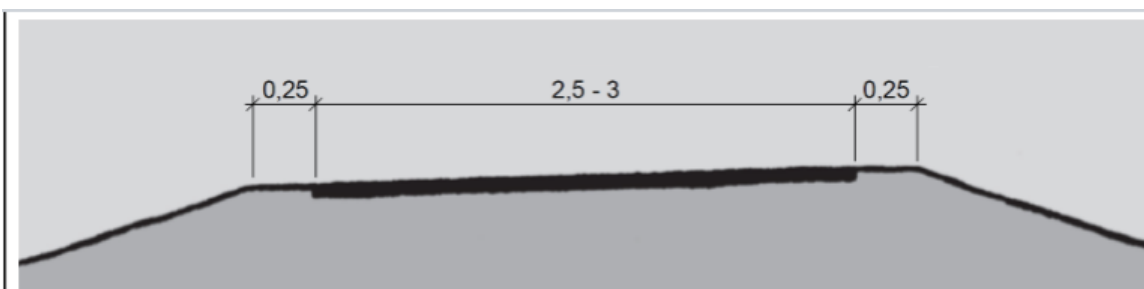
3.7 Fortau og gang- og sykkelveg

I N100 anbefales det å etablere fortau i sentrumsområder der fartsgrensen er 50 km/t eller lavere. Fartsgrensen i Årnes sentrum er 30 km/t (ref. kap. 2.1.3). Fortauet kan etableres både to- og ensidig, avhengig av bebyggelsen. Krav 2.25 sier at fortau skal utformes med avvisende kantstein for å skille mellom kjørebane og fortauet (Statens vegvesen, 2021b, s. 17). Kantsteinhøyde skal være minst 10 cm (Statens vegvesen, 2021b, s. 97).

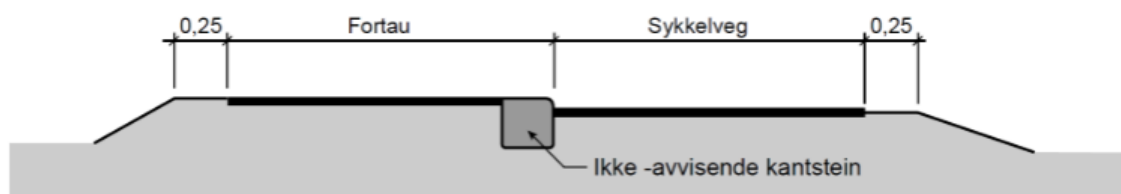
Fortau deles inn i ulike soner/arealer; kantsteinsone, møbleringssone, ferdselsareal og veggsoner. Av disse sonene er det krav til at ferdselsarealet har en minimumsbredde på 2 m, som å gi plass til maskinell snørydding. Det stilles også krav til bredden på kantsteinsonen. Denne skal være minimum 0,5 m bred. Dersom fortauet har møbleringssone, skal ferdselsarealet økes til en minimumsbredde på 2 m (Statens vegvesen, 2021b, s. 18).

For L1-veger skal det etableres egen parallellført gang- og/eller sykkelveg, eller være tilbud for gang- og sykkeltrafikk på lokalt vegnett. Dette kravet gjelder hvis $\text{ÅDT} > 1000$, potensialet for antall gående og syklende langs vegen overskrider 50 i et normaldøgn, eller strekningen er en skoleveg (Statens vegvesen, 2021b, s. 59). Inndata for å avgjøre om det skal bygges gang- og sykkelveg eller sykkelveg med fortau, er syklende og gående per time. Antallet syklende og gående per time avgjør også bredden på løsningen (figur 20) (Statens vegvesen, 2021b, s. 85). Den minste avstanden mellom veg og gang- og/eller sykkelveg bestemmes av fartsgrensen på vegen (tabell 17).

Hvis etablering av gang- og/eller sykkelveg er vanskelig, kan det etableres utvidet vegskulder på begge sider av vegen. Bredden på vegskulderen skal da være 1,5 m bred. Denne løsningen anbefales ikke hvis vegen er skoleveg (Statens vegvesen, 2021b, s. 59). Det stilles ikke krav til gang- og/eller sykkelveg for L2-veger (Statens vegvesen, 2021b, s. 60).



Figur 4.28 — Gang- og sykkelveg (mål i m).



Figur 4.29 — Sykkelveg med fortau (mål i m).

Tabell 4.7 — Bredder for gang- og sykkelveg og sykkelveg med fortau, eksklusive skuldre (mål i m)

Syklende per time	Gående per time			
	< 15	15 - 100	100 - 200	> 200
< 15	Gang- og sykkelveg=2,5	Gang- og sykkelveg=3,0		
15 - 300	Gang- og sykkelveg=3,0	Sykkelveg=2,5 Fortau=1,5		Sykkelveg=2,5 Fortau=2,0
300 - 1500	Sykkelveg=3,0 Fortau=1,5	Sykkelveg=3,0 Fortau=2,0		
> 1500	Sykkelveg=4,0 Fortau=1,5	Sykkelveg=4,0 Fortau=2,0		Sykkelveg=4,0 Fortau=2,5

Figur 20. Figuren viser utformingen av gang- og sykkelveg basert på syklende og gående per time (Statens vegvesen, 2021b, s. 85).

Tabell 17. Tabellen viser bredde på avstand mellom vegkant og gang-og sykkelvegkant, basert på vegens fartsgrense (Statens vegvesen, 2021b, s. 86).

Fartsgrense veg (km/t)	Avstand mellom vegkant og gang-/og/eller sykkelvegkant (m)
50, 60	1,5
70, 80	3
≥ 90	Utenfor vegens sikkerhetssone, se vegnormalen N101 Rekkverk og vegens sideområder

3.8 Dekker

For å vurdere tilstanden til asfaltdekker benyttes V261, som inndeler skader på bituminøse dekker i 7 kategorier:

- | | |
|-------------------------|----------------------------------|
| 1. Langsgående sprekker | 5. Overflateskader |
| 2. Tverrgående sprekker | 6. Ujevnheter |
| 3. Krakelering | 7. Spor |
| 4. Slaghull | (Statens vegvesen, 2014b, s. 22) |

Hver skade på dekket får tilegnet en alvorlighetsgrad basert på ulike parameter tilpasset kategoriene. Alvorlighetsgraden har inndeling L (lav), M (Middels) og H (høy) (Statens vegvesen, 2014b, s. 6). De aktuelle kategoriene i den følgende rapporten er langsgående sprekker og krakelering og de andre kategoriene vil derfor ikke beskrives ytterligere i teorien.

Skadeårsaker:

1. Langsgående sprekker

De vanligste skadeårsakene for langsgående sprekker er telehiv, breddeutvidelse, svake kanter og dårlig dekkeskjøt (Statens vegvesen, 2014b, s. 15).

Langsgående sprekker nær vegkanten skyldes ofte trafikkbelastning, mens sprekker mot midten av vegbanen skyldes normalt telehiv. Telesprekker oppstår som følge av ulikt telehiv som gir tøyninger og strekkspenninger i asfaltdekket. Når spenningene er større enn strekkstyrken til asfalten dannes telesprekker. Andre årsaker til langsgående sprekkdannelse kan være forskjellig dreneringsforhold eller bruk av forskjellige materialer i tverrprofilen (Statens vegvesen, 2014b, s. 22-27).

2. Krakelering

De vanligste skadeårsakene for krakelering er ustabil bærelag, bæreevnesvikt og for tynt dekkelag. Bæreevnesvikt kan oppstå ved dårlig materialkvalitet, for små lagtykkelser og mangelfull drenering (Statens vegvesen, 2014b, s. 15).

Krakelering kan oppstå når belastningen fra trafikk er for stor satt opp mot vegens bæreevne, gjerne knyttet opp mot tungtrafikk. Belastninger fra trafikk utsetter asfaltdekket for

bøyningspåkjenninger. Det medfører vekslinger mellom strekk- og trykkpåkjenninger i topp og bunn av dekket. Krakeleringen oppstår når tøyningene er større enn utmattingssegenskapene til dekket i forhold til antall belastninger dekket utsettes for. Videre kan også dårlige dreneringsforhold redusere en vegs opprinnelig bæreevne og dermed være en årsak til krakeleringen (Statens vegvesen, 2014b, s. 34-37).

3.9 Terrengmodell i Novapoint

For detaljprosjektering av område 2 opprettes en terrengmodell i Novapoint.

Terrengmodellen baseres på grunnlagsdata supplert av Trøndelag fylkeskommune.

Grunnlagsdataene inneholder informasjon om: bygninger, høydekurver, ledninger, vann, veger og vegnett. Dataene er hentet fra Felles KartdataBase (FKB), og anses som noen av de mest detaljerte kartdataene i Norge (Berg, 2020). FKB-dataene importeres som SOSI-importer i Novapoint og danner et kartgrunnlag. Ved oppstart av prosjektet er det nødvendig å kontrollere at benyttet datum for terrengmodellen korrelerer med datumet til importene. Slik sikres det at projeksjonene er korrekte.

Det supplerte FKB-datasettet gir kun detaljerte kartdata for det som befinner seg over terrengnivå. For det som befinner seg under terrengoverflaten må modellen suppleres med andre kartlag. Dette kan for eksempel være innmålinger eller egendefinerte avgrensninger.

Når terrengmodellen er supplert med kartlag for det som ligger under terrengoverflaten, anses den som komplett nok til å benyttes videre i detaljprosjekteringen. Det kan da opprettes samleoppgaver som fungerer som beregningsgrunnlag for tegningen av vegmodellen.

4. Metode

For å utføre detaljprosjekteringen av de utvalgte problemområdene gjennomføres det først en tilstandsvurdering. For å etablere denne tilstandsvurderingen blir det i første omgang benyttet digitale ressurser, som Google Street View og NVDB, for å få en oversikt over punkter som skal vurderes, som veggeometri og sideterreng (ref. kap. 5.1). Dermed utføres en fysisk befaringsnotat. Resultater fra befaringsnotatet er fremstilt i kap. 4.2 og vedlegg D.1: *Befaringsnotat*.

Etter at tilstandsvurderingen er etablert for studieområdet, foreslås det tiltaksforslag på de samme punktene (ref. kap. 5.2). Tilstandsvurderingen blir dermed grunnlaget for detaljprosjekteringen av to utvalgte områder, som presenteres i kapittel 5. Under detaljprosjekteringen benyttes de digitale verktøyene Novapoint, AutoCAD og ArchiCAD for å tegne og utføre løsningene (ref. kap. 4.3).

4.1 Digitale ressurser

Digitale ressurser benyttes for å få et grunnlag for tilstandsvurdering og befaringsnotat, slik videre detaljprosjektering kan utføres. De digitale ressursene som brukes i oppgaven er følgende:

- Google Street View
- Google Maps
- Kart fra Norges geologiske undersøkelse (NGU)
- Kommune- og arealplaner
- Norgeskart
- NVDB og Vegkart
- Statens vegvesens håndbøker og veiledninger
- Statens vegvesens Vegbilder
- Trafikksikkerhetshåndboken

4.2 Befaring

Mandag 28. mars 2022 ble det gjennomført en befaring i Åfjord kommune. Bachelorgruppen kjørte fra Trondheim til Årnes, og hadde planlagt å møte Stian Eldnes fra Trøndelag fylkeskommune der. Eldnes ble med under befaringsdagen, og det ble totalt utført 5 stopp på fv. 6328. På forhånd hadde gruppen undersøkt hvilke områder det burde bli utført stopp på. Tabell 18 viser hva som ble observert på hvert stopp, og figur 21 viser vegkart med innlagte stopp fra befaringsdagen. Vedlegg D.1 forteller utfyllende om befaringsdagen på fv. 6328.

Tabell 18. Stopp og observasjoner under befaringsdagen på fv. 6328.

Stopp	Observasjoner/kommentarer
Stopp 1: Støvelfossen	Variierende grøftestørrelser, mye vegetasjon i grøft. Telehiv på vegen og ujevn kjørebane. Noe dekkeskader på kantene, men ubetydelige.
Stopp 2: Bølsvika	Dekkeskader. Brede og dype langsgående sprekker med lengde mellom 10 til 40 m. Litt lenger bort på stoppet ble det observert sprekker med mer eller mindre sammenhengende lengde på 180 m.
Stopp 3: Årbofossen	Området for den tidligere omtalte sprekken. Stikkrenner som graver på nedsiden av vegen har ført til utgraving på skråning. Har skjedd en utglidning, og det er konstruert <u>mottylling</u> for å stabilisere.
Stopp 4: Årbogen	Små, nesten uvesentlige grøfter. Terrengtet på oversiden glir sakte, men sikkert ut i vegbanen, og vannet renner fritt.
Stopp 5: By	Mye vann i vegen og oppsprukket dekke, overfylte grøfter. Langsgående- og tversgående sprekker i dekket, hovedsakelig langsgående. Variierende lengder.



Figur 21. Vegkart med innlagte stopp fra befaringsdagen (Statens vegvesen, 2022b).

4.3 Digitale verktøy

Digitale verktøy benyttes i prosjektoppgaven for å utføre detaljprosjekteringen. ArchiCAD benyttes for å tegne normalprofil og vegoverbygning i område 1: Sandhalsan til Torsvika (ref. kap. 6.3) (vedlegg C.1: *Normalprofil område 1: Sandhalsan til Torsvika*). Novapoint og AutoCAD benyttes for å legge om traséen i område 2: Årbofossen (ref. kap. 6.4). De digitale verktøyene som brukes i oppgaven er følgende:

- Novapoint
- AutoCAD
- ArchiCAD

5. Tilstandsvurdering og tiltaksforslag

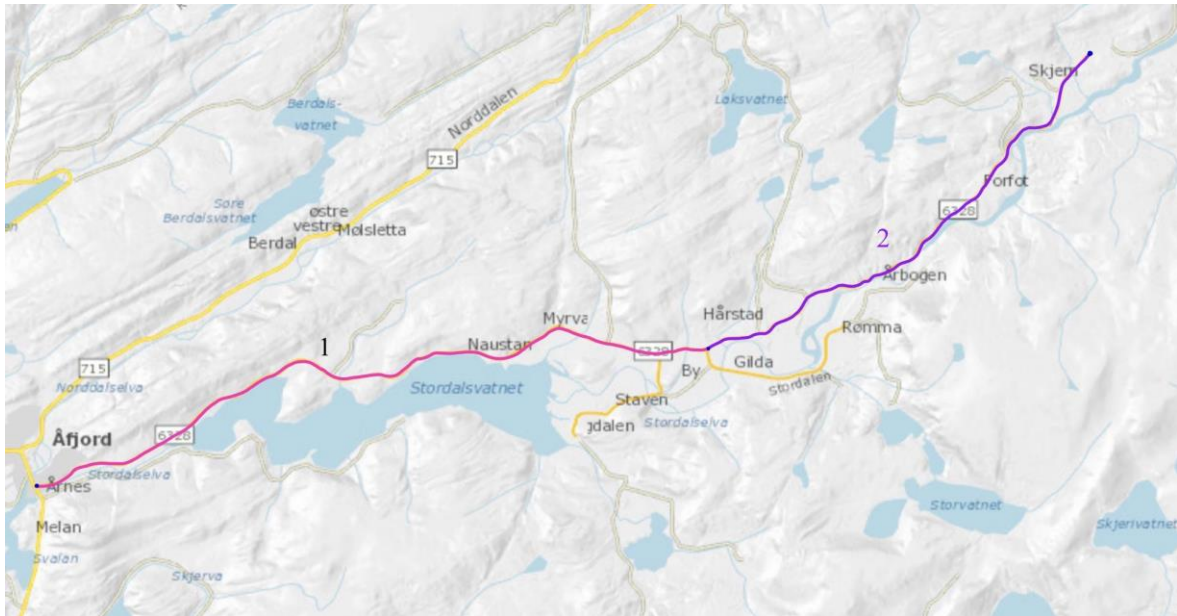
I det følgende kapitlet blir det presentert en overordnet tilstandsvurdering av fv. 6328 på strekningen Årnes til Skjern. Tilstandsvurderingen gjennomføres for å identifisere kritiske områder som skal tas videre til detaljprosjektering. Det blir foreslått utbedringstiltak for problemområdene i kapittel 5.2.

5.1 Tilstandsvurdering

I tilstandsvurderingen vil vegens veggeometri, sikt, sideterreng, drenering, løsning for gående og syklende og dekker vurderes opp mot kravene i vegnormalene N100, N101 og N200. Oppbygging av overbygning, bæreevne, spordannelse og hydrologisk avrenningsberegning er ikke tatt med i tilstandsvurderingen. Manglende vurderingspunkter er utelatt for å holde tilstandsvurderingen overordnet og fordi det mangler målinger. Eksempelvis mangler det bæreevne målinger, laboratorieundersøkelser og prøvegravinger for å identifisere hvilke masser som befinner seg i vegen.

5.1.1 Veggeometri

Strekningens ÅDT avtar når man beveger seg østover fra Årnes sentrum mot Skjern. Ved avkjøring sørover mot By blir fylkesvegens ÅDT 20 (ref. kap. 2.1.1). Av den grunn er det vurdert som naturlig å dele strekningen inn i to delstrekninger med ulik dimensjoneringsklasse; delstrekning 1: *Fra Årnes sentrum til avkjøring mot By* og delstrekning 2: *Fra avkjøring mot By til Skjern*, presentert i figur 22.



Figur 22. Figuren viser inndelingen av fv.6328 i to delstrekninger (Statens vegvesen, 2022b).

Delstrekning 1: Fra Årnes sentrum til avkjøring mot By

Fra Årnes sentrum og til avkjøringen mot By kategoriseres vegen som en lokal veg, L1 (Statens vegvesen, 2021b, s. 58). I følge N100 kan enten dimensjoneringstabell 3.8 eller 3.9 velges ut ifra hastigheten; tabell 3.8 ved 80 km/t og tabell 3.9 ved 60 km/t (tabell 4 & 5) (Statens vegvesen, 2021b, s. 53-55).

Horisontalkurvatur

Prosjekteringstabellen oppgir minsteverdier for horisontalkurvaturen til å være 175 m og 125 m (tabell 4 & 5). Dette kravet, i tillegg til nabokurvekrav, er ikke oppfylt for flere av kurvene. Kurvene som ikke oppfyller kravene i prosjekteringstabellene er oppsummert i tabell 19. Oversikt over lokasjonen til kurvene er tilgjengelig i vedlegg D.2: *Veggeometri*.

Tabell 19. Horisontalkurvaturer som overskrider krav på delstrekning 1. Tabellreferansen refererer til nummereringen i N100.

Vegsystemreferanse	Fartsgrense, dimensjonerende tabell	Krav som overskrides
FV6328 KS1D1 m689-751	60 km/t, tabell 3.9	Sirkelbuen har radius 113 m. Dette er mindre enn minstekravene i prosjekteringstabellen som er 125 m
FV6328 K S1D1 m2149-2241	80 km/t, tabell 3.8	Sirkelbuen har radius 219 m. Det påfølgende kurveelementet er en rettlinje med lengde 97 m. Det medfører at rettlinjen ikke regnes som nabokurven til sirkelbuen. Det neste kurveelementet er en sirkelbue med motsatt krumning og radius 425 m. Det gjør at nabokurvekravet overskrides ettersom rettlinjen mellom kurvene ikke regnes som nabokurve.
FV6328 K S1D1 m5631-5746	80 km/t, tabell 3.8	Sirkelbuen har radius 183 m. Det påfølgende kurveelementet er en sirkelkurve med motsatt krumning og radius 254 m. Det medfører at nabokurvekravet overskrides.
FV6328 K S1D1 m6255-6365	80 km/t, tabell 3.8	Sirkelbuen har radius 219 m. Det påfølgende kurveelementet er en rettlinje med lengde 79 m. Det medfører at rettlinjen ikke regnes som nabokurven til sirkelbuen. Det neste kurveelementet er en sirkelbue med motsatt krumning og radius 564 m. Det gjør at nabokurvekravet overskrides ettersom rettlinjen mellom kurvene ikke regnes som nabokurve.
FV6328 K S1D1 m7991-8089	80 km/t, tabell 3.8	Sirkelbuen har radius 240 m. Det påfølgende kurveelementet er en rettlinje med lengde 93 m. Det medfører at rettlinjen ikke regnes som nabokurven til sirkelbuen. Det neste kurveelementet er en sirkelbue med motsatt krumning og radius 631 m. Det gjør at nabokurvekravet overskrides ettersom rettlinjen mellom kurvene ikke regnes som nabokurve.
FV6328 K S1D1 m8488-8640	80 km/t, tabell 3.8	Sirkelbuen har radius 141 m. Denne verdien er mindre enn minste tillatte horisontalkurveradius som er 175 m

Vertikalkurvatur

I prosjekteringstabellene stilles det krav til minsteverdi for vertikalkurveradiusen i høgbrekke- og lavbrekkskurver.

- Tabell 3.8 er gjeldende er minimumskrav 1700 m og 1000 m for henholdsvis høy- og lavbrekk (tabell 4). Kravene i tabellen er uavhengig av horisontalkurveradiusen (Statens vegvesen, 2021b, s. 53).
- Tabell 3.9 (tabell 5) gjeldende krav er avhengig av horisontalkurveradiusen (Statens vegvesen, 2021b, s. 55).

Tabell 20 presenterer hvilke strekninger som ikke oppfyller minimumskravene for vertikalkurvaturen på delstrekning 1: *Fra Årnes sentrum til avkjøring mot By*.

Tabell 20. Vertikalkurvaturer som overskrider krav på delstrekning 1. Tabellreferansen refererer til nummereringen i N100.

Vegsystem-referanse	Fartsgrense, dimensjonerende tabell, horisontalkurveradius	Krav som overskrides
FV6328 K SID1 m577-643	60 km/t, tabell 3.9, (rettstrekke) <1000 m	Høgbrekkskurven har radius 822 m og ligger på et rettstrekke. Dette er mindre enn minstekravet i tabellen.
FV6328 K SID1 m3316-3425	80 km/t, tabell 3.8, horisontalkurveradiusen er ikke relevant for avlesning	Høgbrekkskurven har radius 133 m. Dette er mindre enn minstekravet i tabellen.
FV6328 K SID1 m4462-4657	60 km/t, tabell 3.9, horisontalkurveradiusen er 190 m og 201 m	Høgbrekkskurven har radius 1100. Dette overstiger minstekravet i tabellen.
FV6328 K SID1 m5095-5159	80 km/t, tabell 3.8, horisontalkurveradiusen er ikke relevant for avlesning	Høgbrekkskurven har radius 929 m. Dette er mindre enn minstekravet i tabellen.
FV6328 K SID1 m5699-5795	80 km/t, tabell 3.8, horisontalkurveradiusen er ikke relevant for avlesning	Høgbrekkskurven har radius 1433 m. Dette er mindre enn minstekravet i tabellen.
FV6328 K S2D1 m134-211	80 km/t, tabell 3.8, horisontalkurveradiusen er ikke relevant for avlesning	Lavbrekkskurve med radius 807 m. Dette er mindre enn minstekravet i tabellen.
FV6328 K S2D1 m1339-1388	60 km/t, tabell 3.9, 300 m	Lavbrekkskurve med radius 593 m. Dette er mindre enn minstekravet i tabellen.

Delstrekning 2: Fra avkjøring mot By til Skjern

Fra avkjøringen mot By og resten av strekningen mot Skjern er ÅDT 20, derfor kategoriseres vegen som en øvrig lokal veg, L2. For øvrige lokale veger legges tabell 3.10 i N100 til grunn (tabell 6) (Statens vegvesen, 2021b, s. 60).

Horisontalkurvatur

Minstekravet til horisontalkurveradius er 60 m (tabell 6). Tabell 21 viser horisontalkurvene som ikke oppnår minstekravet på delstrekning 2: *Fra avkjøring mot By til Skjern*.

Tabell 21. Horisontalkurvatur som overskrider minstekravet på delstrekning 2.

Vegsystemreferanse	Krav som overskrides
FV6328 K S2D1 m3584-3631	Sirkelbuen har kurveradius 56 m. Dette er mindre enn minsteverdien i tabellen.

Vertikalkurvatur

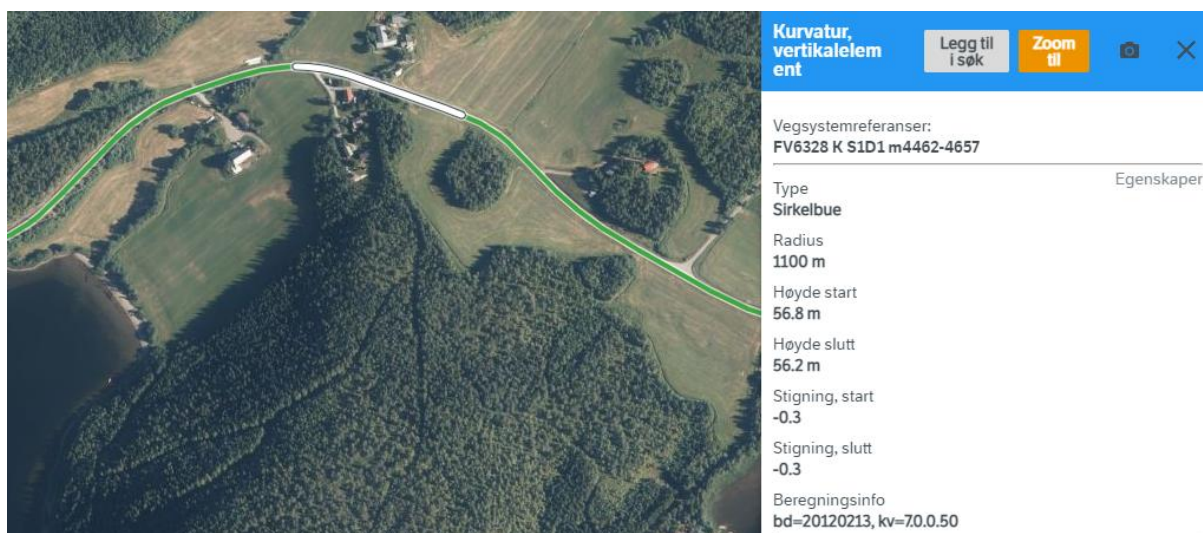
Kravene til vertikalkurveradius er minimum 1100 m og 400 m for henholdsvis høgbrekk og lavbrekk (tabell 6). Tabell 22 presenterer hvilke strekninger som ikke oppfyller minimumskravene for vertikalkurvaturen på delstrekning 2: *Fra avkjøring mot By til Skjern*.

Tabell 22. Vertikalkurvatur som overskrider minstekravet på delstrekning 2.

Vegsystemreferanse	Krav som overskrides
FV6328 K S2D1 m2299-2379	Høybrekkskurve med radius 977 m. Dette er mindre enn minsteverdien i tabellen.

Romkurven

Det observeres flere eksempler på kurvekombinasjoner som bør unngås fra Årnes til Skjern. Vertikalkurven presentert på figur 23 & bilde 1, FV6328 K S1D1 m4462-4657, er relativt kort og inntreffer i en lang horisontalkurve. Utformingen resulterer i en uoversiktlig romkurve hvor det blir vanskelig å forutse vegens videre forløp.

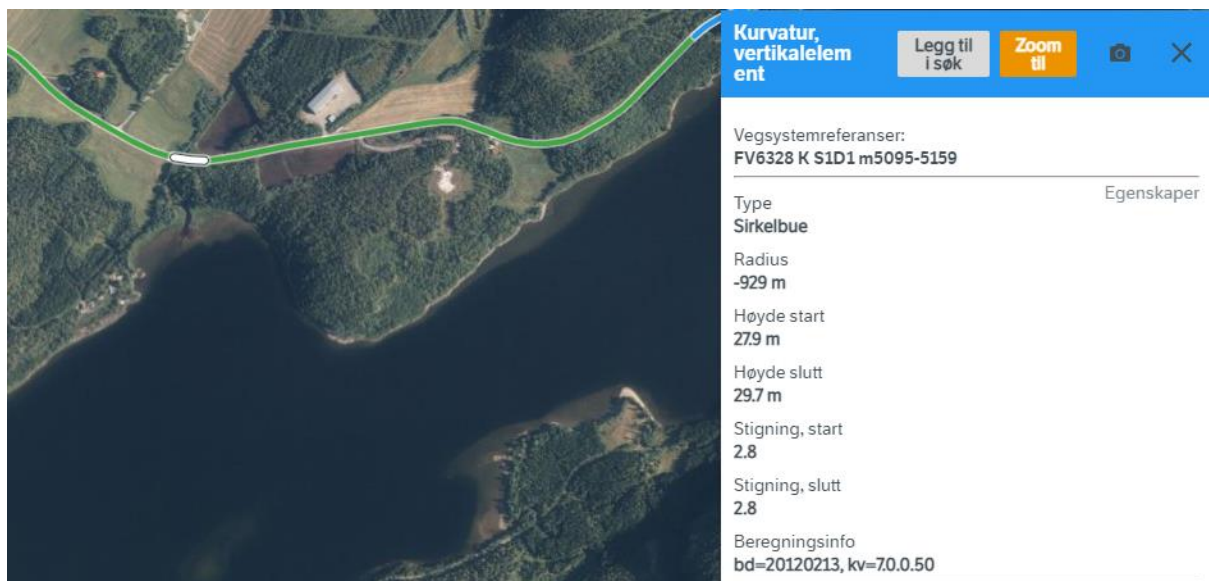


Figur 23. Figuren viser kort vertikalkurve som inntreffer i en lang horisontalkurve (Statens vegvesen, 2022b).



Bilde 1. Bildet viser hvordan kurvekombinasjonen ser ut for fører (Statens vegvesen, 2021a).

Strekningen FV6328 K S1D1 m5095-5159 på figur 24 & bilde 2 viser en krapp vertikalkurve som opptrer sammen med en slak horisontalkurve. Denne kombinasjonen fører til at små deler av vegen forsvinner for sjåførene.

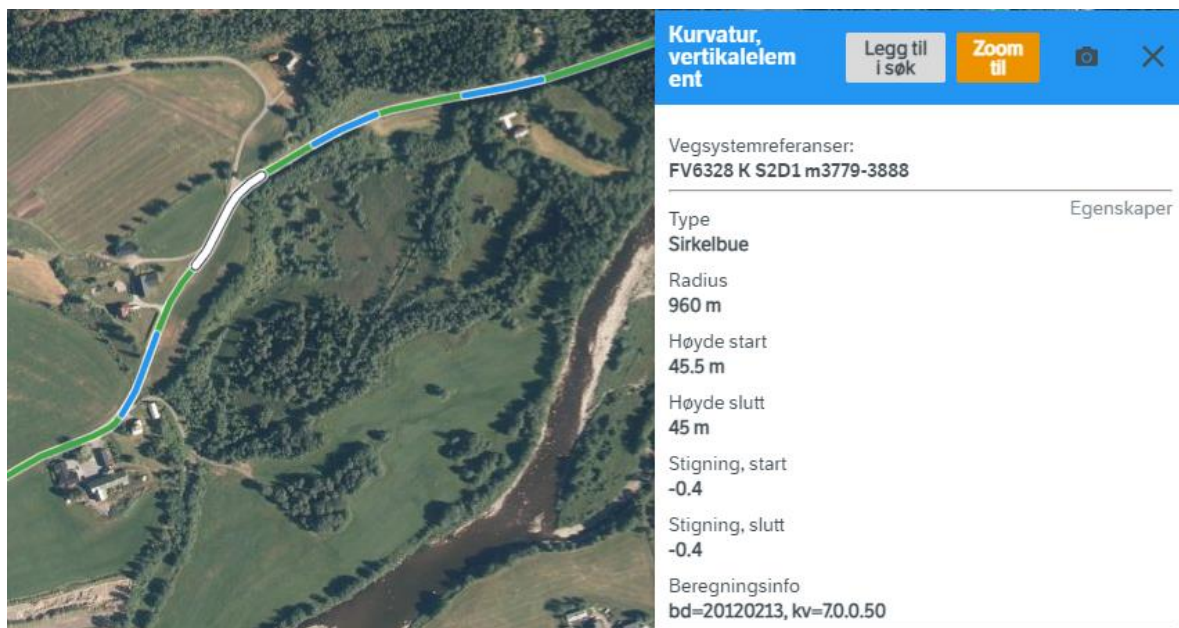


Figur 24. Figuren viser krapp vertikalkurve som opptrer sammen med en slak horisontalkurve (Statens vegvesen, 2022b).



Bilde 2. Bildet viser hvordan kurvekombinasjonen ser ut for fører (Statens vegvesen, 2021a).

Strekningen FV6328 K S2D1 m3779-3888 (figur 25 & bilde 3) viser et eksempel på endring i krumningen til vertikalkurvaturen, som inntreffer samtidig som krumningen endres i horisontalgeometrien. Dette gir et sprang i perspektivet, som fører at deler av vegen blir borte for føreren.



Figur 25. Figuren viser endring i krumning i vertikalkurvaturen som inntreffer samtidig som krumningen endre i horisontalgeometrien (Statens vegvesen, 2022b).



Bilde 3. Bildet viser hvordan krumningsendringen ser ut for fører (Statens vegvesen, 2021a).

Ettersom horisontal- og vertikalkurvaturen på strekningen vurderes ut ifra minsteverdiene i prosjekteringstabellene 3.8, 3.9 og 3.10 i N100 (tabell 4, 5 & 6), er det flere kurver der minstekravene ikke oppfylles. I tillegg er det eksempler på flere steder romkurven gir en dårlig kjørefølelse. Videre er klotoider fraværende på hele strekningen ifølge dataene tilgjengelig hos NVDB (Statens vegvesen, 2022b).

5.1.2 Sikt

N100 stiller krav til stoppsikt, møtesikt og forbikjøringssikt. Det er stedvis dårlig sikt gjennom svinger langs fv. 6328 (bilde 4). Vegens bredde varierer mellom 4,5 m (L2-veg) og 6,0 m (L1-veg) (ref. kap. 5.1.1), noe som kan oppleves som smalt og gjøre kjøreopplevelsen uhyggelig ved møtende trafikk (Statens vegvesen, 2022b).



Bilde 4. Bilde som viser sikt gjennom en sving, referansenr. FV6328 S1D1 M5660 F1 (Statens vegvesen, 2021a).

Siktkrav delstrekning 1: Fra Årnes sentrum til avkjøring mot By

Møte- og stoppsiktkravet for delstrekning 1 avhenger av horisontalkurveradiusen og fartsgrense (ref. kap 3.3), og er framlagt i tabell 1 i vedlegg D.4: *Siktkrav*.

Siktkrav delstrekning 2: Fra avkjøring mot By til Skjern

Møte- og stoppsiktkrav for delstrekning 2 er fremlagt i tabell 2 i vedlegg D.4.

Siktkrav i avkjørsler

Siktkrav i avkjørsler defineres av sikttrekanten med stoppsikt som inndata (ref. kap. 3.3). Gjeldende siktkrav er fremlagt i tabell 3 for delstrekning 1 og tabell 4 for delstrekning 2 i vedlegg D.4.

Siktkontroll

For å stipulere om vegen opprettholder siktkravene, ble det valgt å utføre en siktkontroll av vegens horisontalkurver, vertikalkurver og avkjørsler. Dette ble gjort ved å utføre en visuell utsiling ved hjelp av Google Street View, slik at kun aktuelle horisontalkurver og avkjørsler gjenstår. NVDB ble benyttet for å finne de aktuelle vertikalkurvene som ikke når kravet til høgbrekksradius (ref. kap. 3.3).

Vedlegg D.2 viser vertikalkurvaturen for Stordalsveien, mens siktkontroll for horisontalkurvene og avkjørslene er vedlagt i vedlegg D.3: *Siktkontroll*. Oppsummering av siktkontrollen vises i tabell 23, 24 & 25.

Tabell 23. Siktkontroll av horisontalkurver for fv. 6328.

Horisontalkurver	Konklusjon
Horisontalkurve 1: Kurve ved Sandhalsbukta	Stopsiktkravet på 105 m krysser sideterrenget 6,7 m inn for kjørende trafikk vestover. Kurven tilfredsstiller ikke kravet til stoppsikt.
Horisontalkurve 2: Kurve ved Stønshaugen	Stopsiktkravet på 105 m krysser sideterrenget over 7,5 m (9,9 m) inn i høyresiden. Kurven tilfredsstiller ikke kravet til stoppsikt.
Horisontalkurve 3: Kurve ved Trappholen	Stopsiktkravet på 45 m krysser sideterrenget over 2,5 m (3,8 m) inn for kjørende vestover. Kurven tilfredsstiller ikke kravet til stoppsikt.
Horisontalkurve 4: Kurve ved Årbofossen	Stopsiktkravet på 45 m krysser sideterrenget over 3,9 m (5,1 m) inn for kjørende vestover. Kurven tilfredsstiller ikke kravet til stoppsikt.

Tabell 24. Siktkontroll av vertikalkurver for fv. 6328.

Vertikalkurver	Konklusjon
Vertikalkurve 1: FV6328 L S1D1 m577-643	Høybrekkskurven har radius 822 m og ligger på et rettstrekke. Dette er mindre enn minstekravet i tabellen.
Vertikalkurve 2: FV6328 L S1D1 m3316-3425	Høybrekkskurven har radius 133 m. Dette er mindre enn minstekravet i tabellen.
Vertikalkurve 3: FV6328 L S1D1 m4462-4657	Høybrekkskurven har radius 1100. Dette overstiger minstekravet i tabellen.
Vertikalkurve 4: FV6328 L S1D1 m5095-5159	Høybrekkskurven har radius 929 m. Dette er mindre enn minstekravet i tabellen.
Vertikalkurve 5: FV6328 L S1D1 m5699-5795	Høybrekkskurven har radius 1433 m. Dette er mindre enn minstekravet i tabellen.
Vertikalkurve 6: FV6328 L S2D1 m2299-2379	Høybrekkskurve med radius 977 m. Dette er mindre enn minsteverdien i tabellen.

Tabell 25. Siktkontroll av avkjørsler for fv. 6328.

Avkjørsler	Konklusjon
Avkjørsel 1: Torsvika	Siktlinjen på 105 m i avkjørselen krysser sideterrenget til venstre. Avkjørselen tilfredsstillers ikke kravet til stoppsikt.
Avkjørsel 2: Naustanveien	Siktlinjen på 105 m i avkjørselen krysser vegetasjon til venstre. Avkjørselen tilfredsstillers ikke kravet til stoppsikt.
Avkjørsel 3: Brandmoen	Siktlinjen på 105 m i avkjørselen krysser låven til venstre. Avkjørselen tilfredsstillers ikke kravet til stoppsikt.
Avkjørsel 4: Årbofossen	Siktlinjen på 45 m i avkjørselen krysser sideterrenget til venstre. Avkjørselen tilfredsstillers ikke kravet til stoppsikt.

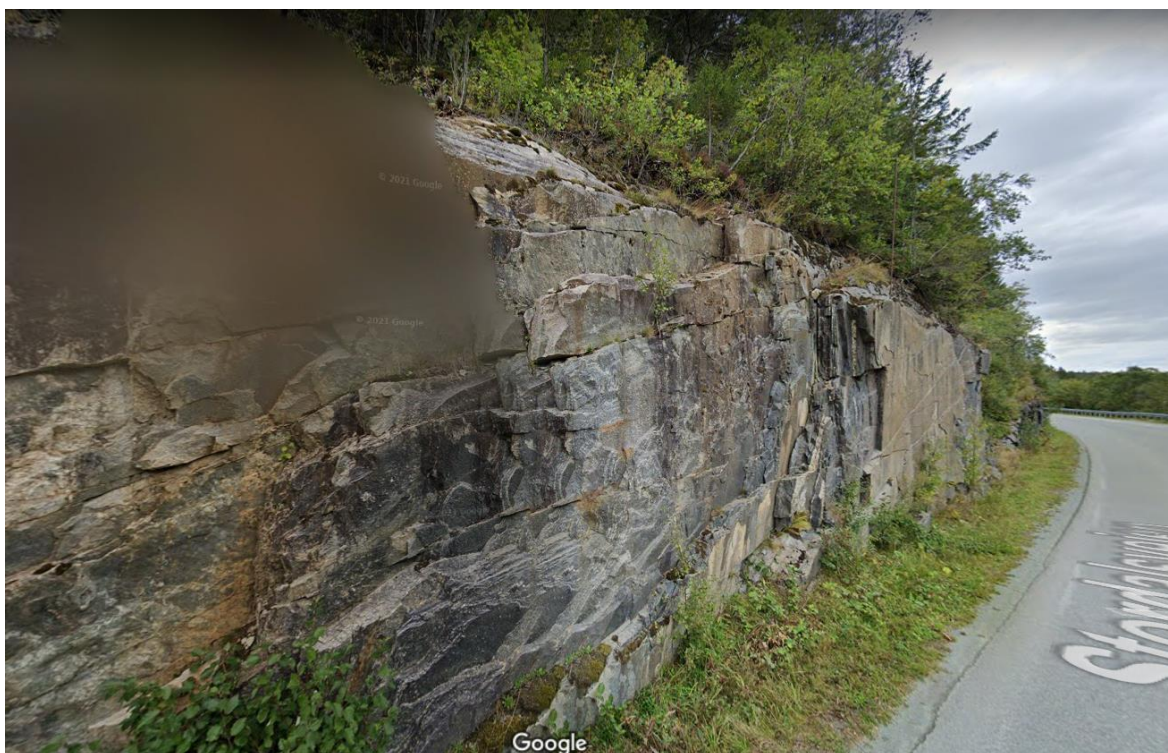
Av de 4 horisontalkurvene og de 4 avkjørslene som ble utvalgt for siktkontroll, tilfredsstillers ingen vegens krav til stoppsikt. Vertikalkurvene oppgitt i tabell 24 oppnådde ikke kravet til minste høybrekksradius, og tilfredsstillers da heller ikke sikten. Grunnet smal vegbredde, krappe svinger og høy fartsgrense på store deler av fv.6328, kan vegen oppleves som ekkel for kjørende trafikk, spesielt ved uventede hindringer i vegbanen eller når kryssende trafikk kommer med høyere fart enn forventet.

5.1.3 Sideterreng

Vegstrekningen går i bergskjæring, jordskjæring og på fylling. I det følgende delkapittelet vil bergskjæringer, jordskjæringer og sikring mot sideterreng vurderes. Skråningsvinkelen på fyllinger er ikke vurdert opp mot krav 1.254 i N200 (Statens vegvesen, 2021c, s. 75), fordi det ikke foreligger litteratur om hvilke masser som er brukt i fyllingene.

Bergskjæringer

Det er totalt 11 bergskjæringer på strekningen, hvor 9 av 11 er lokalisert langs den asfalterte delen. Bergskjæringene er i hovedsak ensidige, og lave med en gjennomsnittlig høyde på 5 m. En av bergskjæringene har en maksimal høyde på 10 m. Helningen er 10:1 til vertikal, og deres gjennomsnittlige bredde varierer fra 1-3 m. Ingen av skjæringene inneholder paller (vedlegg D.5: *Bergskjæringer*) (bilde 5 & 6) (Statens vegvesen, 2022b).



Bilde 5. Bildet viser bergskjæring lokalisert mellom Årnes og By. Skjæringen har en gjennomsnittlig høyde på 5 meter (Google, 2019).



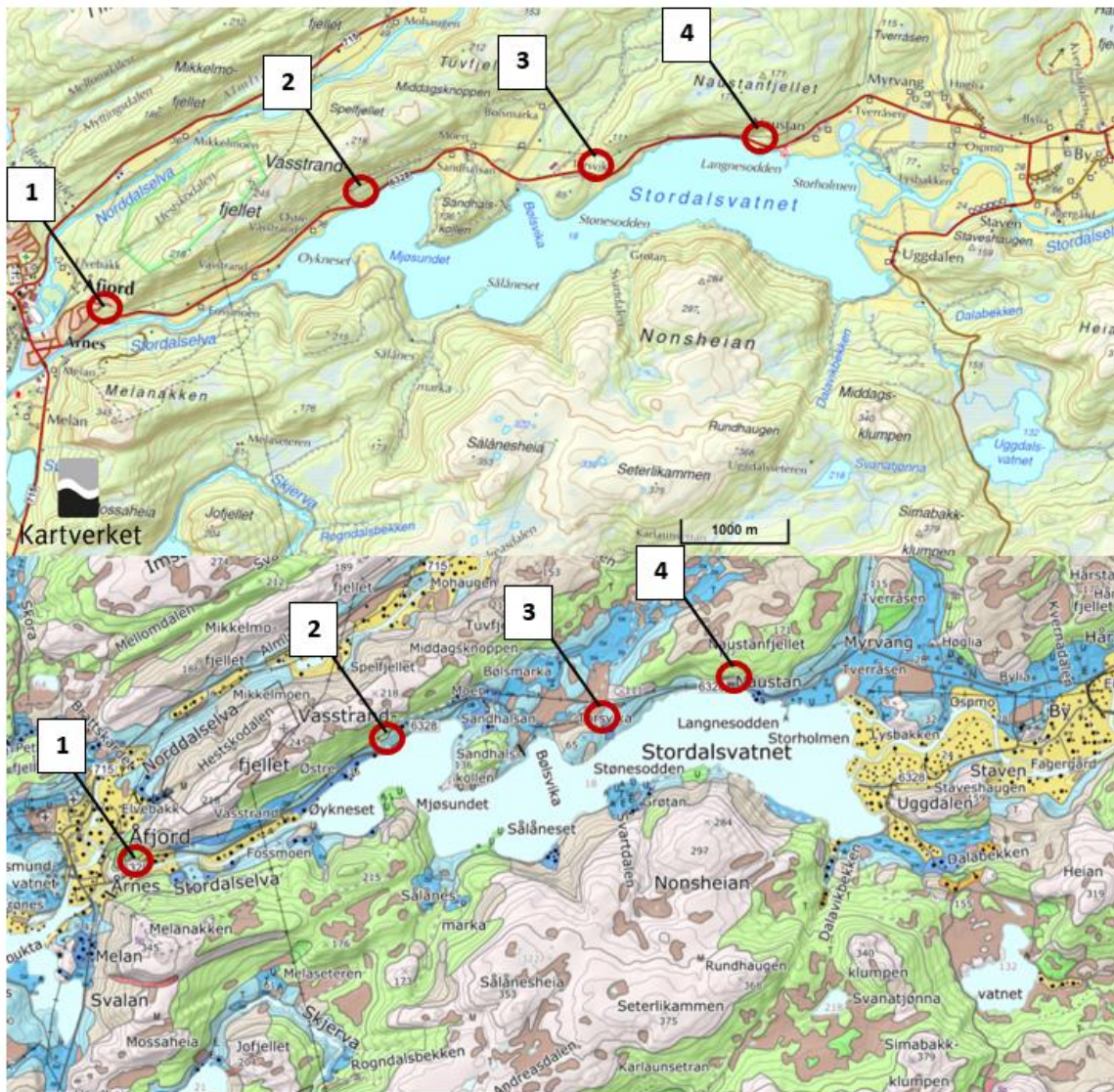
Bilde 6. Bildet viser bergskjæring lokalisert mellom By og Skjern. Skjæringen har en gjennomsnittlig høyde på 5 meter (Google, 2019).

Ingen av bergskjæringene tilfredstiller krav til fanggrøft. Fra figur 16 bestemmes det at bredden vil være 3,5 for bergskjæring med høyde 5 m og 3,75 m for bergskjæring med høyde 10 m (Statens vegvesen, 2021c, s. 48-49).

Bergskjæringene har ingen fysisk ingeniørgeologisk sikring som bolter eller fangnett og ligger tett opp til vegen innenfor sikkerhetssonen (bilde 5 & 6). Avhengig av fartsgrensen på stedet vil sikkerhetssonen være 3 m eller 5 m (tabell 12). I henhold til krav 3.3.1-1 i N101 er det ikke krav til rekkverk langs vegen, fordi bergskjæringene utviser en jevn overflate uten utsikende kanter (figur 18) (Statens vegvesen, 2022c, s. 35).

Jordskjæring

For å vurdere om jordskjæring overholder kravene i N200 (ref kap. 3.4), er utvalgte skråningshelninger beregnet ved hjelp av målinger i kart (figur 26 & 28). Mellom Årnes sentrum og By er det få jordskjæring (figur 26). De har en varierende skråningsvinkel fra 1:6 til 1:2,5 og går gjennom løsmassene fluviale-, hav- og fjord- og grunnmarine strandavsetninger (tabell 26). Sideterrenget på nordsiden av vegen preges av jevnlig blotning av berg og samtlige skråningsvinkelen målt oppfylder kravene gitt i N200 (tabell 11 & 25).



Figur 26. Figuren viser lokaliteten til de kontrollerte skjæringsvinklene mellom Årnes og By (Kartverket, 2022 & NGU, 2022).

Mellom By og Årnes (figur 28) opphører den hyppige blotningen av berg og sideterrenget på nordsiden av vegen preges i større grad av jordskjæringer. De kontrollerte skråningsvinklene varierer fra rett under 1:4 til 1:2. Samtlige jordskjæringer oppfyller kravene i N200, med unntak av nr. 8 og 10 (tabell 26).

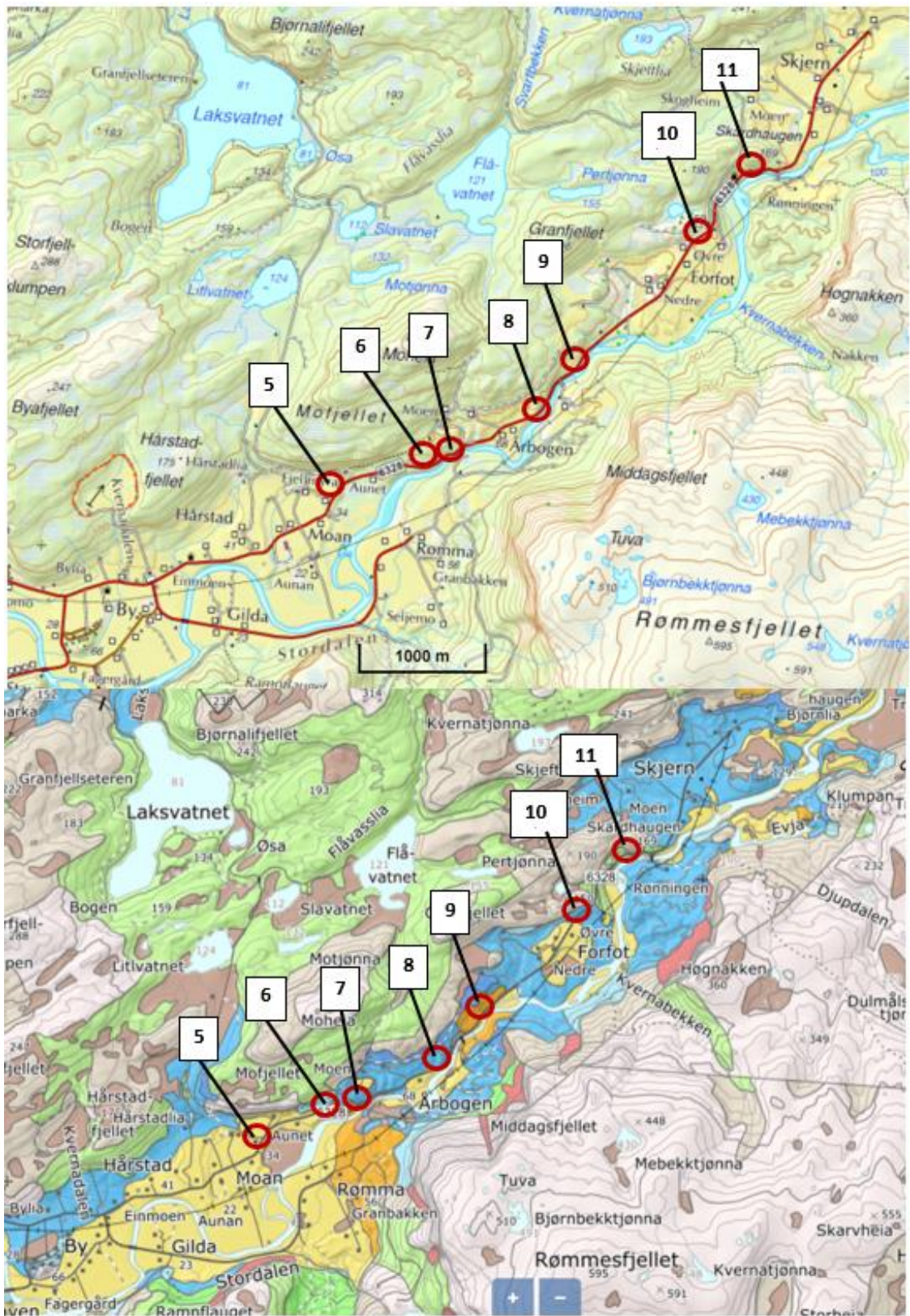
Ved sjekkpunkt 8 (figur 28) består løsmassene av hav- og fjordavsetninger som inneholder fin sand, silt og leir (tabell 26) og tillatt skråningsvinkel uten sikringstiltak er 1:3 (tabell 11). På dette området er skråningsvinkelen målt til 1:2 og det er ikke gjort sikringstiltak. Under befaringen ble det utført et stopp ved sjekkpunkt 8, stopp 4: Årbogen (ref. vedlegg D.1). Her kunne det observeres bevegelse i massene i den målte jordskjæringen (figur 27) ved at løsmassene glir sakte, men sikkert nedover. Representanten fra fylkeskommunen, Stian

Eldnes, kunne fortelle at det nylig hadde vært bevegelse i området da befaringen ble gjennomført. Bevegelsen i massene utgjør et faremoment for stabiliteten til veggen og kan resultere i utrasning.



Figur 27. Figuren viser hvordan løsmassene på oversiden av veggen ved Årbogen glir nedover skråningen. Bildet er tatt på befaring i Åffjord (Privat, 2022).

Sjekkpunkt 10 (tabell 26) er vurdert som delvis godkjent da det er gjort noen sikringstiltak på overflaten, men det er kun enkelte steder. Skjæringsvinkelen er målt til 1:2 og med løsmasser som inneholder fin sand, silt og leir er tillatt skråningsvinkel 1:2 med sikringstiltak (tabell 11).



Figur 28. Figuren viser lokaliteten til de kontrollerte skjæringsvinklene mellom By og Skjern (Kartverket, 2022 & NGU, 2022).

Tabell 26. Tabellen viser de kontrollerte skråningsvinklene og om de oppfyller kravene i henhold til N200.

Sjekkpunkt	Skråningshelning	Løsmassetype	Sikringstiltak	Godkjent/ikke godkjent (krav 1.240 i N200)
1	1:5	Fluviale avsetninger Sand og grus	Nei	Godkjent
2	1:6	Hav- og fjordavsetninger tynt dekke. Finkornet materiale, fin sand, silt og leir over berggrunn	Nei	Godkjent
3	1:6	Marine strandavsetninger Sand til blokk, sand og grus vanligst	Nei	Godkjent
4	1:2,5	Marine strandavsetninger Sand til blokk, sand og grus vanlig	Nei	Godkjent
5	< 1:4	Fluviale avsetninger Sand og grus	Nei	Godkjent
6	1:2	Fluviale avsetninger Sand og grus	Ja, plastret med stein Beplantning	Godkjent
7	1:3	Hav- og fjordavsetninger Finkornet materiale, fin sand, silt og leir	Beplantning	Godkjent
8	1:2	Hav- og fjordavsetninger Finkornet materiale, fin sand, silt og leir	Nei	Ikke godkjent
9	1:3	Breeilvavsetninger Fin sand til blokk	Nei	Godkjent
10	1:2	Hav- og fjordavsetninger Finkornet materiale, fin sand, silt og leir	Plastret med stein enkelte steder Beplantning	Delvis, flere tiltak mot erosjon bør gjennomføres
11	1:2,5	Morne	Nei	Godkjent

Rekkverk

Fra NVDB er det observert at det i all hovedsak er satt opp rekkverk der det er behov for det langs fv. 6328. Det er kun korte strekninger som mangler rekkverk (Statens vegvesen, 2022b). Ved Årbofossen er det en møteplass som ikke er sikret med rekkverk (figur 29). Skråningshøyden $SH = 10$ m og lengden ut til elvekanten $L = 20$ m, som gir en skråningsvinkel rett over 1:4 ($26,5^\circ$). Fartsgrensen på området er 80 km/t (ref. kap. 2.1.3). I henhold til N101 (krav 2.2.1-1 og 2.2.3-2) blir sikkerhetssonen $S = 35$ m (tabell 12 & figur 17). Det vil derfor inntreffe krav om rekkverk både grunnet avstanden til elva $L = 20$ m $<$ $S = 35$ m og fordi skråningshøyden $SH = 10$ m $>$ 4 m (tabell 13) (Statens vegvesen, 2022c, s. 23-25 & 31).



Figur 29. Figuren viser lokasjonen for manglende rekkverk (Google, 2019).

Innenfor den blå sirkelen (figur 30) er skråningshøyden $SH = 5$ m og lengden ut til elvekanten $L = 9$ m. Dette gir en skråningsvinkel på ca. 1:3,5 (29°). Fartsgrensen på området er 80 km/t (ref. kap. 2.1.3). I henhold til N101 (krav 2.2.1-1 og 2.2.3-2) blir sikkerhetssonen $S = 20$ m (tabell 12 & figur 17). Det vil derfor inntreffe krav om rekkverk både grunnet avstanden til elva $L = 9$ m $<$ $S = 20$ m (krav 3.3.4-1 i N101) og fordi skråningshøyden $SH = 5$ m $>$ 4 m (tabell 13) (Statens vegvesen, 2022c, s. 23-25 & 31).



Figur 30. Figuren viser lokasjonen for strekningen som mangler rekkverk (Statens vegvesen, 2022b).

Rett sør for Skjern (figur 31) er det oppgitt i NVDB at det er satt opp rekkverk. Dette er i realiteten en lav mur som ikke kan være høyere enn 20-30 cm. Skråningshøyden $SH = 15$ m og $L = 31$ m. Dette gir en skråningsvinkel rett over 1:4 ($25,8^\circ$). Fartsgrensen på området er 80 km/t (ref. kap.2.1.3). I henhold til N101 (krav 2.2.1-1 og 2.2.3-2) blir sikkerhetssonen $S = 20$ m (tabell 12 & figur 17). Det vil derfor inntreffe krav om rekkverk grunnet skråningshøyden $SH = 15$ m $>$ 4 m (tabell 13) (Statens vegvesen, 2022c, s. 23-25 & 31).



Figur 31. Til høyre i figuren vises registrert rekkverk i NVDB, og til venstre vises hvordan rekkverket fremkommer i virkeligheten (Google, 2019 & Statens vegvesen, 2022b).

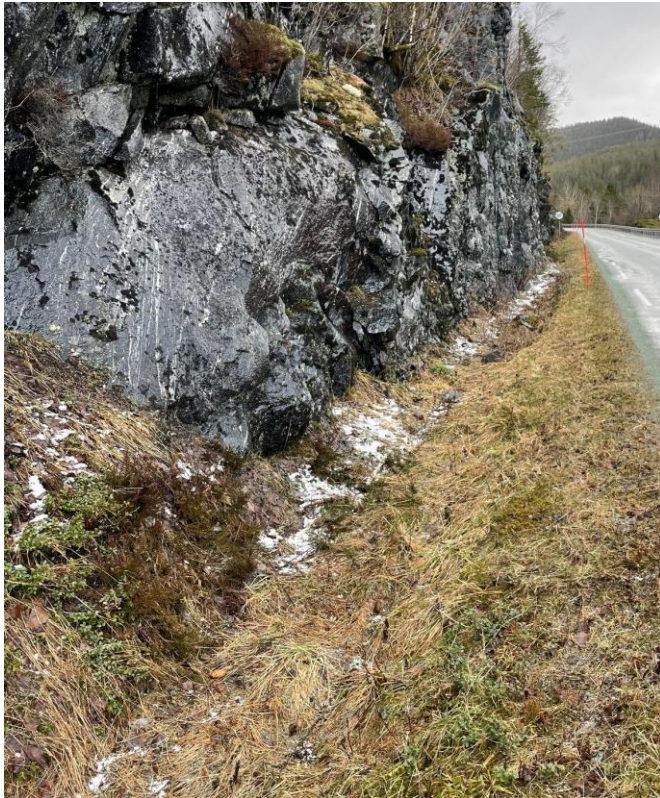
Oppsummert er vegens sideterreng preget av at vegen ligger i en dalside med skråning på over- og undersiden av vegen. Sideterrenget er til tider bratt og består av løsmasser, ofte marine. Bergskjæringene langs strekningen ligger for tett opp mot vegen og mangler fanggrøft.

5.1.4 Grøfter

Planområdet har varierende grøtfe forhold. Gjennom visuell vurdering i Google street view observeres det at grøfter er mer eller mindre fraværende enkelte steder hvor vegen ligger i bergskjæring (bilde 7). Dette viste seg også å være tilfellet da de ble observert på befaring (Vedlegg D.1), men dybden var noe større enn først antatt fra bildene i street view (bilde 8). Målinger gjort ved stopp 1: *Støvelfossen* (tabell 18) viste at grøftedybden strakk seg fra fra 20 til 55 cm, mens grøftebredden strakk seg fra 1,9 til 2,9 m. Grøftebredden ble målt fra vegskulder til ende av grøftebunnens bredde. I tillegg ble det observert mye vegetasjon i grøftene (bilde 8). Det var vanskelig å anslå nøyaktig dimensjon på grøftene, da de varierte stort i bredde og plassering.



Bilde 7. Bildet illustrerer mangelen av tilstrekkelige grøfter i bergskjæringer (Google, 2019).



Bilde 8. Bilde som viser grøftesystemet ved Støvelfossen (Privat, 2022).

Om lag 4 km fra Årnes sentrum, ved Sandhalsan, går sideterrenget over til å være løsmasser. Grøftene blir dypere i dette området, på begge sider av vegen. Men det er også strekninger hvor dimensjonen på grøftene er små og ubetydelige (bilde 9). Det er løsmassegrøfter som dominerer den resterende lengden til Skjern.



Bilde 9. Bildet viser manglende grøftedybde, By (Google, 2019).

Ved stopp 3: *Årbofossen* (tabell 18) ble det observert svært beskjedne grøfter. Grøftebredden ble målt til ca. 1,15 m, og grøftebunnens ca. 0,25 m. Ved visuell betraktning og måling kan

man fastslå at grøftene ved stopp 3 ikke tilfredsstillende kravene i vegnormalene. Det kan også antydes på bakgrunn av mengden vann og sand i grøftene. En grunn til denne overfyllingen kan være småras fra skråningen på oversiden, som kan ha fylt igjen grøften, men det antas at de allerede var for små til å starte med (bilde 10). I tillegg ble det observert en overfylt sandfangskum (bilde 11), som kan bidra til at vannet ikke ledes vekk fra grøftene.



Bilde 10. Bilde av grøftene fra befaring ved Årbofossen (Privat, 2022).



Bilde 11. Bilde av overfylt sandfangskum fra befaring ved Årbofossen (Privat, 2022).

Det er store forskjeller i grøftesystemer over hele vegstrekningen, og det er tydelig at grøftegeometrien ikke følger dagens krav fra vegnormal N200 (ref. kap 3.6). I områder der grøftene er så og si fraværende, vil store vannmengder kunne føre til uriktig avrenning. Vannet vil bevege seg inn i vegens forsterkningslag, og dermed svekke vegens bæreevne . Videre kan dette resultere i sprekkdannelse i dekket. De dårlige grøfteløsningene kan også føre til økt fare for telehiv og større problemer med vegen i teleløsningen om våren. Grunnet grøftenes manglende dybde er det grunn til å anta at overvannshåndteringen langs vegen er underdimensjonert.

5.1.5 Gjennomløp-, stikkrenner og kulverter

Stikkrennene langs vegstrekningen er kartlagt ved bruk av NVDB og enkelte er observert på befarings. I all hovedsak er stikkrennene ikke tilknyttet noen form for lukket drenering. Vann føres gjennom vegkroppen og slippes åpent ut i skråning eller grøft på siden av vegen som vender mot Stordalselva, Storelva og Stordalsvatnet.

Stikkrennene igjennom vegkroppen på strekningen har varierende indre dimensjon, fra 150 mm til 1900 mm (tabell 27). Disse har sirkulære tverrsnitt og er gjennomført i materialene plast, betong eller stål. I tillegg er det gjennomgående kulverter med rektangulære tverrsnitt på vegstrekningen. Disse har indre dimensjon fra 1200 mm til 11000 mm og er gjennomført i materialet naturstein (tabell 27) (Statens vegvesen, 2022b). Majoriteten av gjennomløp i vegkroppen (125/155) har en indre diameter som er mindre enn 600 mm og oppfyller ikke kravene beskrevet i kap 3.6 (tabell 15) (Statens vegvesen, 2021c, s. 106).

Tabell 27. Tabellen viser indre dimensjon, antall og materiale for gjennomløp i fv. 6328.

Gjennomløp og kulverter på tvers av vegen					
Dimensjon i millimeter, diameter/bxh	Antall gjennomløp	Plast	Betong	Stål	Kulvert i naturstein
150	1		1		
200	3	1	2		
250	4		4		
300	47	28	19		
400	57	45	8	4	
500	13	5	1	7	
600	11	11			
800	5	4	1		
1000	2		1	1	
1300	1			1	
1400	2		1	1	
1600	1	1			
1900	1			1	
400x200	1		1		
700x400	1				1
800x600	1				1
600x800	1				1
800x1000	1				1
2000x2500	1				1
3000x2500	1				1
Sum	155	95	39	15	6

Stikkrennene som går igjennom avkjørsler, har sirkulært tverrsnitt og har en indre diameter fra 100-400 mm. De er utført i materialet plast og betong (tabell 28) (Statens vegvesen, 2022b). 4 av 12 gjennomløp har dimensjon under 300 mm og oppfyller ikke kravene beskrevet i kap 3.6 (tabell 16).

Tabell 28. Tabellen viser indre dimensjon, antall og materiale for gjennomløp i avkjørsler langs fv.6328.

Gjennomløp på tvers av avkjørsler			
Dimensjon i millimeter	Antall gjennomløp	Plast	Betong
100	1		1
200	1	1	
230	2	1	1
300	6	6	
400	2	1	1
Sum	12	9	3

Ytterligere er det 31 stikkrenner som ligger i grøftene i vegens lengderetning. De har sirkulært tverrsnitt og varierer i indre dimensjon fra 150-400 mm. De er utført i materialene plast og betong (Statens vegvesen, 2022b). Det er ikke beskrevet i N200 hvilken dimensjon disse er anbefalt å ha. I noen tilfeller er disse langsgående stikkrennene tilknyttet gjennomgående løp.

På befaringen ble det observert problemer knyttet til fritt utløp av vann fra en stikkrenne i skråningen ved stopp 3: *Årbofossen* (tabell 18). Her hadde vannet fra en midlertidig stikkrenne erodert i skråningen mellom vegen og Storelva, noe som har ført til utglidning. Skråningen har i etterkant blitt stabilisert med motfylling av stein (bilde 12).



Bilde

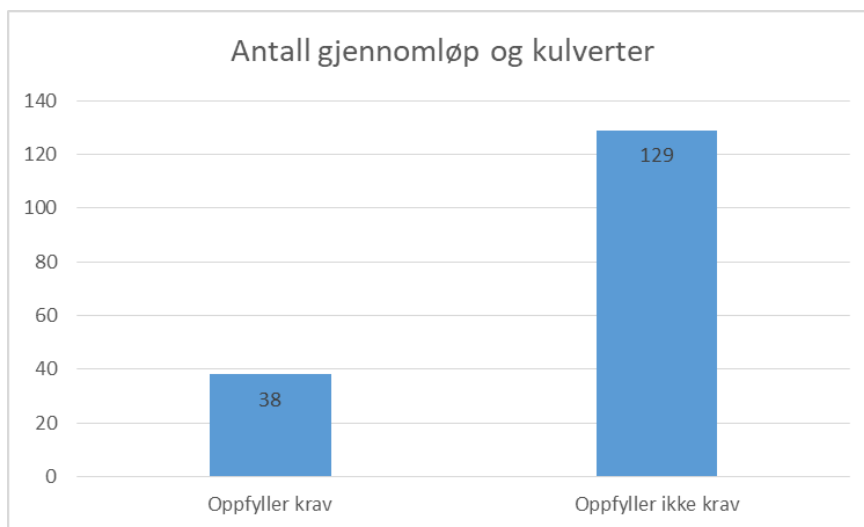
12. Bilde som viser motfyllingen av stein som ble etablert etter utglidning på nedsiden av vegen. Bildet er tatt på befaring i Åffjord (Privat, 2022).

En liknende situasjon ble observert på stopp 4: *Årbogen* (tabell 18). Her rant vann fra stikkrenne ut i skråningen, uten noe særlig form for plastring eller andre tiltak mot erosjon der vannet rant ut (bilde 13). Løsmassene i dette området er marine avsetninger og slik utvasking kan føre til destabilisering og utglidning.



Bilde 13. Bildet viser gjennomløp som slipper vann ut i skråningen uten noe særlig tiltak som forhindrer erosjon. Bildet er tatt på befarings i Åfjord (Privat, 2022).

Ved å sammenligne stikkrennenes dimensjoner mot kravene i N200 (tabell 16), er det totalt 129 stikkrenner som ikke oppfyller disse (figur 32). Det er derfor sannsynlig at overvannshåndteringen langs vegen er underdimensjonert, noe som kan føre til svekket bæreevne og erosjon av sideterrenget. Hydrologiske avrenningsberegninger fra nedslagsfelt er ikke inkludert i tilstandsvurderingen grunnet dens overordnede omfang.



Figur 32. Oppsummerende graf som viser antallet gjennomløp som ikke oppfyller kravene i N200.

5.1.6 Løsning for gående og syklende

På vegstrekningen fra Årnes sentrum til Skjern er det kun to steder det eksisterer løsning for gående og syklende. Den første strekningen er 700 meter lang og strekker seg fra Årnes sentrum. Løsningen er utformet som et fortau de første 230 meterne, og går over til en utvidet vegskulder etter dette (bilde 14 & 15). Fortauet i sentrumsområdet har en gjennomsnittlig bredde på 1,5 m (Statens vegvesen, 2022b), som er for smalt satt opp mot kravene i N100. Fortau uten objektsone skal ha en total bredde på 2,5 m (ref. kap. 3.7).

Den utvidede vegskulderen har en bredde på 1,5 m og er ensidig (bilde 15). Utvidet vegskulder skal være tosidig og overholder ikke kravene i N100 (ref. kap. 3.7). Under befarig med fylkeskommunen ble det informert om at utvidelsen av vegskulderen trolig var gjort for å gi fiskere et gangtilbud (Eldnes, 2022).



Bilde 14. Bildet viser ensidig fortau i Årnes sentrum (Google, 2019).



Bilde 15. Bildet viser utvidet vegskulder som løsning for gående og syklende ca. 400 meter fra Årnes sentrum (Google, 2019).

Den andre løsningen for gående og syklende er lokalisert i By. Den er kort og ligger tilknyttet et vegkryss i relasjon til By barnehage (bilde 16). Gang- og sykkelvegen er 3 m bred, og er adskilt fra bilvegen med et 3 m bredt grøntareal. Breddene er målt på kart. Denne utformingen er i henhold til krav gitt i N100 (figur 20 & tabell 17) (ref. kap. 3.7).



Bilde 16. Bildet viser løsning for gående og syklende relatert til By barnehage (Google, 2019).

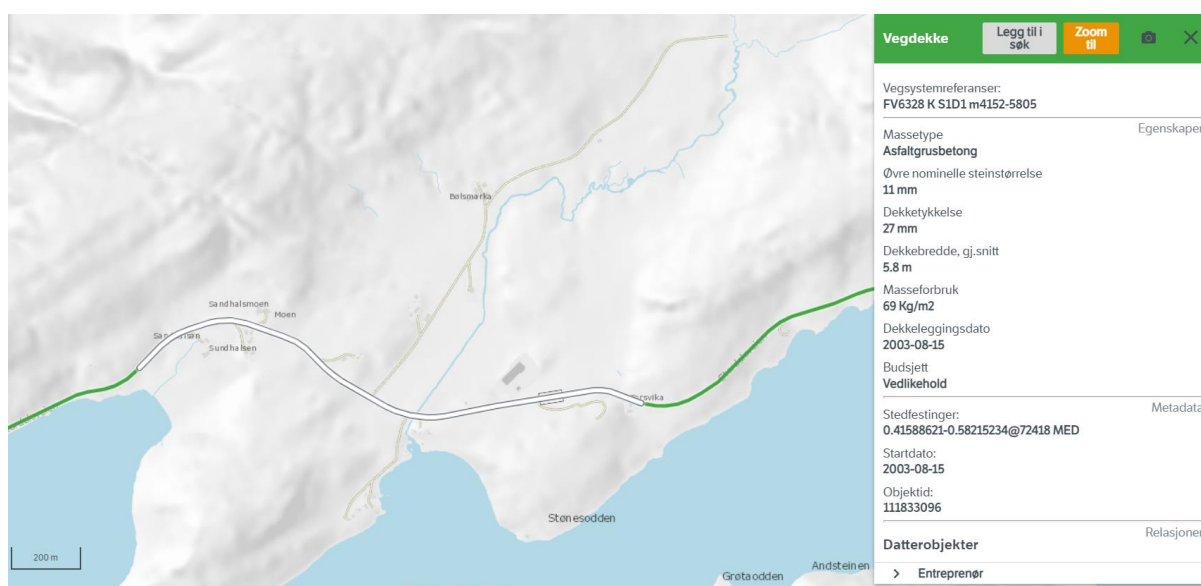
Siden fv. 6328 har ÅDT lavere enn 1000, vil krav om parallellført gang- og sykkelveg ikke inntreffe pga. trafikkmengden. Videre sier kravet i N100 at det skal etableres parallellført gang- og sykkelveg hvis vegen er skoleveg (ref. kap. 3.7). Det går en skolebuss på strekningen, og det kan da argumenteres for at fv. 6328 da er en skoleveg, men hvorvidt elevene går langs vegen er uvisst. Grunnet terrenget kan det være vanskelig å etablere gang- og sykkelveg, alternativet er da utvidet vegskulder. Men denne løsningen bør unngås hvis vegen er skoleveg (ref. kap. 3.7). Tilbudet for myke trafikanter er begrenset langs fv. 6328, men regnes som akseptabelt ut fra det antatte trafikkgrunnlag.

5.1.7 Dekker

Strekningen fra Årnes til Skjern er over 18 km lang. Av den grunn vil ikke alle skader på dekket bli påpekt i tilstandsvurderingen. Skader på dekket er undersøkt ved bruk av digitale ressurser og befaring. I den digitale befaringen ble områder med tydelige dekkeskader identifisert, og alvorlighetsgraden på dekkeskadene ble fastslått under den fysiske befaringen (vedlegg D.1).

Delstrekning 1: Fra Årnes sentrum til avkjøring mot By

Det er spesielt en delstrekning som utpeker seg, med omfattende dekkeskader (figur 33). Tilgjengelig data fra NVDB viser at dekket på strekningen ble lagt tilbake i 2003 og består av 27 mm Agb. På strekningen er det innslag av langsgående sprekker, krakelert asfalt og ujevnheter (bilde 17). Dekkeskadene opptrer langs hele strekningen (figur 33) med skader langs kantene og sentralt i vegbanen (bilde 17) (Statens vegvesen, 2022b).



Figur 33. Figuren viser strekningen som betydelige dekkeskader (Statens vegvesen, 2022b).



Bilde 17. Figuren viser bilder tatt fra forskjellige steder langs strekningen med dekkeskader. Langsgående sprekker, krakelering og ujevnheter kan observeres (Statens vegvesen, 2021a & Statens vegvesen, 2022b).

Aktuelle områder ble undersøkt i forbindelse med befaringen 28. mars 2022, og det ble registrert lengde, bredde og dybde på sprekke. På den aktuelle strekningen, stopp 2: Bølsvika (tabell 18) fra vedlegg D.1, var det to delområder der dekkeskadene ble målt (figur 34). Alvorlighetsgraden er satt til M for telesprekkene og H for krakeleringen med utbedringsbehov 2 og 3 (vedlegg D.1). Det var også tydelige skader utenfor områdene avmerket, men på grunn av lengden på Stordalsveien og omfanget av skadene, ble de to delområdene valgt ut. Vedlegg D.1 utdyper befaringen og resultatene.



Figur 34. Figuren viser de to områdene dekkeskader ble målt for stopp 2: Bølsvika (ref. vedlegg D.1: Befaringsnotat) (Statens vegvesen, 2022b).

Skadeårsaker

De langsgående sprekkene nær vegkanten kan skyldes trafikkbelastning, mens de sentraliserte kan skyldes telehiv (ref. kap. 3.8) (Statens vegvesen, 2016, s. 171).

Krakeleringdannelsen kan være grunnet for høy trafikkbelastning, tynn overbygning eller dårlig drenering (ref. kap 3.8). For dårlig drenering langs vegen kan være en bidragsyter til skadedannelsene, da vann i overbygning kan svekke vegens bæreevne (ref. kap. 3.6).

Delstrekning 2: Fra avkjøring mot By til Skjern

Den mest omfattende skaden på den grusbelagte delen av strekningen er den tidligere omtalte sprekkene ved Årbofossen (bilde 18). I januar 2021 ble det gjennomført en befaring ved Årbofossen i regi av Multiconsult AS og Trøndelag fylkeskommune. Rapporten til Multiconsult konkluderer med at årsaken til sprekkedannelsen er teleutfordringer. Området rundt Årbofossen har gjennom årene vært utsatt for flere ras. Etter rasene har vegkroppen trolig blitt gjenfylt med masser. Dette har gjort at massene i vegkroppen er av forskjellig karakter med ulik permeabilitet, som resulterer i ujevnt teleløft i vegkroppen som medfører at grusdekket sprekker opp (Årbogen, 2021).



Bilde 18. Observert sprekk på fv. 6328 sett østfra, med enden av betongrekkverk på km 4,905 (Årbogen, 2021).

På tidspunktet for befaring var det utført vedlikehold som gjorde at den tidligere omtalte sprekk ikke var synlig. Multiconsults rapport konkluderer med at sprekkdannelsen ikke medfører økt risiko for utglidning av vegbanen (Årbogen, 2021). Det har dog skjedd utglidning etter at rapporten fra Multiconsult ble skrevet (ref. stopp 3: Årbofossen fra vedlegg D.1).

5.1.8 Oversiktstegninger over problemområder

Avsluttende for tilstandsvurderingen er problemområdene på fv. 6328 oppsamlet i 3 vedlegg; vedlegg D.6 *Oversiktstegning del 1*, vedlegg D.7 *Oversiktstegning del 2* og vedlegg D.8 *Oversiktstegning del 3*. Fv. 6328 er delt inn i 9 parseller, og elementene som ikke tilfredsstiller kravene fra Statens vegvesens vegnormaler er fargelagt. Figur 35, 36 og 37 viser hvilke krav vegstrekningen ikke oppfyller.

Kap. 5.1.5 Gjennomløp-, stikkrenner og kulverter er ikke tegnet i oversiktstegningene grunnet at det er et gjennomgående problem på strekningen, og inntegning vil dermed ikke vises på målestokk.



Figur 35. Parsell 0-6,2 km med oversikt over uoppnådde krav (ref. vedlegg D.6).



Figur 36. Parsell 6,2-12,4 km med oversikt over uoppnådde krav (ref. vedlegg D.7).



Figur 37. Parsell 12,4-18,5 km med oversikt over uoppnådde krav (ref. vedlegg D.8).

5.2 Tiltaksforslag på problemområder

I dette kapittelet vil det foreslås utbedringstiltak basert på tilstandsvurderingen som er gjennomført. Hensikten med utbedringstiltakene er å oppfylle kravene til vegnormalen til Statens vegvesen.

5.2.1 Veggeometri

I kap. 5.1.1 ble det konkludert med at flere av horisontal- og vertikalkurvene ikke oppfyller minstekravene i prosjekteringstabellene i N100, samt at romkurven flere steder gir en dårlig kjørefølelse. Det vil derfor være behov for utbedring. Vegnormalene slår fast at ved utbedring av lokale veger er det akseptabelt at ikke alle komponentene endres. Det er også akseptert at ikke alle linjeføringsparameterene oppfylles ved utbedring. Det viktigste for vegstrekningen er at vegens forløp er klart og tydelig, og at forløpet ikke kommer overraskende på sjåførene (Statens vegvesen, 2021b, s. 58-60).

Som utbedringstiltak for veggeometrien er det derfor foreslått at man:

- Senker fartsgrensen
- Setter opp skilt slik at sjåførene gjøres oppmerksom på vegens forløp og kurver
- Legger om traséen ved Årbofossen i forbindelse med tiltaket mot den tidligere omtalte sprekkdannelsen.

5.2.2 Sikt

I kap. 5.1.2 er sikten på fv. 6328 beskrevet, samt at det ble utført en siktkontroll av horisontalkurver, vertikalkurver og avkjørslr. Konklusjonen fra siktkontrollen var at ingen av de utvalgte kontrollstrekningene hadde tilstrekkelig sikt, og tilfredsstilte da ikke siktkravene i området (tabell 23, 24 & 25). Det vil derfor være behov for å utøve tiltak slik at sikten kan forbedres. Tiltak for å tilfredsstille siktkravene er å:

- Øke bredden på grøft og sideterrenget
- Gjøre skjæringene slakere
- Slake ut kurvene
- Fjerne vegetasjon
- Sette ned fartsgrensen

For å tilfredsstillere siktkravene i N100 kan man øke bredden på vegens grøft og sideterreng eller gjøre skjæringene slakere. Man bør samtidig gå inn på å se om horisontal- og vertikalkurvene kan gjøres slakere, slik at man får større oversikt over vegstrekningen foran seg (Statens vegvesen, 2019, s. 52).

5.2.3 Sideterreng

Som beskrevet i kap. 5.1.3 mangler det tilstrekkelig fanggrøft i underkant av bergskjæringene på strekningen. For å oppnå ønsket bredde på fanggrøft vil en løsning være å sprengte seg inn i berget med 1-2 m for å utvide grøften. En annen løsning vil være å bygge opp med fylling på utsiden av vegen for å få bredere grøft.

Jordskjæringene som ikke oppfyller krav til skråningsvinkel, må enten slakes ut eller det må innføres mekaniske sikringstiltak. På oversiden av sjekkpunkt 8 (tabell 26) er skråningen omtrent 40 m høy. Aktuelle sikringstiltak kan være støttemur i foten av skråningen, utslaking av nedre del av skråningen og støttemur på toppen av utslakingen eller overflate sikring beplantning og armeringsnett (Statens vegvesen, 2014b, s. 293). Sjekkpunkt 10 (tabell 26) er vurdert som delvis godkjent da det ble observert noen sikringstiltak med stein. For at sikringen skal være tilstrekkelig anbefales det å utvide tiltaket til hele skråningen. På de strekningene som mangler rekkverk (figur 29, 30 & 31), vil tiltaket være å sette opp dette for å sikre mot sideterrengen.

5.2.4 Grøfter

Grøftesystemet på fv. 6328 er hovedsakelig underdimensjonert (ref. kap. 5.1.4). For å oppnå ønsket sidegrøft langs vegent bør det utformes dype sidegrøfter som anvist i N200 (ref. kap. 3.6). Sammenlignet med kravene i N200, er det lange strekninger hvor grøftesystemet til fv. 6328 ikke tilfredsstillere kravene. For å oppnå sidegrøfter som oppfyller kravene er man nødt til å utvide vegens sideterreng. I ensidig bergskjæring er man nødt til å utføre sprengning, eventuelt bygge opp fylling mellom vegbanen og elva. I løsmasser er man nødt til å grave ut masser slik at det er plass til tilstrekkelige grøfter. Det ble observert at grøftene nær Årbofossen var overfylte av vann og sand (ref. vedlegg D.1). Et tiltak for å redusere mengden vann og sand som glir ut i grøftene er å slake ut skråningen i overkant av vegen, som nevnt i kap. 5.2.3. Det vil også være nødvendig å fjerne vegetasjonen i grøftene langs fv. 6328, uavhengig om de oppfyller kravene i N100 (ref. kap. 3.6) eller ikke. Vegetasjon i grøftene

kan bremse opp vannføringen, redusere avløpet, og ved oversvømmelser i regnperioder kan det medføre store skader (Bylterud, 1966).

5.2.5 Gjennomløp-, stikkrenner og kulverter

Som beskrevet i kap 5.1.5 er det totalt 129 av 167 gjennomløps- og stikkrenner som ikke oppfyller kravene i N200 (tabell 16), noe som kan tyde på underdimensjonering av overvannshåndteringen. Siden avrenning fra nedslagsfelt ikke er beregnet er det vanskelig å si i hvor stor grad overvannshåndteringen er underdimensjonert.

For å oppfylle kravene i N200 må gjennomløp med dimensjon mindre enn 600 mm og 300 mm byttes ut (tabell 27 & 28). Siden det er mange gjennomløp som ikke oppfyller kravene vil et slikt tiltak være kostbart og omfattende. Hvis det ikke er mulig å bytte ut alle gjennomløp som ikke oppfyller krav, vil et tiltak være å skifte ut de med diameter 300 mm eller mindre. Særlig på strekningen mellom By og Skjern har 43 av 55 gjennomløp gjennom vegkroppen denne dimensjonen.

Videre er det beskrevet i kap 5.1.5 at vann fra stikkrenner eroderer skråningen i underkant av vegen. Dette ble observert på befaringen ved stopp 3: *Årbofossen* og stopp 4: *Årbogen*. For å unngå destabilisering av skråninger, særlig i områder med marine avsetninger, vil et godt tiltak være å plastre utløpsområdet med stein helt ned til Stordalselva. Et annet tiltak, med samme effekt, vil være å forlenge stikkrennene helt ned til elva slik at vannet ikke får renne fritt.

5.2.6 Løsning for gående og syklende

Tilbudet for gående og syklende er begrenset langs fv. 6328, men det anses som akseptabelt med hensyn på trafikkgrunlaget (ref. kap. 3.7). Hvis det skal etableres gang- og sykkelveg langs strekningen, er det vurdert som mest aktuelt mellom Årnes sentrum og By. Da ÅDT er høyest på denne strekningen (ref. kap. 2.1.1) og potensialet for myke trafikanter er trolig størst grunnet bebyggelse.

5.2.7 Dekker

Som beskrevet i kap 5.1.7 vurderes dekkeskadene på strekningen presentert i figur 33 som så omfattende at det må gjøres tiltak. Avhengig av hvor svakheten ligger er det flere type tiltak

som kan gjøres. For å fatte riktig tiltak bør det gjennomføres bæreevneundersøkelser og oppgravingsprøver. Aktuelle tiltak kan være:

- Reasfaltering
- Utbedring av drenering
- Utskifting av bærelag og dekke
- Utskifting av forsterkningslag, bærelag og dekke
- Utskifting av vannømfintlig materialer

(Statens vegvesen, 2014b, s. 25-27 & 36-37).

Grunnet omfanget av skadedannelsene på dekket i dette området (figur 33) er det besluttet å ta området videre til detaljprosjektering (ref. kap. 6.3).

For gruspartiet, spesielt ved den tidligere nevnte sprekken ved Årbofossen, blir det også sett på som viktig å prosjektere en ny vegoverbygning. Med tanke på rashistorikken i området (Årbogen, 2021), vil det være nødvendig med masseutskifting eller traséomlegging.

Detaljprosjekteringen blir videre beskrevet i kapittel 6.4 *Område 2: Årbofossen*.

6. Detaljprosjektering

6.1 Valg av løsning for videre detaljprosjektering

Vedlegg D.6 *Oversiktstegning del 1*, D.7 *Oversiktstegning del 2* og D.8 *Ovresiktstegning del 3* presenterer tiltaksområdene på fv. 6328. Med hensyn til observasjonene i kapittel 5, er det for videre detaljprosjektering valgt å fokusere på to problemområder på fv. 6328. Område 1: *Sandhalsan til Torsvika* er valgt da det er observert omfattende dekkeskader, samt at det på deler av strekningen er dårlig sikt (ref. vedlegg D.1 og D.3). Det er derfor ønskelig å detaljprosjektere vegen på nytt, slik at den oppnår dagens standard. Område 2: *Årbofossen* er valgt å fokusere på, mye grunnet den tidligere omtalte sprekken. Det var ønskelig av vegeier at det ble utført en traséomlegging for denne delen grunnet rashistorikken i området. I tillegg er det blant annet observert dårlig sikt, underdimensjonerte grøfter og stikkrenner (ref. vedlegg D.1 og D.3). Detaljprosjektering for de to utvalgte områdene er presentert i kapittel 6.3 og 6.4.

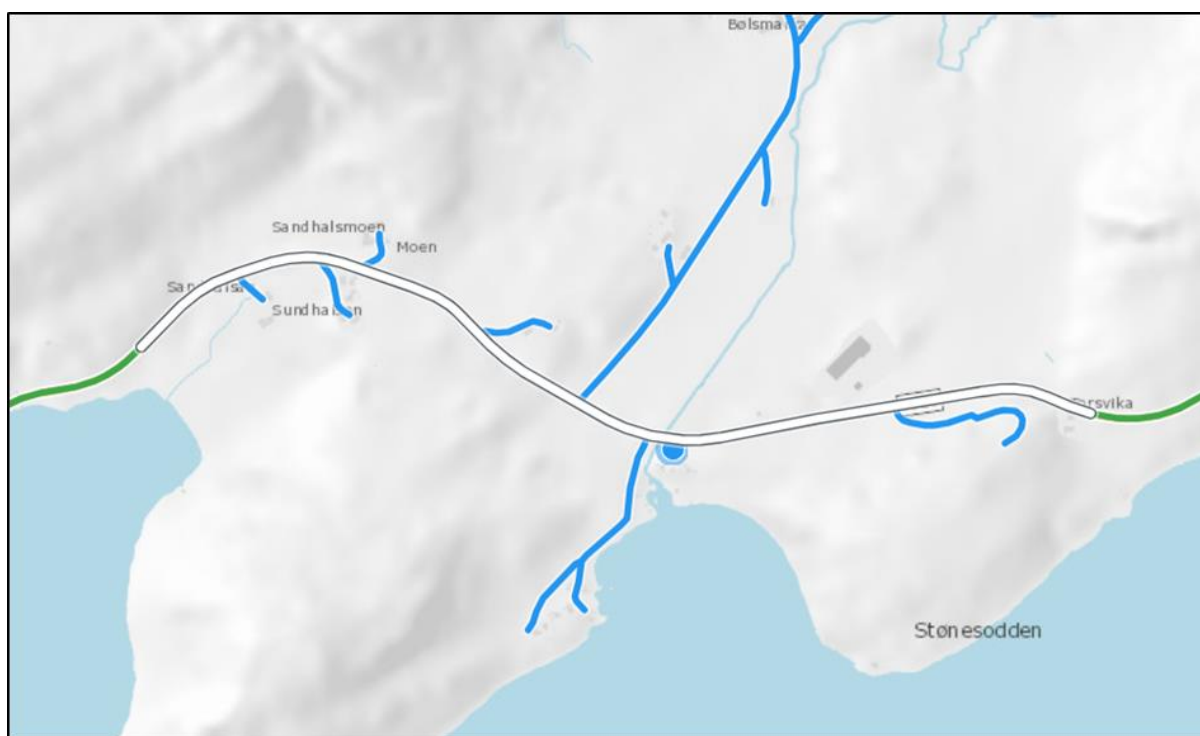
6.2 Prosjekteringsforutsetninger

Det er utarbeidet premissdokumenter for prosjektering av nytt dreneringssystem og vegoverbygning for strekningen mellom Sandhalsan til Torsvika, og for prosjektering av ny vegtrasé ved Årbofossen. Premissdokumentene ligger vedlagt i vedlegg E.1:

Premissdokument område 1: Sandhalsan til Torsvika, vedlegg E.2: *Premissdokument område 2: Årbofossen* og vedlegg E.3: *Premissdokument avkjørsel*.

6.3 Område 1: Sandhalsan til Torsvika

Strekningen som skal prosjekteres i dette kapittelet strekker seg fra Sandhalsan til Torsvika som vist på figur 38. Strekningen er 1,5 km lang og har utbedringsbehov i form av drenering, overbygning og sikt (ref. kap 5.1.8). Vegtrasén skal ikke flyttes på og det er derfor ikke prosjektert vegmodeller for strekningen i Novapoint.



Figur 38. Figuren viser strekningen som skal prosjekteres (Statens vegvesen, 2022b).

6.3.1 Overbygning

Fra premissdokumentet (vedlegg E.1) fremkommer det at vegen har en trafikkbelastning tilsvarende trafikkgruppe A, bæreevnegruppe 6, $C_u \geq 50$ kPa og telefarlighetsgruppe T4. Tabell 3.9, 3.10, 3.12, 3.17, 3.19, 3.20 og 3.21 i N200 benyttes for å dimensjonere overbygningen (Statens vegvesen, 2021c, s. 160-161 & 172-175).

Dekke: 3,0 cm Agb11 slitelag og 3,0 cm Agb11 bindelag

Lastfordelingskoeffisient: 3,0

Bærelag: 20 cm Fk (0/32)

Lastfordelingskoeffisient: 1,35

$$BI_k = 39$$

$$BI = ((3,0 + 3,0) \times 3,0) + (2,0 \times 1,35) = 45$$

Forsterkningslag: 60 cm kult, Fk (20/120)

Lastfordelingskoeffisient: 1,1

Kan redusere lagtykkelsen til $60/1,1 = 54,54 \text{ cm} \approx 55 \text{ cm}$

Total tykkelse overbygning: $0,03 + 0,03 + 0,2 + 0,55 = 0,81 \text{ m}$

Frostdybden for området er beregnet i premissdokumentet (vedlegg E.1) og er på 1,30 m. I henhold til N200 krav 3.17 er det ikke behov for frostsikring for vegger med trafikkmengde ≤ 1500 (Statens vegvesen, 2021c, s. 163), men med bakgrunn i dekkeskadene beskrevet i tilstandsvurderingen i kap. 5.1.7, og med undergrunn bestående av hav- og fjordavsetninger som kan inneholde telefarlig materiale som fin sand og silt, velges det å frostsikre vegen.

Total tykkelse frostsikringslag: $1,30 - 0,81 = 0,49 \text{ m}$

Det brukes sprengstein, T2, i frostsikringslaget, og kan med dette betrakte T2 som ny undergrunn med bæreevnegruppe 4. Da kan tykkelsen på forsterkningslaget reduseres med 20 cm. Ved bruk av kult blir dette $20/1,1 = 18,18 \text{ cm}$.

Ny tykkelse forsterkningslag: $55 \text{ cm} - 18,18 \text{ cm} = 36,82 \text{ cm} \approx 37 \text{ cm} = 0,37 \text{ m}$

Ny tykkelse frostsikringslag: $1,30 - 0,03 - 0,03 - 0,2 - 0,37 = 0,67 \text{ m}$

Den resulterende overbygningen er oppsummert i tabellen under (tabell 29).

Tabell 29. Tabellen viser den prosjekterte overbygning for område 1: Sandhalsan til Torsvika.

Overbygning område 1, bæreevnegruppe 6	
Dekke	3,0 cm Agb11 over 3,0 cm Agb11 (160/220)
Bærelag	20 cm Fk (0/32)
BI_{krav}	39
BI	45
Forsterkningslag	37 cm kult (20/120)
Frostsikringslag	67 cm sprengt stein (0/300)

6.3.2 Drenering

Fra premissdokumentet i vedlegg E.1 fremkommer det at drenering for område 1 skal utføres med åpne grøfter. Utformingen av grøftene skal følge tabell 2.13 og figur 2.14 i N200 (ref. kap. 3.6) (Statens vegvesen, 2021c, s. 117). Det er valgt å benytte grøfteskråning med helning 1:3 i løsmasser og helning 1:4 i berg. Grøftebunnens bredde er 0,5 m, og ligger 0,35 m under

forsterkningslaget. Vedlegg C.1 viser normalprofiltegning for område 1, både i løsmasser og i breddeutvidelse. Vedlegg C.3: *Overbygning område 2: Sandhalsan til Torsvika* viser et snitt av overbygningen.

For å oppnå optimal drenering i grøftene, er det også viktig å sørge for at stikkrennene opprettholder kravene til dimensjon (tabell 16). Fra kapittel 5.1.5 er det kartlagt at for fv. 6328 er det 129 av 167 stikkrenner som ikke opprettholder dimensjonskravene. Det er derfor valgt å bytte ut stikkrennene med diameter under 600 mm for område 1, og beholde deres posisjon. Dette gjelder stikkrennene presentert i tabell 30. Data er hentet fra Vegkart (Statens vegvesen, 2022b).

Tabell 30. Tabellen viser stikkrenner med behov for større dimensjon i område 1 (Statens vegvesen, 2022b).

Profilnummer	Diameter, innvendig [mm]	Lengde [m]	Materialtype
FV6328 K S1D1 m4243	500	14,01	Plast
FV6328 K S1D1 m5204	300	8,75	Plast
FV6328 K S1D1 m4479	400	12,13	Betong
FV6328 K S1D1 m4487	300	8,37	Plast
FV6328 K S1D1 m4591	350	11,95	Plast
FV6328 K S1D1 m4765	300	8,62	Plast
FV6328 K S1D1 m4786	300	5,55	Plast
FV6328 K S1D1 m4965	500	24,44	Stål
FV6328 K S1D1 m5043	300	5,89	Plast
FV6328 K S1D1 m5204	200	9,45	Plast
FV6328 K S1D1 m5222	200	6,23	Plast
FV6328 K S1D1 m5307	200	6,1	Plast
FV6328 K S1D1 m5320	200	6,22	Plast
FV6328 K S1D1 m5408	250	6,18	Plast
FV6328 K S1D1 m5467	400		Plast
FV6328 K S1D1 m5485	300	12,08	Plast
FV6328 K S1D1 m5549	300	6	Plast
FV6328 K S1D1 m5734	300	9,3	Betong
FV6328 K S1D1 m5745	250	16,54	Plast

6.3.3 Sprengningsplaner

For å få tilstrekkelig grøfte- og fanggrøftbredde ved Torsvika må grøften utvides inn i berg. Det er utarbeidet to sprengningsplaner for dette arbeidet. Én for pallsprengning og én for grøftesprengning. Grøftesprengningen gjennomføres for å få tilstrekkelig dybde på grøften for å tilfredsstillere prosjektert grøftedybde. Berggrunnen består av hornblendedioritt til kvartsdioritt (NGU, 2022a). Dioritt har god sprengbarhet og er satt til 0,42 i premissdokumentet (vedlegg E.1) (Olsen, 2009, s. 9). Alle formler benyttet i følgende utarbeiding av sprengningsplan er hentet fra Olsen (2009) *Sprengning i dagen* og Orca mining services (2010) *Enkel beregningsmetoder*. Beregningene er presentert i vedlegg F.1: *Sprengningsplan 1 område 1 pall* og F.2: *Sprengningsplan 2 område 1 grøft*.

Sprengningsplan nr.1 (pallsprengning)

Sprengningsplanen er konstruert på bakgrunn av metoder presentert i doktoravhandlingen til Olsen (2009) *Sprengning i dagen*. Beregningene for utforming av bor- lade- og tenneplan er presentert i vedlegg F.1. Under presenteres tabeller med de viktigste resultatene fra sprengningsplanen.

Borplan

Bredden på sprengningsarbeidet er satt til 50 m fra målinger i kart og dybden inn i terrenget må være minimum 4,3 m for å oppnå ønsket bredde på grøft og fanggrøft (Vedlegg C.1). Det er valgt en pallhøyde på 5 m basert på gjennomsnittelig pallhøyde i NVDB (Statens vegvesen, 2022b). Bormønsteret er utarbeidet med forskjøvet mønster og borhullhelning på 10 grader. Forskyvningen av bormønsteret er gjort for å bedre fragmenteringen av stein, mens borhullhelningen er brukt for å redusere innspenningen i bunn av skjæringen (Olsen, 2009, s. 28-30). Den resulterende borplanen består av fire raster med totalt 94 borehull. Det totale sprengte volumet er $\approx 1084 \text{ m}^3$ (tabell 31).

Tabell 31. Tabellen viser en oppsummering av borplan. Beregninger er presentert i vedlegg F.1.

Pallhøyde	5 m
Borhulldiameter	45 mm
Forsetning B1	1,40 m
Avstand S1	1,75 m
Forsetning B2-4	0,99 m
Avstand S2	2,48 m
Bredde salve	49,6 m
Dybde salve	4,37 m
Boret lengde	5,55 m
Antall borhull rast 1	30 stk.
Antall borhull rast 2	21 stk.
Antall borhull rast 3	22 stk.
Antall borhull rast 4	21 stk.
Totalt antall borhull	94 stk.
Totalt sprengt volum	1083,76 sm ³

Ladeplan

I ladeplanen benyttes sprengstoffet ANFO av typene Exan E og Exan EA. EA er brukt i bunnladningen, mens E er brukt i pipeladningen. Deres tetthet ρ er henholdsvis 0,86 kg/dm³.(Exan EA) og 0,83 kg/dm³(Exan E) (Orica mining services, 2010). Det resulterende sprengstofforbruket i sprengningsarbeidet er 521 kg (tabell 32).

Tabell 32. Tabellen viser en oppsummering av ladeplan. Beregninger er presentert i vedlegg F.1.

Uladet lengde	1,42 m
Bunnladning, lengde	1,90 m
Pipeladning, lengde	2,23 m
Masse pr. hull bunnladning	2,60 kg/hull
Masse pr. hull pipeladning	2,94 kg/hull
Masse pr. hull	5,54 kg/hull
Totalt forbruk sprengstoff pr. salve	521 kg
Total ladning i salven	0,48 kg/sm ³

Tennplan

Tennplanen er utarbeidet med forutsetningen at ladningene skal detoneres rast for rast. For at sprengsteinen skal få tid til å ekspandere og redusere pakningsgraden av røysa må detonasjonsintervallet mellom rast 1 og 2, 2 og 3 og 3 og 4 være minst henholdsvis 12- og 10 ms (tabell 33) (Olsen, 2009, s 53).

Tabell 33. Tabellen viser minste tidsintervall for at sprengsteinen skal få tid til å utvide seg..

Minste nødvendige forsinkelse mellom rast 1 og 2	$tr_{min} \geq 9,4 \times B^{0,67}$ $tr_{min} \geq 9,4 \times 1,40^{0,67}$	11,77 ms \approx 12 ms
Minste nødvendige forsinkelse mellom rast 2 og 3, 3 og 4	$tr_{min} \geq 9,4 \times B^{0,67}$ $tr_{min} \geq 9,4 \times 0,99^{0,67}$	9,33 ms \approx 10 ms

Det benyttes NONEL tennersystemet Exel Unidet + Exel Connectadet. Tennesystemet er bygd opp av en kombinasjon av tennere i borhull og koblingsenheter. Alle borhull lades med Exel Unidet, disse har samme forsinkelse. Detonasjonsrekkefølgen bygges opp på overflaten med koblingsenheten Exel Connectadet. Inntil 5 borhulltennere kan kobles til en Exel Connectadet (Orica mining services, 2010 & Orica mining servises, 2021). Detonasjonen initieres med Pentex 250 primer (tabell 34) (Orica mining services, 2018).

Tabell 34. Tabellen viser en oppsummering av tennplan. Beregninger er presentert i vedlegg F.1.

Beskrivelse	Forsinkelse	Lengde	Antall	Farge
Exel Unidet i borhull. Alle har samme forsinkelsestid. Initierting gjøres med Exel Connectadet.	500 ms	6,0 m	94 stk.	Rød
Første rast Exel Connectadet	3 ms	15,0 m	6 stk.	Grønn
Andre rast Exel Connectadet	17 ms	15,0 m	7 stk.	Gul
Tredje rast Exel Connectadet	42 ms	15,0 m	6 stk.	Hvit
Fjerde rast Exel Connectadet	67 ms	15,0 m	7 stk.	Blå
Primer i alle hull Pentex 250			94 stk.	Rød
Total sprengningstid for salve: 500 ms + 67 ms = 567 ms				

Sprengningsplan nr. 2 (grøftesprengning)

Sprengningsplanen er designet på bakgrunn av forsiktig grøftesprengning utarbeidet av Orica mining services (Orica mining services, 2010). For å oppnå nødvendig grøftedybde, i henhold til utarbeidet grøfteprofil (vedlegg C.1), må sprengningsarbeidet resultere i en dybde på 1 m. Bredden fra vegkant til bergskjæring er 4,87 m (vedlegg C.1) og dette blir da også grøftebredden. Lengden av grøften er 50 m. Beregningene for utforming av bor- lade- og tenneplan er presentert i vedlegg F.2. Under presenteres tabeller med de viktigste resultatene fra sprengningsplanen.

Borplan

Borplanen er designet med senterhull og konturhull. Konturhullene er ladet mer forsiktig enn senterhullene slik at den resulterende konturen er jevn og ikke trenger seg inn i vegen eller bergskjæringen. Innspenningen av berg vil være høyere i grøftesprengning enn ved vanlig pallsprengning og borplanen er dermed designet med et tettere bormønster (Orica mining services, 2010). Hver salve som skytes vil inneholde totalt 28 borhull og fire raster. Det skal totalt skytes 18 salver. Det totale sprengte volumet er $\approx 245,5 \text{ m}^3$ (tabell 35).

Tabell 35. Tabellen viser en oppsummering av borplan. Beregningene er presentert i vedlegg F.2.

Grøftedybde	1 m
Grøftebredden	4,87 m
Lengde salve	2,8 m
Borhulldiameter	34 mm
Forsetning	0,70 m
Avstand	0,695 m
Antall hull pr. rast	7 stk.
Antall hull pr. salve	28 stk.
Antall senterhull	20 stk.
Antall konturhull	8 stk.
Volum salve	13,64 m ³
Antall salver	18 stk.
Totalt volum	245,5 m ³

Ladeplan

I ladeplanen benyttes det patronert sprengstoff av typen dynamite (Eourodyn 2000). Av beregningsmodellen fra Orica mining services fremkommer det at bunnladningen skal ha dimensjon 25x180 mm og pipeladningen skal ha dimensjon 22x180 mm (Orica mining services, 2010 & 2022). Det resulterende sprengstofforbruket i sprengningsarbeidet er 255,6 kg (tabell 36).

Tabell 36. Tabellen viser en oppsummering av ladeplan. Beregningene er presentert i vedlegg F.2.

Bunnladning senterhull	0,35 kg
Pipeladning senterhull	0,20 kg
Total ladning senterhull	0,55 kg
Uladet lengde senterhull	0,68 m
Bunnladning senterhull, lengde	0,525 m
Pipeladning senterhull, lengde	0,40 m
Bunnladning konturhull	0,25 kg
Pipeladning konturhull	0,15 kg
Total ladning konturhull	0,40 m
Uladet lende konturhull	0,925 m
Bunnladning konturhull, lengde	0,375 m
Pipeladning konturhull, lengde	0,30 m
Forbruk sprengstoff pr. salve	14,2 kg
Total ladning salve	1,04 kg/m ³
Totalt forbruk sprengstoff for grøft	255,6 kg

Tennplan

Det benyttes samme tennersystem som som for pallsprengningen, et NONEL-system bestående av Exel Uniddet og Exel Connectadet. Det er ikke behov primer i borhullene grunnet tennfølsomheten til Eurodyn 2000 (tabell 37) (Orica mining services, 2010 & 2021).

Tabell 37. Tabellen viser en oppsummering av tennplanen. Beregningene er presentert i vedlegg F.2.

Beskrivelse	Forsinkelse	Lengde	Antall	Farge
Exel Uniddet i borhull. Alle har samme forsinkelsestid. Initiering gjøres med Exel Connectadet.	500 ms	2,4 m	28 stk.	Rød
Første rast Exel Connectadet	3 ms	9,0 m	2 stk.	Grønn
Andre rast Exel Connectadet	17 ms	9,0 m	2 stk.	Gul
Tredje rast Exel Connectadet	42 ms	9,0 m	2 stk.	Hvit
Fjerde rast Exel Connectadet	67 ms	9,0 m	2 stk.	Blå
Primer	Dynamit papirpatroner er tennfølsomt. Ikke behov for primer			
Total sprengningstid for salve: 500 ms + 67 ms = 567 ms				

6.4 Område 2: Årbofossen

Prosjektområde 2 er lokalisert omkring Årbofossen (figur 39). Vegeier ønsket en traséomlegging grunnet rashistorikken i området. Det er konstruert et forslag til en ny trasé i den følgende prosjekteringen. Vegmodellen er prosjektert i Novapoint 21 og AutoCAD. Det er utarbeidet et premissdokument for detaljprosjekteringen (vedlegg E.2 og E.3). Der kommer det frem at vegen skal asfalteres etter ønske fra vegeier og disponenter (vedlegg E.2).



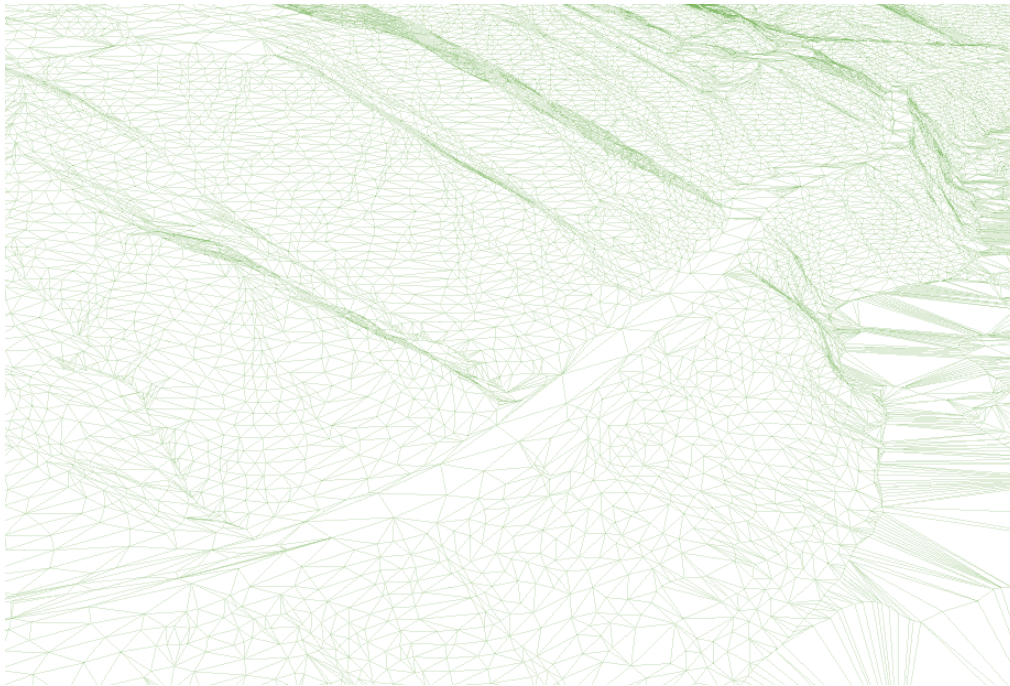
Figur

39. Figuren viser oversiktsbilde over område 2 (Google, 2022).

6.4.1 Terrengmodellen

Terrengmodellen for detaljprosjekteringen er konstruert i Trimble Quadri og Novapoint 21. Horisontalt datum er EUREF89 NTM Sone 10, og vertikalt datum er NN2000.

Terrengoverflaten (figur 40) er tegnet med FKB-data som er tilsendt av Trøndelag fylkeskommune. For det som eksisterer under overflaten er modellen supplert med egendefinerte avgrensninger basert på tilgjengelige geotekniske målinger og løsmassekart. De tilgjengelige dataene er begrenset.



Figur 40. Figuren viser modellering av terrengoverflaten (privat figur fra Novapoint)..

Tilgjengelige data knyttet til dybde til berg består av en geoteknisk rapport og en DWG-fil. Den geotekniske rapporten er utarbeidet av Multiconsult AS på oppdrag av Trøndelag fylkeskommune. I rapporten beskrives utførte totalsonderinger og slagsonderinger i forbindelse med to ras som gikk tilbake i 2006 (Årbogen, 2006a). Sonderingene er utført på to områder som refereres til som Ras A og Ras B.

I det første området (Ras A) sett i profileringsretning er det kun utført en totalsondering. Fjell ble påtruffet på 10 meters dybde. Løsmassekart fra NGU viser at løsmassene består hovedsakelig av elve- og bekkeavsetninger og et mindre innslag av breelvavsetninger (NGU, 2022b). Ved å studere rapporten fra raset som gikk i 2006 ser det ut som om totalsonderingen er utført i området merket med breelvavsetning på NGU-kartet (Årbogen, 2006b). Figur 41 viser hvor sonderingene er utført. Breelvavsetninger kan ofte ha en mektighet på flere titalls-meter (NGU, 2022b). Dette korrelerer med resultatet fra totalsonderingen, der fjellet ble påtruffet ved en dybde på 10 meter. Mektigheten for elve- og bekkeavsetninger varierer fra 0,5 til mer enn 10 meter. Basert på den ene sonderingen og informasjonen om sannsynlig mektighet for avsetningene ble det satt en gjennomsnittlig dybde til fjell for området på 5 meter.

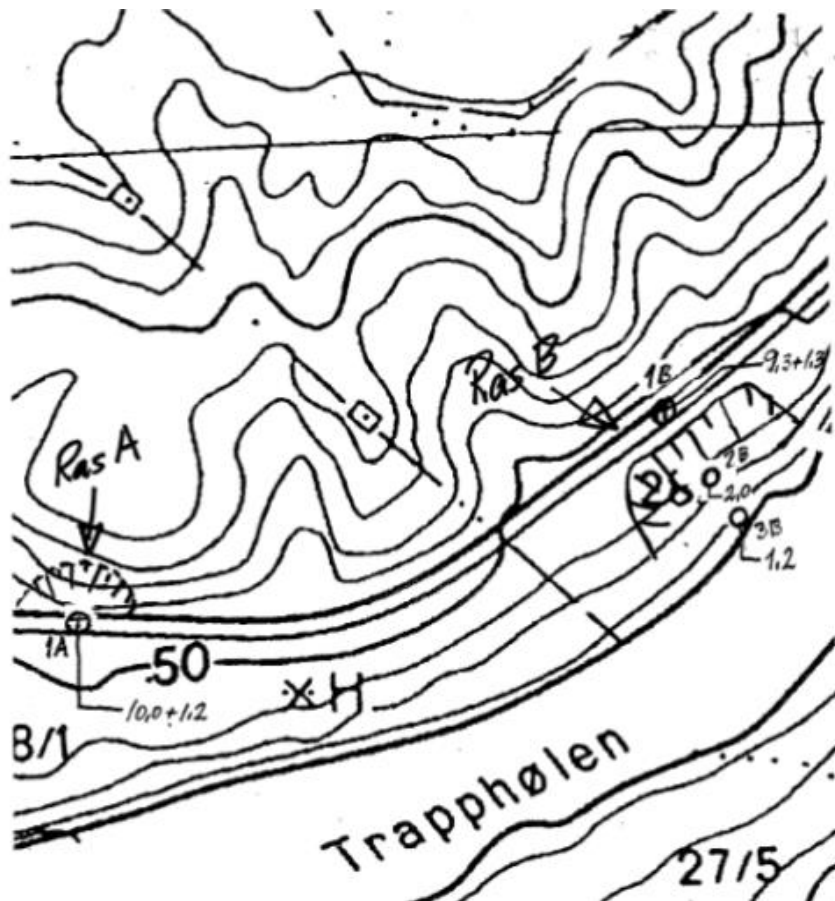
I det andre området sett i profileringsretning (Ras B) er det utført en totalsondering og to slagsonderinger. Totalsonderingen viste dybde til fjell på 9,3 meter, slagsonderingene viste dybde til fjell på 2,0 og 1,2 meter. Sonderingene ser ut til å være utført i området bestående

av breelavsetning på løsmassekartet til NGU. Basert på disse tre resultatene ble det antatt en gjennomsnittlig dybde til fjell for området på 4,6 meter.

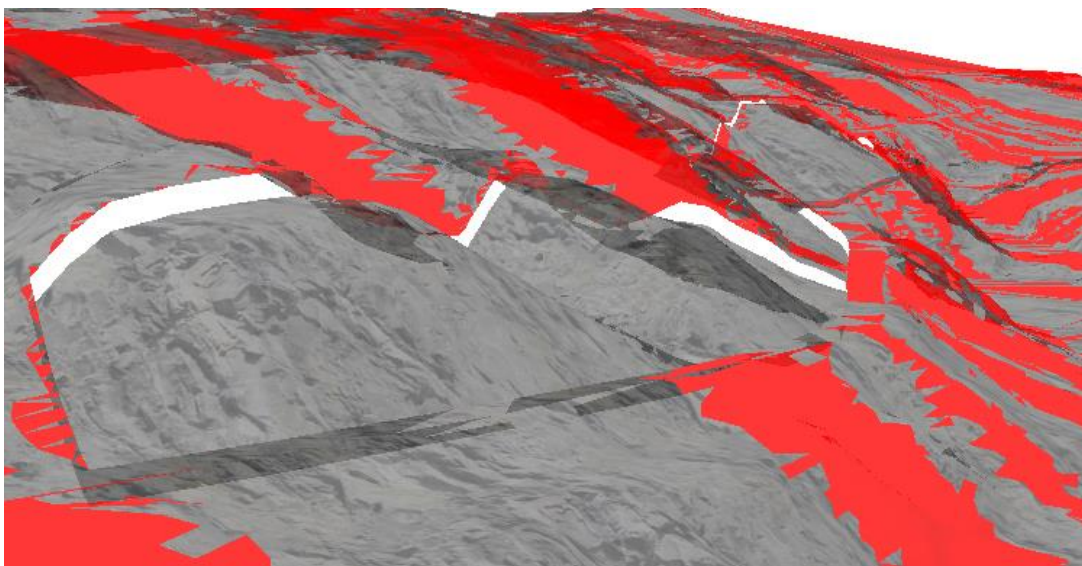
I området med borprøver tilknyttet DWG-filen er boringene gjort i hav- og fjordavsetninger (NGU, 2022). Boringene ser ut til å vise økende fjelldybde lengre inn skråningen. Basert på dette ble det anslått en gjennomsnittlig dybde til fjell på 3,5 meter. Dette er noe større enn gjennomsnittsverdien av borepunktene. Plasseringene av borepunktene er vist i vedlegg C.6: *Boringer*.

For resten av området ble satt en gjennomsnittlig dybde til fjell på 1,8 meter. For disse områdene eksisterte det ingen målinger. Den eneste tilgjengelige kilden på dybden til terreng er løsmassekartet til NGU. Men uten fysiske målinger å sammenlikne kartet med, blir antakelsene som gjøres svake. Mektigheten til avsetninger anslås for eksempel som varierende fra 0,5 til mer enn 10 meter. Av den grunn ble det heller gjort en konservativ antakelse på gjennomsnittsdybde til fjell.

Antatte dybder til fjell for terrengmodellen er vist i Vedlegg C.7: *Anslått fjelldybde*, og den modellerte berggrunnen er vist i figur 42.



Figur 41. Oversikt over total- og enkelsondering ved Årbofossen (Årbogen, 2006a).



Figur 42. Figuren viser modellering av berggrunn (privat figur fra Novapoint).

6.4.2 Overbygning

Fra premissdokumentet (vedlegg E.2) fremkommer det at vegen har en trafikkbelastning tilsvarende trafikkgruppe A, bæreevnegruppe 6, $C_u \geq 50$ Kpa og telefarlighetsgruppe T4.

Tabellene 3.9, 3.10, 3.12, 3.17, 3.19, 3.20 og 3.21 i N200 benyttes for å dimensjonere overbygningen (Statens vegvesen, 2021c, s 160-161 & 172-175). Figur 1 i Vedlegg E.2 viser en oversikt over når vegen går i fylling og i bergskjæring. Vedlegg C.2 viser prosjekterte normalprofiler for område 2. Vedlegg C.4: *Overbygning område 2: Årbofossen* viser prosjektert vegoverbygning for vegen på fylling og i løsmasseskjæring, samt i bergskjæring.

Vegoverbygning i fylling og løsmasseskjæring

Dekke: 3,0 cm Agb11 slitelag og 3,0 cm Agb11 bindlag.

Lastfordelingskoeffisient: 3,0

Bærelag: 20 cm Fk (0/32)

Lastfordelingskoeffisient: 1,35

$$BI_k = 39$$

$$BI = 3 \cdot (3,0 + 3,0) + 20 \cdot 1,35 = 45$$

Forsterkningslag: 60 cm kult, Fk (20/120).

Lastfordelingskoeffisient: 1,1

Kan redusere tykkelsen på laget: $60 \text{ cm} \cdot 1/1,1 \approx 55 \text{ cm}$.

I premissdokumentet (Vedlegg E.2) kommer det frem at vegen skal frostsikres. Det skal brukes sprengstein, T2, fra linja i frostsikringslaget. Det medfører at T2 kan betraktes som ny undergrunn og tykkelsen på forsterkningslaget kan dermed reduseres. Det antas bæreevnegruppe 4 for sprengsteinen.

Ny tykkelse på forsterkningslag: 40 cm kult, Fk (20/120).

Kan reduseres: $40 \text{ cm} \cdot (1/1,1) \approx 37 \text{ cm}$

Total tykkelse på overbygning: $3,0 \text{ cm} + 3,0 \text{ cm} + 20 \text{ cm} + 37 \text{ cm} = 63 \text{ cm}$

Tykkelsen frostsikringslag: $139 \text{ cm} - 63 \text{ cm} = 76 \text{ cm}$

Den resulterende overbygningen er oppsummert i tabellen under (tabell 38).

Tabell 38. Tabellen viser den prosjekterte overbygningen i fylling og løsmasseskjæring.

Dekke	3,0 cm Agb 11 over 3,0 cm Agb 11 (160/220)
Bærelag	20 cm Fk (0/32)
BI _{krav}	39
BI	45
Forsterkningslag	37 cm kult (20/120)
Frostsikringslag	76 cm sprengt stein (0/300)

Vegoverbygning i bergskjæring

Dekke: 3,0 cm Agb11 slitelag og 3,0 cm Agb11 bindlag.

Lastfordelingskoeffisient: 3,0

Bærelag: 20 cm Fk (0/32)

Lastfordelingskoeffisient: 1,35

$$BI_k = 39$$

$$BI = 3 \cdot (3,0 + 3,0) + 20 \cdot 1,35 = 45$$

Forsterkningslag: 30 cm kult, Fk (20/120).

Lastfordelingskoeffisient: 1,1

Kan redusere tykkelsen på laget: $30 \text{ cm} \cdot 1/1,1 \approx 28 \text{ cm}$.

Den resulterende overbygningen er oppsummert i tabellen under (tabell 39).

Tabell 39. Tabellen viser den prosjekterte overbygningen i bergskjæring.

Dekke	3,0 cm Agb 11 over 3,0 cm Agb 11 (160/220)
Bærelag	20 cm Fk (0/32)
BI_{krav}	39
BI	45
Forsterkningslag	28 cm kult (20/120)

For å unngå telehiv ved overgangen mellom materialer med ulik telefarlighet, skal det bygges en utkiling med ikke telefarlige materialer. Utformingen av denne utkilingen følger figur 3.5 i N200 (Statens vegvesen, 2021c, s. 169). Utkilingslengden bestemmes ut fra frostsikringsdybde og tabell 3.16 i N200, stiller krav til helning på utkilingen.

Frostsikringsdybden: 1,33 m (ref. vedlegg E.2)

Helning på utkilingen: 1:25 (ref. vedlegg E.2)

$$\text{Utkilingslengde} = 1,33 \text{ m} \cdot 25 = 33,25 \text{ m}$$

6.4.3 Linjeføring

Gjeldende dimensjoneringstabell er tabell 3.10 i N100 (tabell 6) (Statens vegvesen, 2021b, s. 60). På grunn av tele- og rasproblematikk trekkes linjen vekk fra Storelva. Det gjør at veglinja skjærer mye inn i terrenget ettersom det er skrånende, som medfører at det er urealistisk å etterstrebe massebalanse ved traséomleggingen. Det anbefales istedenfor å utforske mulighetene for hva disse massene kan benyttes til i nærheten.

Grunnet det skrånende terrenget blir det stedvis store skråningsutslag. Det anbefales derfor å etablere sikringstiltak for å redusere utslagene. Prosjekteringen av sikringstiltakene ligger utenfor omfanget til oppgaven. Krav 1.240 og tilhørende tabell 1.17 i N200 (tabell 9) angir største tillatte skråningshelning i skjæring (Statens vegvesen, 2021c, s.71). Marine avsetninger indikerer at løsmassene består av leire, finsand og silt (NGU, 2022), som gir en tillatt skråningshelning på 1:3 uten sikringstiltak og 1:2 med sikringstiltak (Statens vegvesen, 2021c, s.71).

6.4.4 Utforming av tverrprofil

Bestemmelse av grøfteflatene

I premissdokumentet kommer det frem at anbefalt dreneringssystem er åpen drenering, og at helningen på grøfteskråningene settes til 1:2 for løsmasseskjæring og 1:4 for bergskjæring (Vedlegg E.2). Bredden på grøfteskråningen fra vegskulderen bestemmes av kravet om 0,35 meter høydeforskjell mellom grøftebunn og forsterkningslag. Dimensjoneringen av overbygningen resulterer i følgende høyde på overbygningen.

- Overbygning i skjæring- og fylling i løsmasser:
 - høyde = $3,0 + 3,0 + 20,0 + 37,0 = 63,0$ [cm]
- Overbygning bergskjæring: Der hvor overbygningen er dimensjoner for skjæring i berg:
 - høyde = $3,0 + 3,0 + 20,0 + 28,0 = 54,0$ [cm]

I henhold til tverrfallsdiagrammet i vedlegg C.9: *Plan- og lengdeprofil del 1, Pr.0-Pr.450* og C.10: *Plan- og lengdeprofil del 2, Pr.450-Pr.782* legges lagene ut med takfall på 3% på rettstrekket. I kurvaturen legges lagene ut med fall på inntil 8 %. Høydekravet gjelder fra bunn av forsterkningslaget. For å sikre tilstrekkelig høydedifferanse beregnes nødvendig bredde på grøfteskråning for verste tilfelle. Beregningen løses grafisk ved å tegne

tverrprofilen i AutoCAD, og presenteres i vedlegg C.8: *Nødvendig bredde grøft*.

Oppsummering av bredde grøft er presentert i tabell 40.

Tabell 40. Tabellen viser den prosjekterte grøftbredden for overbygning i løsmasse og i berg.

Type skjæring	Verste tilfelle	Bredde på vegbane
Berg	Fall på 0.08 + breddeutvidelse på 0,4 m	$1,75 + 0,5 + 0,4 = 2,65$ [m]
Løsmasse	Fall på 0.08 + breddeutvidelse på 0,3 m	$1,75 + 0,5 + 0,3 = 2,55$ [m]

Verdiene fra den grafiske beregningen rundes opp til 4,580 m og 2,210 m for henholdsvis grøft i bergskjæring og løsmasse.

Bestemmelse av fyllingsflatene

Skråningshelning for vegfyllingene bestemmes av krav 1.254 i N200. Tilhørende tabell 1.18 viser at skråningshelningene som kan benyttes avhenger av materialet fyllingen består av (Statens vegvesen, 2021c, s.75). Til vegfyllingen skal det gjenbrukes masser fra linja.

Løsmassekartene fra NGU indikerer at massene over berget består av finsand, silt og leire (NGU, 2022b). Det betyr at tilgjengelige masser er følgende:

- Steinmasser
- Masser av finsand, silt og leire.

For fyllinger bestående av steinmasse kan helningen være på inntil 1:1,5. For fyllinger bestående av de resterende massene kan helningen være på inntil 1:3 (Statens vegvesen, 2021c, s.75). Steinmassene har flere bruksområder enn de resterende massene, og derfor prioriteres det å benytte de resterende massene til vegfylling. Unntaket er der skråningsutslaget blir så stort at fyllingen havner i Storelva med helning 1:3. Ved disse tilfellene benyttes steinmassene i fyllingslaget slik at inngrep i Storelva unngås. Dette unntaket inntreffer ved to strekninger:

1. Profilnummer (Pr.) 130 - 150
2. Pr 335 - 365 (ref. vedlegg C.5: *Trasé Årbofossen*).

Bestemmelse av jordskjæringsflatene

Som tidligere nevnt indikerer løsmassekartene fra NGU at massene over berget har innslag av finsand, silt og leire. Da er største tillatte skråningshelning satt til 1:3 uten sikringstiltak og 1:2 med sikringstiltak (tabell 9) (Statens vegvesen, 2021c, s. 117). Uten sikringstiltak blir det store skråningsutslag på venstre side av profileringsretningen. I vegmodellen er de tegnet inn med helning 1:3, men ved videre prosjektering er det nødvendig med geoteknisk vurdering av skråningsstabiliteten.

Bestemmelse av fanggrøfter

I bergskjæringer skal det legges inn fanggrøfter (Statens Vegvesen, 2021c, s. 48).

Bergskjæringene prosjekteres med 10:1 skjæring.

På høyre side av vegens profileringsretning er det et langt strekke der vegens profil skjærer berget:

1. Pr. 400 - 465 (ref. vedlegg C.5).

Høyden på skjæringen er varierende, men det velges en representativ dimensjonerende høyde for skjæringen på 7,5 meter. Fanggrøftens bredde må da minst være ca. 3,6 meter (figur 16) (Statens vegvesen, 2021c, s. 49).

På venstre side av vegens profileringsretning skjærer vegens profil berget på flere steder. Områdene slås sammen til to strekninger:

1. Pr. 240 – 615
2. Pr. 625 – 782 (ref. vedlegg C.5).

For den første strekningen velges en representativ dimensjonerende høyde for skjæringen på 10 meter. Det gir et breddekrav på 3,6 meter for fanggrøften (figur 16). For den andre strekningen velges en representativ dimensjonerende høyde for skjæringen på 3 meter. Det gir et breddekrav på 3,4 meter for fanggrøften (figur 16).

I realiteten har den valgte representative dimensjonerende høyden ikke stor betydning for avlesning for nær vertikal skjæring. Det skyldes at avlesningslinjen i figur 15 også er nært vertikal så lenge en befinner seg under 15 meter.

6.4.5 Sideterreng

Vegen har en sikkerhetsavstand (A) på 5 meter. Eventuelt tillegg ved ytterkurve, T1, er på 2 m, og anvendes dersom horisontalkurveradiusen er mindre enn 300 m. Tillegg T2 skal legges til ved hellende terreng dersom skråningen er brattere enn 1:4 (ref. kap. 3.4).

Alle skråningene ned mot Storelva i prosjektområdet har helning og skråningshøyde som er brattere enn det kravet godtar og strekningen må sikres med rekkverk (tabell 14). For prosjektområdet er det kun T3-tillegget ved parallelle veger eller motgående kjørebane som kan være relevant. Den prosjekterte avkjørselen går til tider parallelt med hovedvegen, men ÅDT er mindre enn 100 slik at T3 settes til 0 (Statens vegvesen, 2022c, s. 25).

6.4.5 Avkjørsel

Traséomleggingen berører en avkjørsel. Avkjørselen betjener hovedsakelig et lite småbruk, og benyttes trolig av mindre personlige kjøretøy og diverse maskiner i tilknytning småbruket. Avkjørselen vil prosjekteres med grusdekke. Krav til hjørneavrunding, sikt og linjeføring er omhandlet i premissdokumentet for avkjørselen (Vedlegg E.3).

Dimensjoneringen av overbygningen er omhandlet i premissdokumentet for avkjørselen (vedlegg E.3). Vegoverbygning for løsmasseskjæring og fylling er framstilt i tabell 41, men vegoverbygning for bergskjæring er framstilt i tabell 42.

Tabell 41. Overbygning i avkjørsel for løsmasseskjæring og fylling.

Dekke	5,0 cm grus
Bærelag	15,0 cm Fk (0/32)
Forsterkningslag	35,0 cm Fk

Tabell 42. Overbygning i avkjørsel for bergskjæring.

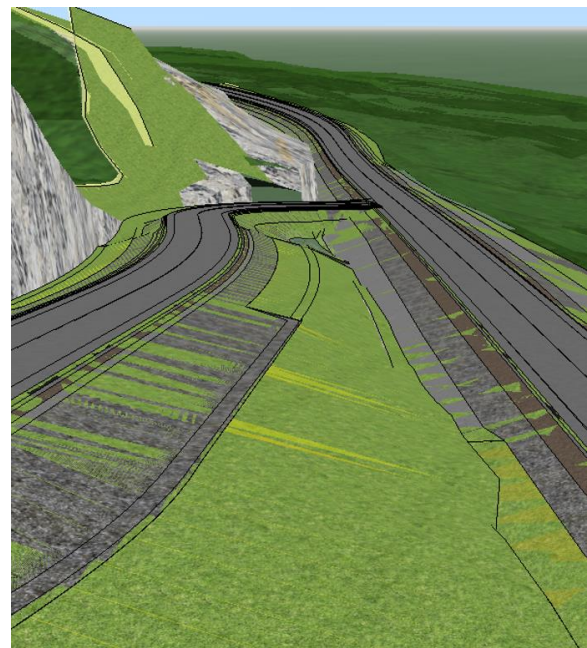
Dekke	5,0 cm grus
Bærelag	10,0 cm Fk (0/32)

Utformingen av tverrprofilet er omhandlet i vedlegg E.3. På venstresiden av vegens profileringsretning avgrenses grøfte- eller fyllingsskråning mot fjellskjæringen i tverrprofilet til primærvegen. Utforming av avkjørsel for prosjektert vegtrasé er presentert i vedlegg C.11: *Plan- og lengdeprofil avkjørsel.*

Slik avkjørselsvegen er tegnet ut (figur 43 & 44) stiller ikke vegnormal 101 krav til rekkverk for strekningen ettersom skråningshøydene havner innenfor tillatt verdi (ref. kap 3.4). Likevel anbefales det å plassere rekkverk langs deler av avkjørselsvegen. Det skyldes kombinasjonen av krapp horisontal- og vertikalkurvatur. Når en kjører mot profileringsretningen, kjører en inn i kombinasjonen krapp ytterkurve i bratt nedoverbakke (figur 43 & 44). Hvis det er glatt, kan kjøretøyet lett miste veggrepet og skli. I ytterste konsekvens kan da kjøretøyet skli ut i vegbanen til primærvegen. Av den grunn anbefales det rekkverk langs delen av avkjørselsvegen. Plasseringen av rekkverket er vist på vedlegg C.12: *Rekkverksbehov og sikt i avkjørsel*.



Figur 43. Modellering av avkjørselen, sett fra sørøst (privat figur fra Novapoint).



Figur 44. Modellering av avkjørselen, sett fra vest (privat figur fra Novapoint).

6.4.6 Siktkontroll

Siktkontroll for traséen er utført i Novapoint. Siktkravene for vegen er 45 meter for møtesikt og 100 m for stoppsikt (ref. tabell 6). Siktkontrollen for område 2 fra Novapoint rapporterte om ingen feil. Siktretkantene for avkjørselen er kontrollert og vist i vedlegg C.12.

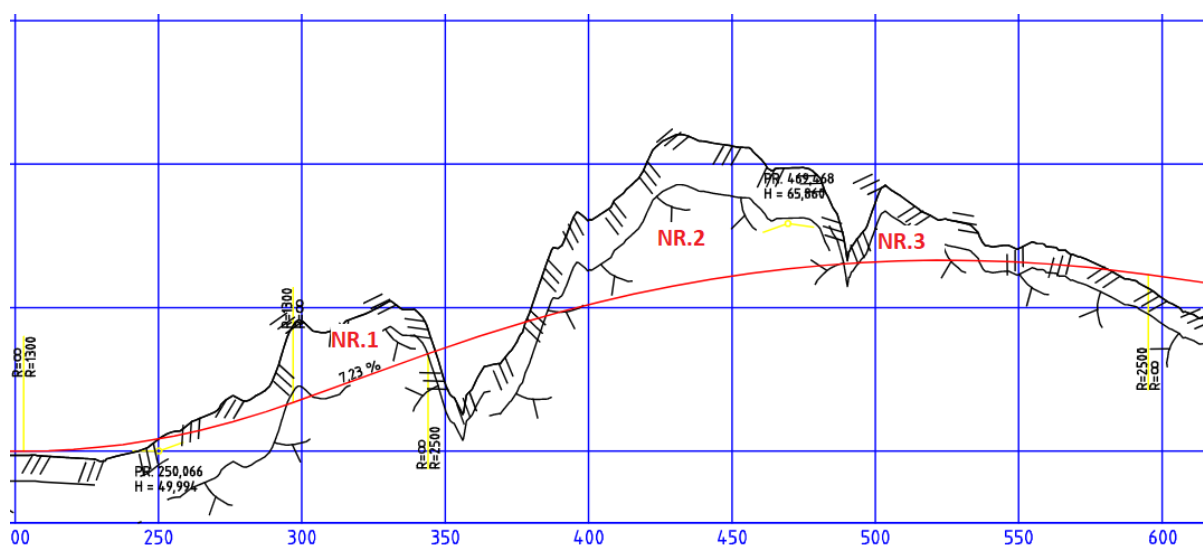
6.4.7 Stikkrenner

Fordi det utføres en traséomlegging for område 2, er det valgt å legge nye stikkrenner. For å oppnå optimal drenering i grøftene er det valgt å benytte stikkrenner med dimensjon på 600 mm (tabell 16). Stikkrennenes plassering er ikke prosjektert i denne oppgaven.

6.4.8 Sprengningsplaner

Ved å flytte veglinja inn i terrenget, bort fra elva, må det utføres bergsprengning i planeringsarbeidet. Det er utarbeidet tre sprengningsplaner for dette arbeidet. Berggrunnen består av granittisk gneis (NGU, 2022a). Granittisk gneis har god sprengbarhet og er satt til 0,43 i premissdokumentet (vedlegg E.2) (Olsen, 2009, s. 9). Alle formler benyttet i følgende utarbeiding er hentet fra Olsen (2009) *Sprengning i dagen*. Beregningene er presentert i vedlegg F.3: *Sprengningsplan 1 område 2 pall*, F.4: *Sprengningsplan 2 område 2 pall* og F.5: *Sprengningsplan 3 område 2 pall*.

Sprengningsplanenes posisjon, langs veglinja, vises på figur 45.



Figur 45. Figuren viser posisjonen til sprengningsplanene langs veglinja (privat figur fra AutoCAD).

Sprengningsplan nr. 1

Beregningene for utforming av bor-, lade- og tennplan er presentert i vedlegg F.3. Under presenteres tabeller med de viktigste resultatene fra sprengningsplanen.

Borplan

Bredden på sprengningsarbeidet er satt til 50 m fra målinger i kart og dybden inn i terrenget må være minimum 35 m for å oppnå ønsket utviding inn i terrenget (vedlegg F.3). Det er valgt en pallhøyde på 3,0 m basert på gjennomsnittlig pallhøyde målt fra den utarbeidede trassén (vedlegg C.5). Bormønsteret er utarbeidet med forskjøvet mønster og borhullshelning på 10 grader. Den resulterende borplanen består av fire raster med totalt 93 borehull pr. salve. Sprengningsplanen inneholder totalt 8 salver som gir et sprengt volum $\approx 5622 \text{ m}^3$ (tabell 43).

Tabell 43. Tabellen viser en oppsummering av borplan. Beregninger er presentert i vedlegg F.3.

Pallhøyde	3,0 m
Borhulldiameter	45 mm
Forsetning B1	1,44 m
Avstand S1	1,80 m
Forsetning B2-4	1,03 m
Avstand S2	2,58 m
Bredde salve	51,60 m
Dybde salve	4,54 m
Boret lengde	7,06 m
Antall borhull rast 1	29 stk.
Antall borhull rast 2	21 stk.
Antall borhull rast 3	22 stk.
Antall borhull rast 4	21 stk.
Totalt antall borhull pr. salve	93 stk.
Totalt sprengt volum. pr. salve	702,79 sm^3
Antall salver	8 stk.
Totalt sprengt volum	5622,32 sm^3

Ladeplan

I ladeplanen benyttes sprengstoffet ANFO av typen Exan EA. Sprengstoffets tetthet ρ er 0,86 kg/dm^3 (Orica mining services, 2010). Grunnet den lave pallhøyden er det kun behov for bunnladning i salven (Orica mining services, 2018). Det resulterende sprengstofforbruket i sprengningsarbeidet er 1984 kg (tabell 44).

Tabell 44. Tabellen viser en oppsummering av ladeplanen. Beregninger er presentert i vedlegg F.3.

Uladet lengde	1,05 m
Bunnladning, lengde	1,95 m
Masse pr. hull	2,67 kg/hull
Totalt forbruk sprengstoff pr. salve	248 kg
Total ladning i salven	0,353 kg/sm ³
Totalt forbruk sprengstoff	1984 kg

Tennplan

Tennplanen er utarbeidet med forutsetningen at ladningene skal detoneres rast for rast. For at sprengsteinen skal få tid til å ekspandere og redusere pakningsgraden av røysa må detonasjonsintervallet mellom rast 1 og 2, 2 og 3 og 3 og 4 være minst henholdsvis 12- og 10 ms (tabell 45) (Olsen, 2009, s 53).

Tabell 45. Tabellen viser minste tidsintervall for at sprengsteinen skal få tid til å utvide seg.

Minste nødvendige forsinkelse mellom rast 1 og 2	$tr_{min} \geq 9,4 \times B^{0,67}$ $tr_{min} \geq 9,4 \times 1,35^{0,67}$	12 ms
Minste nødvendige forsinkelse mellom rast 2 og 3, 3 og 4	$tr_{min} \geq 9,4 \times B^{0,67}$ $tr_{min} \geq 9,4 \times 0,95^{0,67}$	9,58 ms \approx 10 ms

Det benyttes NONEL tennersystemet Exel Unidet + Exel Connectadet. Tennesystemet er bygd opp av en kombinasjon av tennere i borhull og koblingsenheter. Alle borhull lades med Exel Unidet, disse har samme forsinkelse. Detonasjonsrekkefølgen bygges opp på overflaten med koblingsenheten Exel Connectadet. Inntil 5 borhulltennere kan kobles til en Exel Connectadet (Orica mining services, 2010 & Orica mining services, 2021). Detonasjonen initieres med Pentex 250 primer (tabell 46) (Orica mining services, 2018).

Tabell 46. Tabellen viser en oppsummering av tennplanen. Beregninger er presentert i vedlegg F.3.

Beskrivelse	Forsinkelse	Lengde	Antall	Farge
Exel Unidet i borhull. Alle har samme forsinkelsestid. Initiating gjøres med Exel Connectadet.	500 ms	4,8 m	93 stk.	Rød
Første rast Exel Connectadet	3 ms	15,0 m	6 stk.	Grønn
Andre rast Exel Connectadet	17 ms	15,0 m	5 stk.	Gul
Tredje rast Exel Connectadet	42 ms	15,0 m	5 stk.	Hvit
Fjerde rast Exel Connectadet	67 ms	15,0 m	5 stk.	Blå
Primer i alle hull Pentex 250			93 stk.	Rød
Total sprengningstid for salve: 500 ms + 67 ms = 567 ms				

Sprengningsplan nr. 2 (pallsprengning)

Beregningene for utforming av bor- lade- og tenneplan er presentert i vedlegg F.4. Under presenteres tabeller med de viktigste resultatene fra sprengningsplanen.

Boreplan

Bredden på sprengningsarbeidet er satt til 90 m fra målinger i kart og dybden inn i terrenget må være minimum 50 m for å oppnå ønsket utviding inn i terrenget (vedlegg F.4). Det er valgt en pallhøyde på 6,5 m basert på gjennomsnittlig pallhøyde målt fra den utarbeidede trassén (vedlegg C.5). Bormønsteret er utarbeidet med forskjøvet mønster og borhullshelning på 10 grader. Den resulterende borplanen består av fire raster med totalt 172 borehull pr. salve. Sprengningsplanen inneholder totalt 12 salver som gir et sprengt volum $\approx 29628 m^3$ (tabell 47).

Tabell 47. Tabellen viser en oppsummering av borplan. Beregninger er presentert i vedlegg F.4.

Pallhøyde	6,5 m
Borhulldiameter	45 mm
Forsetning B1	1,35 m
Avstand S1	1,69 m
Forsetning B2-4	0,95 m
Avstand S2	2,38 m
Bredde salve	90,44 m
Dybde salve	4,20 m
Boret lengde	7,06 m
Antall borhull rast 1	54 stk.
Antall borhull rast 2	39 stk.
Antall borhull rast 3	40 stk.
Antall borhull rast 4	39 stk.
Totalt antall borhull pr. salve	172 stk.
Totalt sprengt volum. pr. salve	2469,01 sm ³
Antall salver	12 stk.
Totalt sprengt volum	29628,12 sm ³

Ladeplan

I ladeplanen benyttes sprengstoffet ANFO av typene Exan E og Exan EA. EA er brukt i bunnladningen, mens E er brukt i pipeladningen. Deres tetthet ρ er henholdsvis $0,86 \text{ kg/dm}^3$ (Exan EA) og $0,83 \text{ kg/dm}^3$ (Exan E) (Orica mining services, 2010). Det resulterende sprengstofforbruket i sprengningsarbeidet er 12672 kg (tabell 48).

Tabell 48. Tabellen viser en oppsummering av ladeplanen. Beregninger er presentert i vedlegg F.4.

Uladet lengde	1,37 m
Bunnladning, lengde	1,83 m
Pipeladning, lengde	2,76 m
Masse pr. hull bunnladning	2,50 kg/hull
Masse pr. hull pipeladning	3,64 kg/hull
Masse pr. hull	6,14 kg/hull
Totalt forbruk sprengstoff pr. salve	1056 kg
Total ladning i salven	$0,427 \text{ kg/sm}^3$
Totalt forbruk sprengstoff	12672 kg

Tennplan

Som for sprengningsplanen nr. 1 skal salven detoneres rast for rast. Detonasjonsintervallet mellom rast 1 og 2 er 12 ms og 9 ms mellom rast 2 og 3 og 3 og 4 (tabell 49) (Olsen, 2009, s.53).

Tabell 49. Tabellen viser minste tidsintervall for at sprengsteinen skal få tid til å utvide seg.

Minste nødvendige forsinkelse mellom rast 1 og 2	$tr \min \geq 9,4 \times B^{0,67}$ $tr \min \geq 9,4 \times 1,35^{0,67}$	11,49 ms \approx 12 ms
Minste nødvendige forsinkelse mellom rast 2 og 3, 3 og 4	$tr \min \geq 9,4 \times B^{0,67}$ $tr \min \geq 9,4 \times 0,95^{0,67}$	9,08 ms \approx 9,0 ms

Det benyttes samme tennersystem som som for sprengning nr. 1, et NONEL-system bestående av Exel Uniddet og Exel Connectadet. Samt primeren Pentex 250 (tabell 50) (Orica mining services, 2010 & 2021).

Tabell 50. Tabellen viser en oppsummering av tennplanen. Beregninger er presentert i vedlegg F.4.

Beskrivelse	Forsinkelse	Lengde	Antall	Farge
Exel Unidet i borhull. Alle har samme forsinkelsestid. Initierting gjøres med Exel Connectadet.	500 ms	6,0 m	172 stk.	Rød
Første rast Exel Connectadet	3 ms	15,0 m	11 stk.	Grønn
Andre rast Exel Connectadet	17 ms	15,0 m	8 stk.	Gul
Tredje rast Exel Connectadet	42 ms	15,0 m	8 stk.	Hvit
Fjerde rast Exel Connectadet	67 ms	15,0 m	8 stk.	Blå
Primer i alle hull Pentex 250			172 stk.	Rød
Total sprengningstid for salve: 500 ms + 67 ms = 567 ms				

Sprengningsplan nr. 3 (pallsprengning)

Beregningene for utforming av bor-, lade- og tennplan er presentert i vedlegg F.5. Under presenteres tabeller med de viktigste resultatene fra sprengningsplanen.

Borplan

Bredden på sprengningsarbeidet er satt til 45 m fra målinger i kart og dybden inn i terrenget må være minimum 20 m for å oppnå ønsket utviding inn i terrenget (vedlegg F.5). Det er valgt en pallhøyde på 2,0 m basert på gjennomsnittlig pallhøyde målt fra den utarbeidede trassén (vedlegg C.5). Bormønsteret er utarbeidet med forskjøvet mønster og borhullshelning på 10 grader. Den resulterende borplanen består av fire raster med totalt 80 borehull pr. salve. Sprengningsplanen inneholder totalt 10 salver som gir et sprengt volum $\approx 4140 \text{ m}^3$ (tabell 51).

Tabell 51. Tabellen viser en oppsummering av borplan. Beregninger er presentert i vedlegg F.5.

Pallhøyde	2,0 m
Borhulldiameter	45 mm
Forsetning B1	1,48 m
Avstand S1	1,85 m
Forsetning B2-4	1,05 m
Avstand S2	2,63 m
Bredde salve	44,71 m
Dybde salve	4,63 m
Boret lengde	2,53 m
Antall borhull rast 1	25 stk.
Antall borhull rast 2	18 stk.
Antall borhull rast 3	19 stk.
Antall borhull rast 4	18 stk.
Totalt antall borhull pr. salve	80 stk.
Totalt sprengt volum. pr. salve	414 sm ³
Antall salver	10 stk.
Totalt sprengt volum	4140 sm ³

Ladeplan

I ladeplanen benyttes sprengstoffet ANFO av typen Exan EA. Sprengstoffets tetthet p er 0,86 kg/dm³ (Orica mining services, 2010). Grunnet den lave pallhøyden er det kun behov for bunnladning i salven (Orica mining services, 2018). Det resulterende sprengstofforbruket i sprengningsarbeidet er 1600 kg (tabell 52).

Tabell 52. Tabellen viser en oppsummering av ladeplanen. Beregninger er presentert i vedlegg F.5.

Uladet lengde	0,54 m
Bunnladning, lengde	1,46 m
Masse pr. hull	2,00 kg/hull
Totalt forbruk sprengstoff pr. salve	160 kg
Total ladning i salven	0,386 kg/sm ³
Totalt forbruk sprengstoff	1600 kg

Tenneplan

Som for de andre sprengningsplanene skal salven detoneres rast for rast.

Detonasjonsintervallet mellom rast 1 og 2 er 12 ms og 10 ms mellom rast 2 og 3 og 3 og 4 (tabell 53) (Olsen, 2009, s.53).

Tabell 53. Tabellen viser minste tidsintervall for at sprengsteinen skal få tid til å utvide seg.

Minste nødvendige forsinkelse mellom rast 1 og 2	$tr_{min} \geq 9,4 \times B^{0,67}$ $tr_{min} \geq 9,4 \times 1,35^{0,67}$	12 ms
Minste nødvendige forsinkelse mellom rast 2 og 3, 3 og 4	$tr_{min} \geq 9,4 \times B^{0,67}$ $tr_{min} \geq 9,4 \times 0,95^{0,67}$	10 ms

Det benyttes samme tennersystem som som for sprengning nr. 1 og nr. 2, et NONEL-system bestående av Exel Uniddet og Exel Connectadet. Samt primeren Pentex 250 (tabell 54) (Orica mining services, 2010 & 2021).

Tabell 54. Tabellen viser en oppsummering av tennplanen. Beregninger er presentert i vedlegg F.5.

Beskrivelse	Forsinkelse	Lengde	Antall	Farge
Exel Uniddet i borhull. Alle har samme forsinkelsestid. Initierting gjøres med Exel Connectadet.	500 ms	3,0 m	80 stk.	Rød
Første rast Exel Connectadet	3 ms	15,0 m	5 stk.	Grønn
Andre rast Exel Connectadet	17 ms	15,0 m	4 stk.	Gul
Tredje rast Exel Connectadet	42 ms	15,0 m	4 stk.	Hvit
Fjerde rast Exel Connectadet	67 ms	15,0 m	4 stk.	Blå
Primer i alle hull Pentex 250			80 stk.	Rød
Total sprengningstid for salve: 500 ms + 67 ms = 567 ms				

7. Økonomisk beregning materialbruk, transport og utlegging prosjektering

Den økonomiske beregningen av prosjektet begrenser seg til kostnad av materialbruk, transport og utlegging på de to prosjekteringsområdene, grunnet manglende informasjon om veiledende kostnader for utførelsesentrepriser. I prisberegningen er Orica mining services sin prisliste gjeldende fra 02.05.2022 benyttet (Orica mining services, 2022), samt erfaringstall levert av ekstern veileder Structor Trondheim AS. Erfaringstallene er fra 2021 og er korrigert etter prisstigningen fra april 2021 til april 2022. I henhold til statistisk sentralbyrå har prisstigningen i dette tidsrommet vært på 5,4 % (SSB, 2022). Kostnadene er oppsummert i tabell 55 og 56, og presentert i sin helhet i vedlegg G.1 & G.2.

7.1 Område 1: Sandhalsan til Torsvika

Tabell 55. Oppsummering av kostnader for område 1.

Kostnader for materialbruk, transport og utlegging Område 1	
Overbygning	1 806 941 NOK
Gjennomløp	1 500 772 NOK
Sprengstofforbruk	60 212 NOK
Transport innenfor anlegg	57 335 NOK
Graving av løsmasser	135 452 NOK
Uttransport av løsmasser	1 154 354 NOK
Utlegging av sprengmasser	79 493 NOK
SUM: 4 794 559 NOK	

7.2 Område 2: Årbofossen

Tabell 56. Oppsummering av kostnader for område 2.

Kostnader for materialbruk, transport og utlegging Område 2	
Overbygning	946 930 NOK
Sprengstofforbruk	587 404 NOK
Transport innenfor anlegg	256 797 NOK
Graving av løsmasser	1 693 588 NOK
Uttransport av løsmasser	14 606 275 NOK
Utlegging av sprengmasser	359 515 NOK
SUM: 18 450 509 NOK	

8. Diskusjon

Resultatene i kapittel 5, 6 og 7 vil være grunnlaget for diskusjonen. Ved å ta resultatene i betraktning, er det kommet frem til tre diskusjonsdeler for oppgaven; område 1, område 2 og alternativet hvis fv. 6328 ikke utbedres. Kapitlet skal danne et utgangspunkt for konklusjonen i kapittel 8.

8.1 Område 1: Sandhalsan til Torsvika

8.1.1 Vegoverbygning og drenering

På vegstrekningen i område 1 var det hovedsakelig alvorlighetsgraden til dekkeskadene som påvirket valget om å prosjektere ny vegoverbygning. Fordi dekkeskadene kan ha oppstått grunnet telehiv, dårlig bæreevne og dårlig drenering ble det sett på som nødvendig å prosjektere nytt dreneringssystem i tillegg. Dermed ble både sidegrøftene og stikkrennene dimensjonert på nytt. De stikkrennene som ikke nådde minstekravet til dimensjon på 600 mm ble byttet ut. Detaljprosjekteringen for område 1 er fremstilt i kapittel 6.3.

Det er ikke gjennomført bæreevnevurderinger på eksisterende grunn og veg, og i detaljprosjekteringen så man seg nødt til å anta bæreevnegruppe. Ved mangel på nødvendige geotekniske undersøkelser, ble det antatt bæreevnegruppe 6 for detaljprosjekteringen. Mest sannsynlig er ikke bæreevnegruppe 6 langt unna fasit, men det må avklares med prøvetaking. Tykkelsen på forsterkningslaget vil avhenge av skjærstyrken, og i prosjekteringen er det antatt at $c_u \leq s_u$. Om vegens skjærstyrke i realiteten er lavere, vil man måtte utvide forsterkningslagets tykkelse, noe som vil bidra til å gjøre prosjekteringen dyrere, i tillegg vil grøftebredde og -dybde øke hvis overbygningen blir tykkere.

Fordi det ikke er avklart hva normert dekkelevetid er, kan man ikke avgjøre vegdekkets levetidsfaktor, og dermed bestemme forsterkningsbehov. Derfor bør det gjennomføres oppgravningsprøver for å avklare om det er behov for forsterkning for hele overbygningen, eller om det er kun behov for å dekkefornye. Ved å ta prøver kan man komme frem til at vegen tåler de lastene den blir utsatt for, men grunnet skadeomfanget i dekket, kan man trolig anta at det er behov for en mer omfattende utskiftning i hele vegoverbygningen

Alternativ løsning for prosjekteringen kan som nevnt være å fornye dekket, men ikke bæreevne-, forsterknings- og frostsikringslaget. Det er en løsning som vil være mer økonomisk lønnsom på kort sikt, men som en konsekvens vil dekkeskadene trolig gjenoppstå på lik linje som i dag

noen år fram i tid. Dermed vil det være behov for dekkefornyelse igjen, eventuelt å prosjektere en ny vegoverbygning.

En annen alternativ løsning kan være å fornye dekket, utbedre grøfter og bytte ut stikkrenner som ikke oppfyller dimensjon på 600 mm. Hvis krakeleringen og de langsgående sprekkene har oppstått grunnet vann i overbygningen, vil det være nødvendig å drenere ut dette vannet med tilstrekkelige grøfter og stikkrenner. Dette alternativet vil være mer økonomisk gunstig enn å grave og bytte ut hele vegoverbygningen.

8.1.2 Sikt

I vedlegg D.3 er det utført en siktkontroll for fv. 6328. For horisontalkurve 2: Kurve ved Støneshaugen og avkjørsel 1: Torsvika (ref. vedlegg D.3), ble det konkludert med at siktlinjen på 105 m krysser terrenget. Tiltak valgt for å utbedre sikten for horisontalkurven og avkjørselen er å øke bredden på grøften og sideterrenget, samt å fjerne vegetasjon i siktlinjen.

Et alternativ til dette tiltaket kan være å sette ned fartsgrensen. Fartsgrensen ved kurven og avkjørselen er 80 km/t. Hvis man velger å redusere fartsgrensen til 60 km/t, vil stoppsiktkravet bli på 70 m (ref. tabell 1 i vedlegg D.4). Ved å utføre en siktkontroll på samme måte som i vedlegg D.3 for både horisontalkurven (figur 46) og avkjørselen med det nye stoppsiktkravet, blir det likevel observert at siktlinjen krysser sideterrenget. Det vil derfor være behov for å utvide sideterrenget og rydde vegetasjonen for å oppnå siktkravet, uansett fartsgrense på strekningen.



Figur 46. Siktkontroll for horisontalkurve ved redusering av fartsgrensen (Kartverket, 2022).

En fordel med å sette ned fartsgrensen er at kjørende på fv. 6328 vil komme med mindre hastighet mot de som skal kjøre ut fra avkjørsel 1: Torsvika (ref. vedlegg D.3). På denne måten vil det, ved en eventuell kollisjon, være mindre energi innblandet i ulykken, og det vil trolig utgjøres mindre skade på begge kjørende i det eventuelle ulykkespunktet.

8.1.3 Sprengningsplan

Sprengbarheten til berggrunnen er antatt å være god på bakgrunn av at hovedbergarten på lokasjonen er dioritt. Denne sprengbarheten, sammen med borhulldiameter, pallhøyde, sprengstofftype og gjennomsnittlig fraksjon er grunnlaget for utarbeidingen av sprengningsplanene. Fra de to sprengningsplanene blir det et totalt sprengt volum på $\approx 1330 \text{ m}^3$. Det er knyttet usikkerhet til nøyaktigheten av dette volumet. Pallhøyden og grøftedybden er satt som en gjennomsnittshøyde, og vil kunne variere i virkeligheten. Samtidig er bredden på pall og grøft målt i kart, og kan dermed være unøyaktig. En variasjon i høyde, dybde og bredde vil derfor gi et annet sprengt volum.

Usikkerhet knyttes også opp mot sprengbarheten til berget. Denne er antatt til 0,42 på bakgrunn av at hovedbergarten er dioritt, men mineraler som kvart og glimmer kan endre på sprengbarheten til en bergart (Olsen, 2009, s. 9). For å få et mer nøyaktig tall på berggrunnens sprengbarhet bør det gjennomføres prøvesprengning på området. En endring i sprengbarheten fra god til middel vil ha innvirkning på den nødvendige boringen i sprengningsplanen, bormønster og sprengstoff mengde. Den nødvendige boringen øker hvis sprengbarheten er middels, mens det spesifikke sprengte volumet synker. Resultatet er et tettere bormønster når sprengbarheten går ned. Sprengstofforbruket holder seg så og si konstant, men går noe ned. Prøvetaking og nøyaktige innmålinger er derfor nødvendig for å bedre kvaliteten på sprengningsplanene utarbeidet.

8.1.4 Økonomi

Prisene benyttet i den økonomiske beregningen er hentet fra erfaringstall gitt av Structor AS, utenom sprengstoff prisene. Fordi beregningen er tuftet på erfaringstall vil det være knyttet usikkerhet til den resulterende kostnaden for prosjektet. I tillegg er det store mangler i beregningen; kostnader eksempelvis knyttet til lønn, maskinpark, rigg, strøm, transport og drivstoff er ikke i regnet. Den økonomiske beregningen på rett under 5 millioner (tabell 55) kroner gir derfor et uriktig anslag for hva utskifting av overbygning, sprengning og utbedring av grøftene på område 1 vil koste. Selv om noen priser for utlegging og transport er i regnet,

er det ikke tatt hensyn til strekningen sprengstein transporteres innenfor anlegget eller hvor lang strekning utskiftingsmasser skal transporteres til depot.

Snittprisen pr. løpemetere veg med bredde 6,5 m er mellom 50.000-90.000 kroner, men prisen kan variere mye. Hvor mye et vegprosjekt vil koste avhenger av mange faktorer, blant annet grunnforhold, om det er en utbedring eller bygging av ny veg (Solberg, 2014). Med en vegstrekning på 1,5 km på område 1 vil prisen kunne være alt fra 75-135 millioner kroner. Samtidig kan det være prisen er lavere, siden prosjektet er et utbedringsprosjekt og veglinjen ikke skal flyttes.

8.2 Område 2: Årbofossen

8.2.1 Terrengmodellen

Terrengoverflaten er generert basert på detaljerte datasett som er omhandlet i 3.6 (terrengmodell i Novapoint). Grunnet varierende tilgang på data er det gjort antakelser knyttet til dybde til fjell. Av den grunn er terrengmodellen forbundet med usikkerhet.

I ettertid så kan det stilles spørsmål til flere av antakelsene. Slagsonderingene i Ras B er utført på siden av vegen mot elva og viser mindre dybde til fjell enn målingen som er utført på den andre siden av vegen. Samtidig så er det vanskelig å anslå om den sammenhengen vil fortsatt være gjeldende lengre opp i skråningen. Det er også en annen type avsetning lengre opp i skråningen. Dette kan ha betydning for fjelldybden. Det ble tatt en beslutning om å gå ned på antakelsen i forhold til resultatet fra totalsonderingen, men antakelsen kunne også gått oppover.

Gjennomsnittlig dybde til fjell kan i realiteten være større eller mindre enn antakelsene, men uten flere målinger er det vanskelig å konkludere. Dersom antakelsene er feil vil det ha følger for vegmodellen og masseregnskapet. Skjæring i grøft og løsmasser har ulike krav til grøftehelning, og kravet til helning bestemmer bredden på grøfteskråningen ned fra vegkant ettersom grøftebunnen må ligge minst 0,35 meter under bunnen av forsterkningslaget.

Hva slags type masser overbygninger ligger på har også betydning for benyttede masser i overbygningen. Undergrunnen i bergskjæring har bedre bæreevne enn løsmasser og vil dermed ha mindre krav til lagtykkelse i forsterkningslaget. I ytterste konsekvens kan dybden til fjell være så stor at vegen kun skjærer i løsmasser eller ligger på fylling.

Denne overføringen av resultater fra reelle boringene til større generaliserte områder reduserer nøyaktigheten til terrengmodellen. I mangel på grunnlagsdata for undergrunnen gir antakelsene likevel et grunnlag for utarbeidelse av en mer komplett terrengmodell, men det er viktig å være klar på usikkerhetene knyttet til fjelldybde. Om resultatene fra oppgaven benyttes videre anbefales det å gjennomføre en grundig undersøkelse for å kartlegge dybden til fjell.

8.2.2 Overbygning

For å kunne dimensjonere vegoverbygningen er det nødvendig å vite bæreevne på undergrunnen. Målinger på dette var ikke tilgjengelige, så her ble det gjort antakelser.

Løsmassekartet til NGU og tabell 3.5 i N200 ble benyttet til å anslå sannsynlige materialer (NGU, 2022a & Statens vegvesen, 2021c, s. 156). Grunnforholdene ble vurdert til å sannsynligvis ha telefarlighetsklasse T3-T4. Videre ble det tatt en vurdering på at sannsynlige materialer i avsetningene trolig bestod av sand, leire og silt (NGU, 2015). Med antakelsen en slik undergrunn ble tabell 3.3 i N200 benyttet til å vurdere undergrunnen til bæreevne 6 (Statens vegvesen, 2021c, s. 155).

For å benytte dimensjoneringstabellen i N200 er det nødvendig å vite skjærstyrken til materialene i bæreevnegruppe 6 (Statens vegvesen, 2021c, s. 174). Men i mangel på laboratorieundersøkelser ble skjærstyrken antatt til å være større enn eller lik 50 kPa. Denne antakelsen er kun gjort for å kunne lese av tabellverdier, og må dermed anses som en stor usikkerhet i oppgaven. Dersom materialene i realiteten har svakere skjærstyrke vil nødvendig tykkelsen på forsterkningslaget og frostsikringslaget øke. Dette vil også øke totalkostnaden til prosjektet.

8.2.3 Sideterreng

Det skrånerende terrenget gjør at vegen må bekles med rekkverk på høyre side ettersom sikkerhetssonen har en minsteverdi på 5,0 meter (ref. kap. 6.4.5). Generelt anbefales det å gjøre terrenngrep fremfor utplassering av rekkverk, men i dette tilfellet ble utplassering av rekkverk vurdert som mer gunstig enn omfattende terrenngrep i Storelva.

Rekkverksbehovet er vist på vedlegg C.12.

8.2.3 Sprengningsplan

Fordi det er knyttet stor usikkerhet til dybden til fjell, vil det også knyttes usikkerhet til de resulterende sprengte volumene utarbeidet i sprengningsplanene for område 2. I tillegg til usikkerheten rundt dybden til fjell er høydene til pallene generalisert i utarbeidingen av sprengningsplanene. Pallhøyde er målt i NovaPoint-modellen og deres interne høyde varierer. En gjennomsnittlig høyde er benyttet i utarbeidingen av sprengningsplanene og dette vil trolig gi et uriktig resultat med tanke på det sprengte volumet. Sprengningsplanenes lengde og dybde er målt i kart og det knyttes også usikkerhet til nøyaktigheten av disse.

Videre kunne sprengningsplanene vært utarbeidet med større borhulldiameter slik at det ble færre borhull per rast og salve. Særlig sprengningsplan nr. 2 har mange borhull pr. salve,

totalt 172. Hadde borhulldiameteren blitt oppjustert til eksempelvis 64 mm ville dette antallet kunne reduseres.

Som på område 1 knyttes det usikkerhet til bergartens sprengbarhet. Hovedbergarten er granittisk gneis og sprengbarheten ble derfor satt til god. Gneis har generelt god sprengbarhet, men skulle sprengbarheten være middels vil det endre hele utformingen av sprengningsplanene. For å få et mer nøyaktig resultat bør dybde til fjell kartlegges, og det bør utøves prøvesprengning for å finne sprengbarheten til bergarten.

8.2.4 Økonomi

Som for område 1 er den økonomiske beregningen basert på erfaringstall som det knyttes usikkerhet til og kan variere mye. Den resulterende beregningen gir en pris på rett under 18,5 millioner kroner (tabell 56). Hovedgrunnen til at den resulterende prisen har nådd 18,5 millioner kroner er uttransport av masser. Det er antatt at disse massene er ubrukbare til formål, foruten fyllmassene i arbeidet med omlegging av veglinja.

Som for område 1 er det store mangler i den økonomiske beregningen og den gir ikke et riktig bilde av hva omlegging av vegtrasén ved Årbofossen vil koste. Terrenget er utfordrende, og grunnforholdene kan gi geotekniske utfordringer som vil kunne gjøre omleggingen kostbar. Den nye prosjekterte trasén er om lag 800 m lang og med en snittpris på 50 000-90 000 kr pr. løpemeter (Solberg, 2014) gir dette en totalpris på mellom 40-72 millioner kroner.

8.2.5 Utforskning av andre muligheter

Ved etableringen av traséomleggingen ble det tatt flere valg ut i fra kravene til vegnormalen og utformingen av terrenget.

Dreneringsløsning

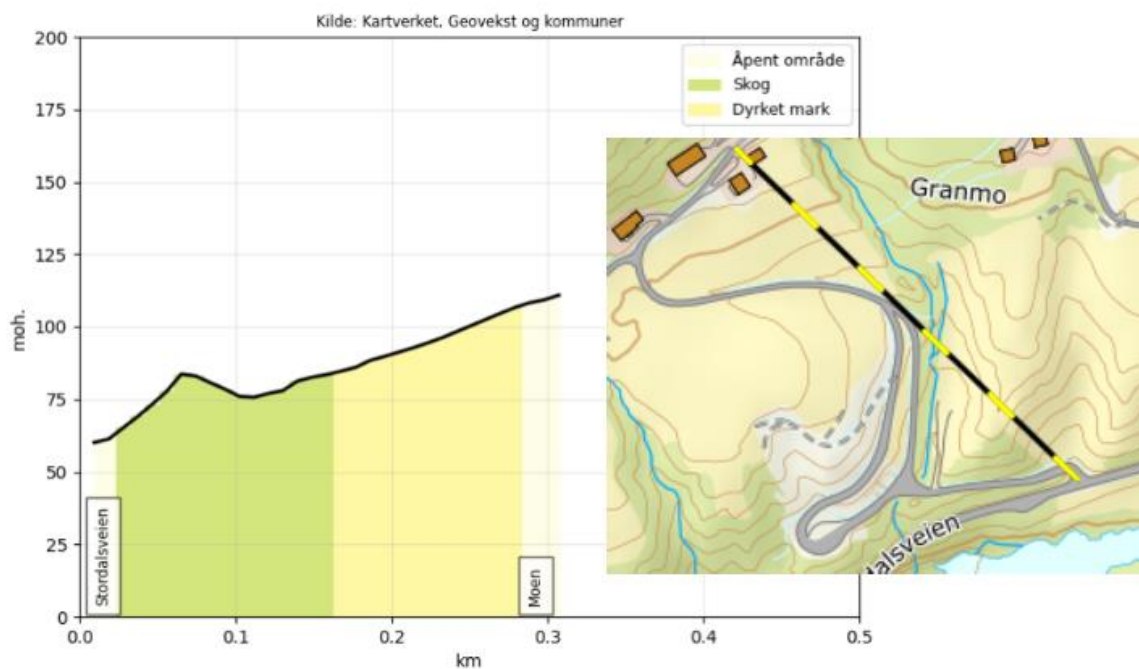
Selv om den anbefalte løsningen basert på tabell 2.12 i N200 (tabell 15) er åpen drenering, kan likevel lukket drenering være en bedre løsning i prosjektet. Kravene til helningen på grøfteskråningen og bredde på grøftebunn er den samme for begge løsningene, men ved åpen drenering er det et krav om at grøftebunnen skal være plassert minst 0,35 meter under forsterkningslaget. Det kravet medfører at grøfteskråningen blir bred. For lukket drenering er ikke dette et krav. Det gjør at terrenginngrepet for en åpen dreneringsløsning er større enn for lukket. Denne reduksjonen i terrenginngrep kan redusere kostnadene til prosjektet slik at

totalkostnaden ved lukket drenering ikke nødvendigvis blir så mye større enn for lukket. Et annet argument for lukket drenering er at terrenginngrepet i bunn av skråningene reduseres. Dette kan minske risikoen som terrenginngrepet gjør med tanke på skråningsstabiliteten i området.

Avkjørselen

I dagens situasjon berører traséomleggingen en avkjørsel. Den må derfor prosjekteres inn i forslaget til traséomleggingen. I forslaget flyttes veglinja flere meter vekk fra elva. Terrenget er bratt, noe som gjør terrenginngrepet blir stort og omfattende, og gjør det enda mer utfordrende å prosjektere inn en avkjørsel som betjener et småbruk. Høydedifferansen fra start av avkjørsel og til småbruket er omtrent 52 meter (figur 47). Denne høydedifferansen er utfordrende i dag, men når veglinja flyttes flere meter inn i terrenget blir situasjonen enda mer utfordrende.

I forslaget er dette løst ved å forsøke og la avkjørselen følge terrenglinjene før den skjærer inn i terrenget og kobler seg på den allerede eksisterende vegen. Det er en løsning med svært krapp horisontal- og vertikalkurvatur. Som nevnt i kap. 6.4.5 er det forbundet risiko ved kjøring fra småbruket mot avkjørselen på vinterføre. Dette er løst ved oppføring av rekkverk, men andre alternativer bør også utforskes.



Figur 47. Lengdeprofil fra dagens avkjørsel til småbruket (Kartverket, 2022).

Sørøst for småbruket ligger det en eiendom. Denne eiendommen benytter en annen avkjørsel fra fv. 6328. Det ser ut som eiendommene allerede er forbundet med en traktorsti. Det anbefales derfor å utforske muligheten for å koble adkomst til småbruket på avkjørselen til denne eiendommen. På den måten kan prosjekteringen av avkjørselen på traséforslaget forkastes og terrenginngrepet vil betydelig reduseres. Med tanke på kjørekraft og sikkerhet vurderes påkoblingen også som en bedre løsning (figur 48).



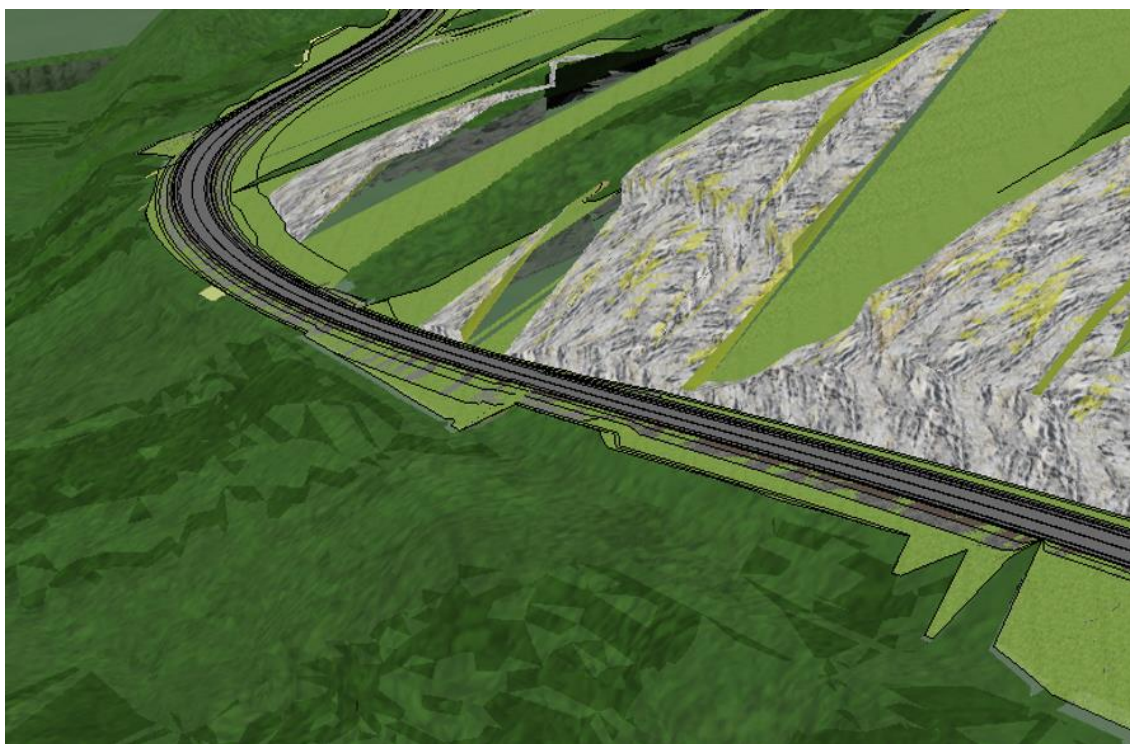
Figur 48. Forslag til påkobling av avkjørsel (Google, 2022).

Skråningsutslag

Vegnormal N200 har føringene på utformingene av helningen på skjærings- og fyllingsflatene. Resultatet av å følge føringene er store skråningsutslag på begge sider av vegen (figur 49). De strekker seg ut flere titalls-meter på hver side av vegens senterlinje. Årsaken til dette er det skrånende terrenget i prosjektområdet. Disse utslagene anses som teoretisk korrekte, men vil være til stor hinder for gjennomføringen av prosjektet. I realiteten vil vegen trolig ikke bygges med skrånings- og fyllingsutslagene som er prosjektert nå. Disse utslagene er som nevnt primært teoretiske. For å unngå disse utslagene anbefales det å rådføre seg med en geotekniker for å undersøke hvor føringer fra vegnormal N200 kan

utfordres. Dette kan være med tiltak som støttemur, plastring og etc. Målet vil være å redusere skråningsutslaget.

Det er utarbeidet et forslag for utforming dersom, etter rådførelse med geotekniker, helningene kan endres. I forslaget er helningen på jordskjæringsflatene endret fra 0.333 til 0.500. Det er også lagt inn støttemur fra pr. 0 til pr. 360 og fra pr. 650 til slutten av traséen. Vedlegg C.13 Plantegning før og etter viser en betydelig reduksjon i skråningsutslagene sammenliknet med den opprinnelige tegningen. I det tenkte forslaget er lengdeprofilet uendret. Hvorvidt det tenkte forslaget lar seg gjennomføre vil dog avhenge av føringene fra geoteknikeren, men det er ikke urimelig at skråningshelningene fra håndbøkene kan endres dersom det etableres tiltak.



Figur 49. Terrengmodell over område 2 (privat figur fra Novapoint).

Møteplasser

Vegnormal N100 stiller ikke krav til møteplasser for L2-veger (Statens vegvesen, 2021b, s. 60). Det er trolig på grunn av den lave ÅDT-en som L2-veger har. I det utarbeidede forslaget er det derfor valgt å ikke prosjektere inn møteplasser. Det valget ble tatt på bakgrunn av den tilknyttede lave ÅDT-en på 20 (ref. kap. 2.1.1). Med en så lav ÅDT anses det som usannsynlig at problemer mellom møtende kjøretøy skal hyppig oppstå. Dersom den trafikkmengden skulle øke i fremtiden kan det bli aktuelt å anvende møteplasser.

8.3 Ingen utbedring

8.3.1 Område 1

Vegstrekningen i område 1 oppfyller i utgangspunktet funksjonen til en veg. Unnlates det å gjøres tiltak vil funksjonen trolig ikke endre seg med det første. Likevel, med tanke på vegdekket, vil påkjenninger over tid påvirke dekkeskadene. De langsgående sprekkene vil trolig bli lengre, bredere og dypere. Hvis overbygningen er vannømfintlig vil manglende utbedring av grøfter føre til at bæreevnen svekkes ytterligere og telehiv dannes.

Sannsynligvis vil alternativet om å ikke utbedre område 1 føre til at kjøreopplevelsen blir forverret over tid, slik at behovet for utbedring bare blir større.

Til tross for at en horisontalkurve og en avkjørsel ikke oppnår siktkravene, er det ikke registrert noen trafikkulykker på strekningen i område 1 (Statens vegvesen, 2022b). Likevel kan man ikke vente på at trafikkulykker oppstår før man setter inn tiltak. Avkjørsel 1: Torsvika fra vedlegg D.3 er et utsatt område, der kjørende fra avkjørselen ikke har god oversikt over hva som kommer til venstre rundt svingen på fv. 6328. Kjørende på fylkesvegen kommer med en fart på 80 km/t, som vil kunne føre til at man må utøve bråstopp, i verste fall at det skjer en ulykke, hvis kjørende fra avkjørsel ikke får observert den kryssende trafikken på fylkesvegen. Samtidig er det trolig få som ikke kjenner vegen som benytter den, da det ikke er en gjennomfartsåre. Det betyr at brukere av vegen er kjent med dens forløp.

Hvis tiltak ikke utføres antas det at standarden på vegen vil forverres ytterligere. For at strekningen fra Sandhalsan til Torsvika skal oppfylle Statens vegvesens krav til utforming og funksjon, er man nødt til å utføre oppgravningsprøver slik at man får avgjort skjærstyrke og bæreevne. Dermed kan man utføre en nøyaktig prosjektering av vegoverbygningen, basert på hva forsterkningsbehovet er. Selv om det har oppstått få trafikkulykker på strekningen, er det fremdeles viktig å gjennomføre tiltak for å oppnå vegens siktkrav, slik at fremtidige trafikkulykker kan unngås.

8.3.2 Område 2

Det som utløste utbedringsbehovet i område 2 var oppdagelsen av den tidligere omtalte sprekkene i grusdekket. Som nevnt i kap. 5.1.7 skyldes skadene trolig varierende karakter på massene i vegkroppen som medfølger ulik permeabilitet. Selve sprekkene vil trolig øke i utbredelse dersom det ikke gjøres noen tiltak. Dette vil redusere kjørekomforten.

I Multiconsults befaringsrapport ble det ble konkludert med at det ikke var umiddelbar fare for utrasing av vegen (ref. kap. 5.1.7). 18. desember 2021 ble derimot vegen stengt på grunn av utglidninger. Dette døgnet var det våteste døgnet det året (Yr, 2022). På tidspunktet for befaringen var det lagt en motfylling som et midlertidig stabiliserende tiltak mot utglidningen.

En korrelasjon mellom mye nedbør og utglidningen 18. desember 2021 er ikke utenkelig. I fremtiden spås det hyppigere og mer ekstremt vær (Miljødirektoratet, 2022). Da kan det tenkes at utglidninger vil være en gjentakende hendelse. Dermed kan ingen utbedring i området gjøre at vegen stenges opptil flere ganger i året, og mister dermed sin hovedfunksjon som er å transportere folk og varer.

I tilstandsvurderingen av området kommer det frem flere andre utbedringselementer (vedlegg D.7). Blant annet er sikten for dårlig i to av horisontalkurvane og i avkjørselen. Terrenget er som tidligere nevnt svært skrånende på begge sider av vegbanen, så manøvreringsmulighetene er svært begrenset. Tilstandsvurderingene viser også behov for rekkverk langs en mindre strekning. Ved å gjøre ingenting forbedres ikke disse elementene. Alle disse momentene minker trafikksikkerheten på vegen.

9. Konklusjon

Med bakgrunn i befaringen og tilstandsvurderingen, ble det presentert et detaljert utbedringsforslag for to områder på fv. 6328 fra Årnes til Skjern. Områdene ble valgt ut med tanke på der utbedringsbehovet var mest kritisk for vegens funksjon.

Område 1 ble utpekt grunnet omfattende dekkeskader og dårlig sikt. Dekkeskadene har trolig oppstått grunnet flere skadeårsaker, og under befaringen ble det observert at dreneringsforholdene på området ikke tilfredsstillende dimensjonskravene. Dekkeskadene ble dermed vurdert til å være så omfattende at det var nødvendig å prosjektere ny vegoverbygning og dreneringssystem, som inkluderte nye grøfter og stikkrenner. Der stoppsiktkravet ikke ble møtt på strekningen, ble det valgt å utvide vegbredden og sideterrenget.

Ønsket fra oppdragsgiver var å se på strekningen ved den tidligere omtalte sprekken, og å utføre en traséomlegging. Dette innebærte å flytte veglinjen innover i terrenget, bort fra Storelva. Under tilstandsvurderingen ble det oppdaget utbedringsbehov for større deler enn sprekken, og dermed ble område 2 definert. Det gikk ut på sikt, manglende rekkverk, og underdimensjonerte grøfter. Disse elementene ble utbedret i detaljprosjekteringen, slik at de tilfredsstillter Statens vegvesens krav.

10. Nytenking

Grunnet økt klimagassutslipp, står verden nå overfor en klimakrise. Å tenke nytt og miljøvennlig er derfor viktigere enn noen gang, og det er viktig å benytte fornybar energi for å redusere utslippene. FN-sambandet har produsert 17 bærekraftsmål som skal bidra til å blant annet stoppe klimaendringene innen 2030. Delmål 9.4 sier at man skal oppgradere infrastruktur og omstille næringslivet til å bli mer bærekraftig. Det skal fokuseres på å bruke rene og miljøvennlige industriprosesser (FN-sambandet, 2022). Bygg- og anleggsbransjen bidrar til 40 % av verdens CO_2 -utslipp (ZERO, u.å.). Det er derfor svært viktig at nye anleggsprosjekter benytter seg av gode løsninger for å kutte ned på disse utslippene. I Nasjonal transportplan vedtok regjeringen et mål om en reduksjon av klimagassutslipp fra vegbygging på 40 % frem mot 2030 (ZERO, 2020).

I detaljprosjekteringen i kapittel 6 er det tatt utgangspunkt i at vegoverbygningen må prosjekteres på nytt, slik at fv. 6328 følger dagens krav i Statens vegvesens vegnormaler. Da er det også ønskelig at den nye vegoverbygningen benytter seg av mer miljøvennlige ressurser, slik at man kan bidra til å oppnå FNs bærekraftsmål.

10.1 Miljøasfalt

Veidekke har utviklet Norges første miljøasfalt, der bindemiddelet består av et miljøvennlig plantebasert alternativ i stedet for at det er basert på fossil råolje. Ifølge Veidekke kan den nye miljøasfalten redusere opp mot 40 % av CO_2 -utslippene for produksjon og utlegging. Hvor stor andel CO_2 -utslipp som reduseres med den nye miljøasfalten avhenger av bindemiddeltipe, bindemiddelinhold og asfaltkvalitet. De erfaringene Veidekke har så langt ved bruk av miljøasfalt er at den har bedre bestandighet enn tradisjonell asfaltmasse og at overflaten er like tett og fin som ved bruk av ordinært bitumen (Veidekke, u.å.).

Fv. 6328 fra Årnes til Skjern er omtrent 18 km lang, og varierer i vegbredde mellom Årnes til By og By til Skjern. For å finne hvor stor mengde CO_2 -utslipp man kan spare ved å benytte miljøasfalt i forhold til standard Agb11, må man vite hvor mange tonn asfalt som skal legges. I beregningen antas det at dekket beholder bredden sin som for den gamle asfalten, og at det legges asfalt på hele strekningen mellom Årnes og Skjern. Tabell 57 viser en oppsummering av dekkebreddene over hele fv. 6328 fra Årnes til Skjern, og summerer til slutt mengden asfalt som må legges i kubikkmeter. Data for dekkebredde og strekningslengde i tabellen er

hentet fra Statens vegvesens Vegkart (Statens vegvesen, 2022c). Dekkehøyden er dimensjonert i kapittel 6.3 og 6.4 (tabell 29, 38 og 39).

Tabell 57. Mengde asfalt i kubikkmeter som legges på fv. 6328.

Dekkebredde [m]	Strekningsslengde [m]	Dekkehøyde [m]	Kubikkmeter [m ³]
5,7	4995	0,06	1708,29
5,9	3503	0,06	1240,062
5,8	1877	0,06	653,196
4,5	2122	0,06	572,94
4,1	1997	0,06	491,262
4,6	999	0,06	275,724
3,7	1419	0,06	315,018
3,1	1116	0,06	207,576
SUM			5464,068

For å finne antall tonn miljøasfalt som må bli lagt, brukes en oversikt fra Norsk gjenvinning. Den sier at asfalt har en vekt på omtrent 1,5 tonn/m^3 (Norsk gjenvinning, 2015). Det vil si at for denne oppgaven havner man på følgende mengde asfalt:

$$\text{Mengde asfalt for fv. 6328} = 5464,068 \text{ m}^3 \cdot 1,5 \frac{\text{tonn}}{\text{m}^3} = 8196,102 \text{ tonn}$$

Tall fra Statens vegvesen sier at 1 tonn asfalt har utslipp på omtrent 54 kg CO_2 (Statens vegvesen, 2022b). Veidekke antar en reduksjon på opptil 40 % av CO_2 -utslipp ved miljøasfalt (Veidekke, u.å.), og det blir gått ut ifra samme reduksjonsmengde i beregningen under. For fv. 6328 på strekningen Årnes til Skjern kan man dermed anta at man kan spare opptil 177,036 tonn CO_2 ved å bruke miljøasfalt, i motsetning til standard Agb. For strekningen havner dermed utslippene på 264,554 tonn CO_2 . Resultatene er presentert i tabell 58.

Tabell 58. CO_2 -regnskap for miljøasfalt på fv. 6328.

Mengde asfalt [tonn]	Utslipp CO_2 [tonn]	Mengde CO_2 [tonn]	
8196,102	0,054	442,590	
Reduksjon CO_2 -utslipp miljøasfalt ift. standard Agb [tonn]		Reduksjon i CO_2 -utslipp [tonn]	CO_2 -utslipp miljøasfalt [tonn]
0,4	SUM	177,036	265,554

Med tanke på at man kan redusere mengden CO_2 -utslipp med opp til 177,036 tonn, vil det være mer miljøvennlig å benytte Veidekkes miljøasfalt for videre prosjektering av fv. 6328 Årnes til Skjern. I 2020 la Veidekke en prøvestrekning med miljøasfalt på fv. 700 mellom Meldal og Berkåk. Testene fra denne prøvestrekningen sa at sporutvikling, styrke, vind- og værbestandighet og slitasje fra vintervedlikehold var like gode som det de forventet, og at miljøasfalten har like gode egenskaper som den tradisjonelle asfalten (Veidekke, 2021).

Med tanke på at Veidekkes erfaringer med miljøasfalten så langt bare er positive, styrker det bruken av miljøasfalt i fremtiden. Bygg- og anleggsbransjen vil stadig fokusere på nyere metoder for en mer bærekraftig fremtid, noe som vil tvinge bedriftene til å tenke nytt. Når store bedrifter som Veidekke produserer nye produkter som slipper ut mindre CO_2 , vil også andre bedrifter følge etter denne utviklingen.

11. Referanser

- Atb (2021). *Linje 592*. Tilgjengelig fra: https://www.atb.no/getfile.php/1389978-1623584757/Rutetabeller/21-22_region/AtB_Linje592.pdf (Hentet 2. mai 2022).
- Berg, T. R. (2020). *FKB*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/FKB> (Hentet 10. mai 2022).
- Bryhni, I. (2019). *Den kaledonske fjellkjeden*. Tilgjengelig fra: https://snl.no/Den_kaledonske_fjellkjeden (Hentet 19. februar 2022).
- Bylterud, A., (1966). *Vegetasjon i åpne grøfter og kanaler*, Det Norske Myrselskap. Tilgjengelig fra: <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2483881>
- Engan, K. (1962). En kort orientering om oljegrus, *Norsk Vegtidsskrift*, bind S8 nr. 3, s. 31-33. Tilgjengelig fra: <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/bitstream/handle/11250/2488684/Vegtidsskrift%201962%20%283%29.pdf?sequence=3&isAllowed=y> (Hentet 19. februar 2022).
- FN-sambandet (2022). *Industri, innovasjon og infrastruktur*. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/industri-innovasjon-og-infrastruktur> (Hentet 3. mai 2022).
- Google (2022). *Google Maps*. Tilgjengelig fra: <https://www.google.com/maps> (Hentet 10. mai 2022).
- Google (2019). *Google Street View*. Tilgjengelig fra: <https://www.google.com/maps> (Hentet 15. mars 2022).
- Kartverket (2022). *Norgeskart*. Tilgjengelig fra: <https://norgeskart.no/#!/?project=norgeskart&layers=1002&zoom=3&lat=7197864.00&lon=396722.00> (Hentet 11. mai 2022).
- Miljødirektoratet (2022) Ekstremvær. Tilgjengelig fra: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/Ekstremvar/> (Hentet 11. mai 2022)
- NGU (2022a). *Berggrunn - Nasjonal berggrunndatabase*. Tilgjengelig fra: https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/ (Hentet 19. februar 2022).

NGU (2020). *Glimmerskifer*. Tilgjengelig fra: <https://www.ngu.no/emne/glimmerskifer> (Hentet 19. februar 2022).

NGU (2022b). *Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase*. Tilgjengelig fra: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/ (Hentet 19. februar 2022).

NGU (2019). *Regionalgeologi*. Tilgjengelig fra: <https://www.ngu.no/emne/regionalgeologi> (Hentet 19. februar 2022).

NGU (2015). *Tolkning av løsmassekart*. Tilgjengelig fra: <https://www.ngu.no/nyheter/tolkning-av-l%C3%B8smassekart> (Hentet 10. mai 2022).

Norsk gjenvinning (2015). *Volum- og vektinformasjon*. Tilgjengelig fra: <https://www.norskgjenvinning.no/tjenester/avfallstyper/volum-og-vektinformasjon/> (Hentet 2. mai 2022).

NVE (2022a). *NVE Aktsomhetskart for flom*. Tilgjengelig fra: <https://temakart.nve.no/tema/flomaktsomhet> (Hentet 2. mai 2022).

NVE (2022b). *Kvikkleiresoner*. Tilgjengelig fra: <https://temakart.nve.no/tema/kvikkleire> (Hentet 16. mai 2022).

Olsen, V. (2009). *Rock Quarrying. Blast Design*. Doktoravhandling. Sted: NTNU, Trondheim.

Orica mining services (2010). *Enkel beregningsmetoder*. Tilgjengelig fra: https://www.ogers.is/static/files/Sprengiefni/Almennt/EnkleBeregn_2010.pdf (Hentet 17. mai 2022).

Orica mining services (2022). *Prisliste*. Tilgjengelig fra: <http://www.oricaminingservices.com/uploads/Norway/Norsk%20Prisliste%2002.05.2022.pdf> (Hentet 1. mai 2022).

Orica mining services (2010). *Teknisk informasjon, Dynamit papir og plastpølser*. Tilgjengelig fra: https://www.oricaminingservices.com/uploads/TDS/Dynamit_TDS_no_2010-11-05_Norway.pdf (Hentet 2. mai 2022).

Orica mining services (2010). *Teknisk informasjon, Exan E/EA, Pakket ANFO*. Tilgjengelig fra: https://www.oger.is/static/files/Sprengiefni/Exan/Exan_E_Exan_2010-04-19.pdf (Hentet 28. april 2022).

Orica mining services (2021). *Teknisk informasjon, Exel Connectadet SL*. Tilgjengelig fra: http://www.oricaminingservices.com/no/nn/product/products_and_services/initiating_systems/page_initiating_systems/exel_connectadet_sl/1238 (Hentet 29. april 2022).

Orica mining services (2010). *Teknisk informasjon, Exel Unidet borehulltennere*. Tilgjengelig fra: https://www.oger.is/static/files/Sprengiefni/Upplysingar/Exel/Nonel_Unidet_2010-11-01.pdf (Hentet 29. april 2022).

Orica mining services (2018). *Teknisk informasjon, Pentex 250-1700*. Tilgjengelig fra: http://www.oricaminingservices.com/no/nn/product/products_and_services/initiating_systems/page_initiating_systems/pentex_250-1700/510 (Hentet 1. mai 2022).

Ruud, O. E. (2020). *Oljegrus*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/oljegrus> (Hentet 19. februar 2022).

Selbekk, R. S. (2020). *Dioritt*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/dioritt> (Hentet 19. februar 2022).

Solberg, M.G. (2014). *Så mye koster det egentlig å bygge veg i Norge*. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/sa-mye-koster-det-egentlig-a-bygge-vei-i-norge/231083> (Hentet 13 mai 2022).

Spjeldnæs, N. (2021). *Kvikkleire*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/kvikkleire> (Hentet 15.05.2022).

Statens vegvesen (2022a). *Datakatalog*. Tilgjengelig fra: <https://datakatalogen.vegdata.no/821-Funksjonell%20vegklasse> (Hentet 19. februar 2022).

Statens vegvesen (2014a). *Håndbok R610 Standard for drift og vedlikehold av veier*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-r610.pdf> (Hentet 16. mai 2022).

Statens vegvesen (2014b). *Håndbok V221 Grunnforsterkning, fylling og skråning*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-v221.pdf> (Hentet 18. mai 2022).

Statens vegvesen (2016). *Lærebok Vegteknologi*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/publikasjoner/svv-rapport/svv-rapport-626-laerebok-vegteknologi.pdf> (Hentet 20. april 2022).

Statens vegvesen (2021a). *Vegbilder*. Tilgjengelig fra: https://vegbilder.atlas.vegvesen.no/?year=2021&lat=63.978816094169574&lng=10.296925834801005&zoom=15&view=map&imageId=Vegbilder_2021.2021-06-01T18.52.44.039960_FV06328_S1D1_m04396 (Hentet 15. mars 2022).

Statens vegvesen (2022b). *NVDB*. Tilgjengelig fra: <https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/@600000,7225000,3> (Hentet 19. februar 2022).

Statens vegvesen (2021b). *Vegnormal N100 Veg- og gateutforming*. Tilgjengelig fra: <https://svv-cm-sv-apppublic-prod.azurewebsites.net/product/859922/nb> (Hentet 27. mars 2022).

Statens vegvesen (2022c). *Vegnormal N101 Trafikksikkert sideterreng og vegsikringsutstyr*. Tilgjengelig fra: <https://svv-cm-sv-apppublic-prod.azurewebsites.net/product/859939/nb> (Hentet 30. mars 2022).

Statens vegvesen (2021c). *Vegnormal N200 Vegbygging*. Tilgjengelig fra: <https://svv-cm-sv-apppublic-prod.azurewebsites.net/product/859924/nb> (Hentet 6. april 2022).

Statens vegvesen (2019). *Veiledning V120 Premisser for geometrisk utforming av veger*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-v120-mai-2019.pdf> (Hentet 25. mars 2022).

Statens vegvesen (2014b). *Veiledning V261 Skadekatalog for bituminøse dekker*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-v261.pdf> (Hentet 8. april 2022).

Veidekke (u.å.). *Miljøasfalt*. Tilgjengelig fra: <https://www.veidekke.no/tjenester/asfalt/miljoasfalt/> (Hentet 2. mai 2022).

Veidekke (2021). *Veidekke med ny milepæl for miljøasfalt i Trøndelag*. Tilgjengelig fra: <https://www.veidekke.no/aktuelt/pressemeldinger/veidekke-med-ny-milepal-for-miljoasfalt-i-trondelag/> (Hentet 2. mai 2022).

Yr (2022), Årbogen. Tilgjengelig fra: <https://www.yr.no/nn/historikk/graf/1-221605/Noreg/Tr%C3%B8ndelag/%C3%85fjord/%C3%85rbogen?q=2021-12> (Hentet 10. mai 2022)

ZERO (u.å.). *Derfor jobber ZERO med å gjøre bygg- og anleggsbransjen utslippsfri*. Tilgjengelig fra: <https://zero.no/fagomrade/bygg-og-anlegg/> (Hentet 2. mai 2022).

ZERO (2020). *Sjekkliste klimatiltak i anleggsbransjen*. Tilgjengelig fra: <https://zero.no/wp-content/uploads/2020/09/sjekklista-fra-ZERO-og-Nye-Veier.pdf> (Hentet 2. mai 2022).

Årbogen, O. (2021). *Befaringsnotat etter bekymringsmelding*, (10224274-RIG-NOT-001). Trondheim: Multiconsult.

Årbogen, O. (2006a). *Kort befaringsrapport Fv. 52 i Stordalen*. (Multiconsult-rapport 411643/OAA). Trondheim: Multiconsult.

Årbogen, O. (2006b). *Ras på Fv. 52 i Stordalen, Åfjord. Geoteknisk vurdering etter boringer*. (Multiconsult-rapport). Trondheim: Multiconsult.

Årbogen, O. (2007). *Rasrisiko og tiltaksvurdering Geoteknisk forprosjektrapport*, (412357-1). Trondheim: Multiconsult.

12. Vedlegg

Vedlegg A: Artikkel

Vedlegg B: Plakat

Vedlegg C: Tegninger

C.1: Normalprofil område 1: Sandhalsan til Torsvika

C.2: Normalprofil område 2: Årbofossen

C.3: Overbygning område 1: Sandhalsan til Torsvika

C.4: Overbygning område 2: Årbofossen

C.5: Trasé Årbofossen

C.6: Boringer

C.7: Anslått fjelldybde

C.8: Nødvendig bredde grøft

C.9: Plan- og lengdeprofil del 1, Pr.0-Pr.450

C.10: Plan- og lengdeprofil del 2, Pr.450-Pr.782

C.11: Plan- og lengdeprofil avkjørsel

C.12: Rekkverksbehov og sikt i avkjørsel

C.13: Plantegning før og etter

Vedlegg D: Tilstandsvurdering

D.1: Befaringsnotat

D.2: Veggeometri

D.3: Siktkontroll

D.4: Siktkrav

D.5: Bergskjæringer

D.6: Oversiktstegning del 1

D.7: Oversiktstegning del 2

D.8: Oversiktstegning del 3

Vedlegg E: Premissdokumenter

E.1: Premissdokument område 1: Sandhalsan til Torsvika

E.2: Premissdokument område 2: Årbofossen

E.3: Premissdokument avkjørsel

Vedlegg F: Sprengningsplaner

F.1: Sprengningsplan 1 område 1 pall

F.2: Sprengningsplan 2 område 1 grøft

F.3: Sprengningsplan 1 område 2 pall

F.4: Sprengningsplan 2 område 2 pall

F.5: Sprengningsplan 3 område 2 pall

Vedlegg G: Økonomiske beregninger

G.1: Økonomisk beregning område 1

G.2: Økonomisk beregning område 2