



Reguleringsplan og teknisk forprosjekt

BYBANEN OG HOVEDSYKKELRUTE
FRA SENTRUM TIL ÅSANE,
MED FORLENGELSE AV FLØYFJELLTUNNELEN

Risiko- og sårbarhetsanalyse

Reguleringsplanene:

Delstrekning 1, Kaigaten - Sandbrogaten.	PlanID 65800000
Delstrekning 2, Sandbrogaten - Eidsvågtunnelen.	PlanID 65810000
Delstrekning 3, Eidsvågtunnelen - Tertneskrysset.	PlanID 65820000
Delstrekning 4, Tertneskrysset - Vågsbotn.	PlanID 65830000
Hovedsykkelrute Festningskaaien - Sandviksveien.	PlanID 65790000
Fløyfjelltunnelen, forlengelse til Eidsvåg.	PlanID 65840000

Forord

Byrådet i Bergen vedtok i mai 2018 oppstart av reguleringsplan Bybanen og hovedsykkelrute fra sentrum til Åsane, sammen med forlengelse av Fløyfjelltunnelen til Eidsvåg. Vedtaket la til grunn en trasé vedtatt etter utarbeiding av konsekvensutredning i 2013 og senere endringer gjennom tilleggsutredninger. I reguleringsplanarbeidet er det gjennomført en skissefase som er politisk behandlet. Forslag til reguleringsplan med teknisk forprosjekt er utarbeidet med grunnlag i vedtak i bystyret og anbefalingene fra skissefasen.

Byggetrinn 5 er delt i 6 reguleringsplaner samt en plan for midlertidig anleggstunnel i Sandviken. Teknisk forprosjekt er omtalt i egne rapporter. Denne rapporten gjør rede for risiko- og sårbarhet for hele prosjektet fra sentrum til Åsane.

Planarbeidet er gjennomført av Bergen kommune på vegne av partene i Miljøløftet. Norconsult og Asplan Viak har vært konsulenter for planarbeidet.

Bergen
2022-09-15

02J	Sluttrapport	2022-09-15	ToAHe	KHMe	AK	IOV
01D	Til gjennomsyn i BK	2022-06-20	ToAHe	KHMe	TW	IOV
Versjon	Beskrivelse	Dato	Utarb. av	Fagkontroll	Tverf.kontr.	Godkj. av

Dette dokumentet er utarbeidet av rådgiver som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører rådgiver. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Innhold

Forord	2
Innhold	3
1 Innledning	5
1.1 Bakgrunn.....	5
1.2 Forutsetninger og avgrensninger	5
1.3 Begreper og forkortelser	5
1.4 Styrende dokumenter.....	6
1.5 Grunnlagsdokumentasjon	7
2 Om analyseobjektet	9
3 Metode	11
3.1 Innledning	11
3.2 Fareidentifikasjon	11
3.3 Sårbarhetsvurdering.....	11
3.4 Risikoanalyse	12
3.5 Sårbarhets- og risikoreduserende tiltak.....	13
3.6 Krav i Byggteknisk forskrift	14
3.7 Vurdering av usikkerhet	14
3.8 Utarbeidelse av rapporten	15
4 Delstrekning 1, Kaigaten - Sandbrogaten	16
4.1 Innledende farekartlegging DS1	16
4.2 Sårbarhetsvurdering DS1.....	18
4.3 Risikovurdering DS1.....	32
4.4 Konklusjon DS1 og oppsummering av tiltak.....	34
5 Delstrekning 2, Sandbrogaten - Eidsvågtunnelen	36
5.1 Innledende farekartlegging DS2	36
5.2 Sårbarhetsvurdering DS2.....	38
5.3 Konklusjon DS2 og oppsummering av tiltak.....	56
6 Delstrekning 3, Eidsvågtunnelen - Tertneskrysset	58
6.1 Innledende farekartlegging DS3	58
6.2 Sårbarhetsvurdering DS3.....	59
6.3 Risikovurdering DS3.....	80
6.4 Konklusjon DS3 og oppsummering av tiltak.....	88
7 Delstrekning 4, Tertneskrysset - Vågsbotn	91
7.1 Innledende farekartlegging DS4	91
7.2 Sårbarhetsvurdering DS4.....	93
7.3 Konklusjon DS4 og oppsummering av tiltak.....	99
8 Hovedsykkellrute Festningskaaien - Sandviksveien	101
8.1 Innledende farekartlegging DSS	101
8.2 Sårbarhetsvurdering DSS.....	102

8.3	Konklusjon DSS og oppsummering av tiltak	109
9	Fløyfjelltunnelen, forlengelse til Eidsvåg	111
9.1	Innledende farekartlegging DSF	111
9.2	Sårbarhetsvurdering DSF	112
9.3	Risikovurdering DSF	114
9.4	Konklusjon DSF og oppsummering av tiltak	115
10	Samlet konklusjon samfunnssikkerhet BT5.....	117

1 Innledning

Denne rapporten er sammensatt av ROS-analyser for alle delstrekningene. Samlet redegjør rapporten for risiko- og sårbarhetsforhold knyttet til hele bybanetraseen fra sentrum til Åsane.

1.1 Bakgrunn

Plan- og bygningsloven stiller krav om gjennomføring av risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS-analyser) ved all arealplanlegging, jf. § 4.3: "Ved utarbeidelse av planer for utbygging skal planmyndigheten påse at risiko- og sårbarhetsanalyse gjennomføres for planområdet, eller selv foreta en slik analyse. Analysen skal vise alle risiko- og sårbarhetsforhold som har betydning for om arealet er egnet til utbyggingsformål, og eventuelle endringer i slike forhold som følge av planlagt utbygging. Område med fare, risiko eller sårbarhet avmerkes i planen som hensynssone, jf. §§ 11-8 og 12-6. Planmyndigheten skal i arealplaner vedta slike bestemmelser om utbyggingen i sonen, herunder forbud, som er nødvendig for å avverge skade og tap."

Videre stiller NVEs retningslinjer 2-2011 «Flaum og skredfare i arealplanar» (rev. 2014) krav om at det ikke skal bygges i utsatte områder. Tilsvarende gir også andre lover og forskrifter krav om sikkerhet mot farer. Blant annet skal det tas hensyn til beregninger om fremtidens klima. Se oversikt over styrende dokumenter i kapittel 1.4.

Denne ROS-analysen vurderer og analyserer relevante farer, sårbarheter og risikoforhold ved det aktuelle planområdet, og identifiserer behov for sårbarhets- og risikoreduserende tiltak i forbindelse med fremtidig utvikling av området. Forhold knyttet til forventet fremtidig klima er en integrert del av analysen.

1.2 Forutsetninger og avgrensninger

Følgende forutsetninger og avgrensninger er gjeldende for denne analysen:

- ROS-analysen er en overordnet og kvalitativ grovanalyse.
- Den er avgrenset til temaet samfunnssikkerhet slik dette brukes av Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB).
- Analysen omfatter farer for tredjeperson, og tap av stabilitet og materielle verdier.
- Vurderingene i analysen er basert på foreliggende dokumentasjon om prosjektet.
- Analysen tar for seg forhold knyttet til driftsfasen (ferdig løsning), dersom ikke helt spesielle forhold som har betydning utover anleggsområdet avdekkes.
- Analysen omhandler enkelthendelser, ikke flere uavhengige og sammenfallende hendelser.

1.3 Begreper og forkortelser

Tabell 1.3: Oversikt over begreper og forkortelser

Uttrykk	Beskrivelse
Fare	Forhold som kan føre til en uønsket hendelse
Konsekvens	Tap av verdier som følge av en uønsket hendelse
Risiko	Usikkerhet knyttet til om en uønsket hendelse vil inntreffe og hvilke konsekvenser den kan få
Risikoanalyse	Systematisk framgangsmåte for å beskrive risiko
Risikoreduserende tiltak	Tiltak som påvirker sannsynligheten for eller konsekvensen av en uønsket hendelse. Risikoreduserende tiltak består av forebyggende tiltak og konsekvensreducerende tiltak

Uttrykk	Beskrivelse
Samfunnssikkerhet	Evnen samfunnet har til å opprettholde viktige samfunnsfunksjoner og å ivareta borgernes liv, helse og grunnleggende behov under ulike former for påkjenninger
Sannsynlighet	Hvor trolig det er at en hendelse vil inntreffe
Sårbarhet	Analyseobjektets manglende evne til å motstå uønskede hendelser eller varige påkjenninger, samt å opprettholde eller gjenoppta sin funksjon etterpå
Uønsket hendelse	Hendelse som kan medføre tap av verdier
DSB	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
NGU	Norges geologiske undersøkelse
NVE	Norges vassdrags- og energidirektorat
SVV	Statens vegvesen
DSA	Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet
NOAV	Norconsult og Asplan Viak

1.4 Styrende dokumenter

Under vises en oversikt over styrende dokumenter som er grunnlag for denne ROS-analysen.

Tabell 1.4: Styrende dokumenter

Ref.	Tittel	Dato	Utgiver
1.4.1	NS 5814:2021 Krav til risikovurderinger	2021	Standard Norge
1.4.2	Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)	2008	Kommunal- og distriktsdepartementet
1.4.3	Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift – TEK 17). FOR-2017-06-19-840	2017	Kommunal- og distriktsdepartementet
1.4.4	Veiledning om tekniske krav til byggverk	2017	Direktoratet for byggkvalitet
1.4.5	Brann- og eksplosjonsvernloven	2002	Justis- og beredskapsdepartementet
1.4.6	Storulykkeforskriften	2016	Justis- og beredskapsdepartementet
1.4.7	Forskrift om strålevern og bruk av stråling	2016	Helse- og omsorgsdepartementet
1.4.8	Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging	2017	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
1.4.9	NVEs retningslinjer nr. 2-2011: Flaum og skredfare i arealplanar, revidert 22. mai 2014	2014	Norges vassdrags- og energidirektorat
1.4.10	Retningslinjer for Fylkesmannens bruk av innsigelse i plansaker etter plan- og bygningsloven	2010	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
1.4.11	Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning	2018	Kommunal- og distriktsdepartementet
1.4.12	Forskrift om håndtering av eksplosjonsfarlig stoff	2002	Justis- og beredskapsdepartementet
1.5.13	Hovedplan for avløp og vannmiljø 2019-2028	u.d.	Bergen kommune

1.5 Grunnlagsdokumentasjon

Under vises en oversikt over grunnlagsdokumenter som er benyttet i arbeidet med denne ROS-analysen

Tabell 1.5: Grunnlagsdokumentasjon

Ref.	Tittel, beskrivelse	Dato	Utgiver
1.5.1	Reguleringsplan og teknisk forprosjekt. Bybanen og hovedsykkelruten med forlengelse av Fløyfjelltunnelen fra sentrum til Åsane. Oppsummering av skissefasen	2020-10-30	NOAV
1.5.2	DS0 – Vurdering av skredfare (NO-DS0-038)	2022-06-17	NOAV
1.5.3	ROS-analyse til kommuneplanens arealdel 2018	08.11.2018	Bergen kommune
1.5.4	Klimaprofil Hordaland	2022	Norsk klimaservicesenter
1.5.5	NVE-veileder Nr. 1/2019 Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.	2019	Norges vassdrags- og energidirektorat
1.5.6	Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak.	2020	Norges vassdrags- og energidirektorat
1.5.7	Nasjonale og vesentlige regionale interesser innen NVEs saksområder i arealplanlegging - Grunnlag for innsigelse.	2017	Norges vassdrags- og energidirektorat
1.5.8	Samfunnssikkerhet i planlegging og byggesaksbehandling. Rundskriv H-5/18	2018	Kommunal- og distriktsdepartementet
1.5.9	StrålevernInfo 14:2012 Radon i arealplanlegging	2012	Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet
1.5.10	Bebyggelse nær høyspenningsanlegg	2017	Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet
1.5.11	Havnivåstigning og stormflo – samfunnssikkerhet i kommunal planlegging	2016	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
1.5.12	Sea Level Change for Norway	2015	Kartverket, Nansensenteret og Bjerknessenteret
1.5.13	Håndtering av havnivåstigning i kommunal planlegging	2015	Klimatilpassing Norge
1.5.14	Klimahjelperen	2015	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
1.5.15	Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen - Veiledning	2017	Mattilsynet m.fl
1.5.16	Trusselvurdering	2021	Politiets sikkerhetstjeneste
1.5.17	Fokus – Etterretningstjenestens vurdering av sikkerhetsutfordringer	2021	Etterretningstjenesten
1.5.18	Offisielle kartdatabaser og statistikk		Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, Norges vassdrags- og energidirektorat, Norges

Ref.	Tittel, beskrivelse	Dato	Utgever
			geologiske undersøkelse, Statens vegvesen, Miljødirektoratet, Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet, Riksantikvaren, Statens kartverk, m.fl.
1.5.19	N200 Vegbygging	2021	Statens vegvesen
1.5.20	Klimapåslag for korttidsnedbør Anbefalte verdier for Norge	2019	Norsk Klimaservicesenter
1.5.21	BT5 – stormflo og havnivåstigning OPPDATERING AV STORMFLOTALLENE Med etterskrift etter IPCCs rapport august 2021	2022-06-20	NOAV
1.5.22	VA-rammeplan DS1	2022-09-15	NOAV
1.5.23	Referat. Bybanen til Åsane. ROS og høyde på bybanetraseen langs Bryggen	2021-04-20	Bergen kommune
1.5.24	DS1 – DS1-ROS og geoteknisk områdestabilitet (NO-DS1-034)	2022-05-31	NOAV
1.5.25	DS3 – ROS og geoteknisk områdestabilitet (NO-DS3-014)	2022-06-01	NOAV
1.5.26	DS4 – ROS og geoteknisk områdestabilitet (NO-DS4-024)	2022-06-01	NOAV
1.5.27	DSS – ROS og geoteknisk områdestabilitet (NO-DS1-034)	2022-06-10	NOAV
1.5.28	Bergen ROS 2020 «En trygg by for fremtiden»	2020	Bergen kommune
1.5.29	Områdereguleringsplan Delstrekning 3, Eidsvågtunnelen - Tertneskrysset PlanID: 65820000Teknisk forprosjekt (RA-DS3-007)	2022-05-06	NOAV
1.5.30	Plan for rehabilitering av vassdragsanlegg 2020 – 2030	2020-02-25	Bergen kommune
1.5.31	Midtbygdavassdraget flomsonekartlegging	2021	Asplan Viak
1.5.32	Ingeniørgeologisk og hydrogeologisk rapport – Fløyfjellstunnelen (DSF)	2020-09-15	NOAV
1.5.33	Risikoanalyse Fløyfjellstunnelen	2021-12-16	NOAV
1.5.34	DSF - Skredfarevurdering påhuggsområder (NO-DSF-010)	2021-06-17	NOAV
1.5.35	Vurdering av luftforurensning ved Jordalsvatnet (NO-DS3-013)	2022-04-25	NOAV
1.5.36	DSS – Vurdering av skredfare (NO-DSS-007)	2022-01-14	NOAV
1.5.37	DS4 – Vurdering av skredfare (NO- DS4-011)	2021-12-21	NOAV

2 Om analyseobjektet

I tillegg til bybanetraséen, hovedsykkelruten og Fløyfjelltunnelen omfatter reguleringsplanene arealer for omlegging av veganlegg, tilstøtende arealer for tilrettelegging av grøntareal og opphold ved holdeplassene og midlertidige anleggsområder.

Ved oppstart av planarbeidet ble det varslet et større område enn det området som faktisk er foreslått regulert. Dette ble gjort for å ha med tilstrekkelig areal til eventuelle justeringer av traseen, rømningsveger fra tunneler, midlertidig anleggsareal, omlegging av trafikk osv.

Reguleringsplanen til Åsane er delt i seks reguleringsplaner:

- Delstrekning 1, Kaigaten - Sandbrogaten. PlanID 65800000, detaljreguleringsplan.
- Delstrekning 2, Sandbrogaten - Eidsvågtunnelen. PlanID 65810000, områdereguleringsplan.
- Delstrekning 3, Eidsvågtunnelen - Tertneskrysset. PlanID 65820000, områdereguleringsplan.
- Delstrekning 4, Tertneskrysset - Vågsbotn. PlanID 65830000, områdereguleringsplan.
- Hovedsykkelrute Bradbenken - Gjensidigekrysset. PlanID 65790000, detaljreguleringsplan.
- Fløyfjelltunnelen, forlengelse til Eidsvåg. PlanID 65840000, områdereguleringsplan.

Det er også utarbeidet en reguleringsplan for en egen plan for deler av Fløyfjelltunnelen, som legger til rette for en anleggstunnel fra Sandviken, og bruk av «saltimporttomten» som rigg- og anleggsområde. Fløyfjelltunnelen – Rigg- og anleggsområde, planid 70670000. For denne planen er det utarbeidet en egen ROS-analyse, og den inngår derfor ikke i denne rapporten.

Bybanetraséen

Om lag en tredjedel av bybanetraséen er planlagt i tunnel. Gjennom deler av Sandviken går banen i tunnel, og ved Sandvikskirken er det planlagt en underjordisk holdeplass. Bybaneholdeplassene er ellers planlagt i dagen, godt synlige og med god tilgjengelighet fra omkringliggende bystruktur.

Hovedsykkelruten

Planlagt løsning for sykkelruten er i hovedsak sykkelveg med fortau eller sykkelfelt. Fra krysset Strandgaten/Olav Kyrres gate til Sandviken er sykkelfelt foreslått. Langs bybaneholdeplassen på Torget, er det foreslått at sykkel får prioritet i en gate med blandet trafikk.

Hovedsykkelruten begynner i Christies gate, følger bybanetraséen gjennom Bergen sentrum til Bradbenken og er planlagt i egen trasé gjennom indre Sandviken. Fra Sandviken sykehus følger sykkelruten igjen bybanetraséen og går i felles løp med Bybanen gjennom Eidsvågtunnelen. Mellom Eidsvåg og Tertneskrysset følger hovedsykkelruten Erviksvingene og Ervikveien. Fra Tertneskrysset til Vågsbotn er ruten planlagt på østsiden av E39 langs Åsamyrane, Litleåsvegen og langs Liavatnet.

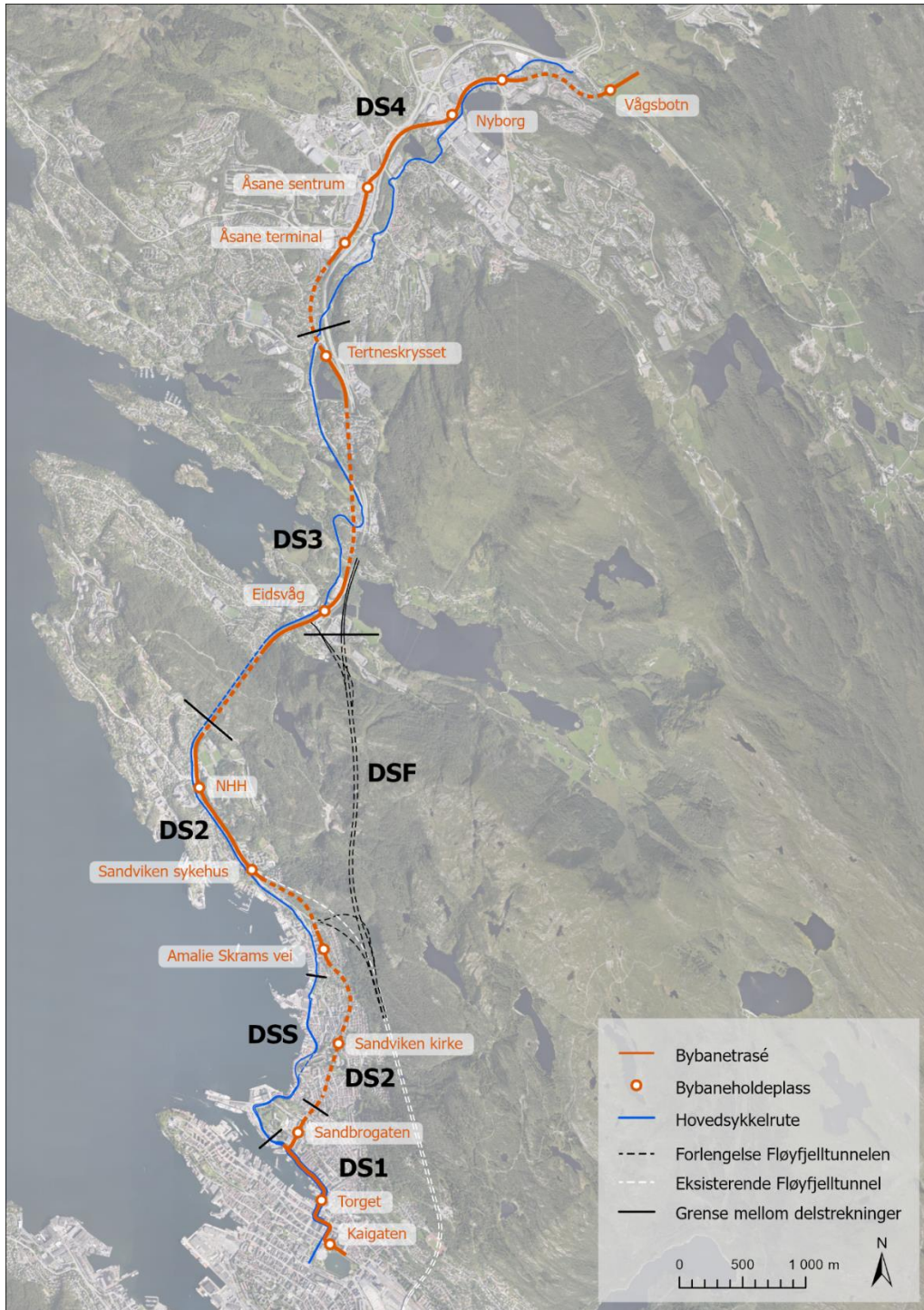
Strekningen er nesten 13 km lang, hvor 1,1 km går i tunnel. I tillegg til hovedsykkelruten er det planlagt forbindelser til lokale bydelsruter for sykkel.

Forlengelse av Fløyfjelltunnelen med medfølgende omlegging av veganlegg:

Forlengelsen av Fløyfjelltunnelen fra Sandviken til Eidsvåg avlaster dagens E39/Åsaneveien og åpner for å regulere dagens firefeltsveg mellom Sandviken og Eidsvåg, til tofeltsveg, banetrasé og hovedsykkelrute.

Planlagt løsning med lokk forlenger dagens Fløyfjelltunnel mellom Nygårdstangen og Sandviken med ca. 3 km. Forlenget fra Nygårdstangen til Eidsvåg blir i alt 5,5 km.

Både i Sandviken (ved Glass Knag) og i Eidsvåg er det anbefalt tilknytning til lokalvegssystemet med ramper i fjell. I Sandviken er rampene kun sørvendte. Fra Sandviken kan man derfor bare kjøre mot sør og sentrum, og tilsvarende er det bare i nordgående løp fra sentrum at man kan ta av til Sandviken. Krysset i Eidsvåg betjener alle svingebevegelser.



Figur 2.1-1 Oversiktskart med bybanetrasé, hovedsykkelrute og forlenget Fløyfjelltunnel

3 Metode

3.1 Innledning

Analysen av risiko for menneskers liv og helse, stabilitet og materielle verdier følger hovedprinsippene i *NS 5814:2021 Krav til risikovurderinger* (ref. 1.4.1). Analysen følger også retningslinjene i DSBs veiledning *Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging* (ref. 1.4.8).

Risiko knyttes til uønskede hendelser, dvs. hendelser som i utgangspunktet ikke skal inntreffe. Det er derfor knyttet usikkerhet til både om hendelsen inntreffer (sannsynlighet) og omfanget (konsekvens) av hendelsen dersom den inntreffer. Vurdering av usikkerhet gjøres basert på det kunnskapsgrunnlaget som legges til grunn for ROS-analysen.

Det er gjennomført en innledende farekartlegging hvor relevante farer tas med videre til en sårbarhetsvurdering. Farer som vurderes med moderat eller høy sårbarhet, vurderes i en detaljert risikoanalyse i Vedlegg I (dersom det er aktuelt).

Gjennom fareidentifikasjonen, sårbarhetsanalysen og risikovurderingene, vil det bli fremmet tiltak som foreslås implementert. Disse sårbarhets- og risikoreducerende tiltakene oppsummeres under hver delstrekning.

3.2 Fareidentifikasjon

En fare er en kilde til en hendelse, eksempelvis brann, ekstrem vind og trafikkulykke. Farer er ikke stedfestet og kan representere en "gruppe hendelser" med likhetstrekk. En hendelse er konkret, eksempelvis med hensyn til tid, sted og omfang. I fareidentifikasjonen gjøres det en systematisk gjennomgang av analyseobjektet i en tabell basert på DSBs veiledning *Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging* (ref. 1.4.8) og andre veiledninger utarbeidet av relevante myndigheter. Det benyttes oppdaterte kartgrunnlag til fareidentifikasjonen.

3.3 Sårbarhetsvurdering

Sårbarhet defineres ofte som analyseobjektets manglende evne til å opprettholde og/eller gjenoppta sin funksjon når det utsettes for en uønsket hendelse eller varig påkjenning. Robusthet er det motsatte, - fravær av sårbarhet.

De farer som fremstår som relevante gjennom innledende farekartlegging, tas videre til en sårbarhetsvurdering. I denne analysen graderes sårbarhet slik:

Tabell 3.3: Sårbarhetskategorier

Sårbarhetskategori	Beskrivelse
Svært sårbart	Et vidt spekter av uønskede hendelser kan inntreffe der sikkerheten og områdets funksjonalitet rammes slik at akutt fare oppstår
Moderat sårbart	Et vidt spekter av uønskede hendelser kan inntreffe der sikkerheten og områdets funksjonalitet rammes slik at ulempe eller fare oppstår
Lite sårbart	Et vidt spekter av uønskede hendelser kan inntreffe der sikkerheten og områdets funksjonalitet rammes ubetydelig
Ikke sårbart	Et vidt spekter av uønskede hendelser kan inntreffe uten at sikkerheten og områdets funksjonalitet rammes

Det gjennomføres en detaljert risikoanalyse for farer hvor analyseobjektet fremstår som moderat eller svært sårbart.

3.4 Risikoanalyse

3.4.1 Kategorisering av sannsynlighet og konsekvens

De farer som fremstår med forhøyet sårbarhet, tas videre til en detaljert hendelsesbasert risikoanalyse i Vedlegg I (dersom det er aktuelt).

Kategoriseringen av sannsynlighet og konsekvens er basert på Bergen kommune sine kategorier og akseptkriterier. Kommunens kriterier avviker fra DSBs veiledning (ref. 1.4.8) ved at det vurderes konsekvens for miljø og ikke stabilitet. Konsekvenser er derfor vurdert med hensyn til «Liv og helse», «Miljø» og «Materielle verdier».

Hvor ofte en uønsket hendelse kan inntreffe, uttrykkes ved hjelp av begrepet sannsynlighet.

Tabell 3.4-1: Sannsynlighetskategorier

Sannsynlighetskategori	Beskrivelse (frekvens)
Sannsynlighetsklasse 1	En hendelse oftere enn hvert 20. år
Sannsynlighetsklasse 2	En hendelse per 20-200 år
Sannsynlighetsklasse 3	En hendelse pr 200-1000 år
Sannsynlighetsklasse 4	En hendelse pr 1000-5000 år
Sannsynlighetsklasse 5	En hendelse sjeldnere enn 5000 år

Tabell 3.4-2: Konsekvenskategorier

Konsekvenskategori	Beskrivelse
1. ubetydelig/ufarlig	Ubetydelig personskade, ingen fravær Ubetydelige miljøskader, mindre utslipp, ikke registrerbar i resipient. Materielle skader < 500 000 kr, teknisk infrastruktur påvirkes i liten grad.
2. mindre alvorlig/en viss fare	Mindre personskade, sykemelding i noen dager. Mindre alvorlig, men registrerbar skade, noe uønsket utslipp og restaureringstid <1 år. Materielle skader 500.000-10 mill. Teknisk infrastruktur settes ut av drift i noen timer.
3. betydelig/kritisk	Betydelig personskade, 0-10 alvorlig skadde, sykefravær i flere uker Betydelig miljøskade, betydelig utslipp, restaureringstid 1-3 år. Materielle skader 10-100 mill. kr Teknisk infrastruktur settes ut av drift i flere døgn.
4. alvorlig/farlig	Alvorlig personskade 10-20 personer, 1-10 personer døde Alvorlig miljøskade, stort utslipp med behov for tiltak. Restaureringstid 3-10 år. Store materielle skader 100-500 mill. kr. Infrastruktur settes ut av drift i måneder. Andre avhengig systemer rammes midlertidig.
5. svært alvorlig/katastrofalt	Svært alvorlig personskade > 20 personer alvorlig skadde, >10 personer døde Svært alvorlig miljøskade, stort ukontrollert utslipp med svært stort behov for tiltak. Restaureringstid >10 år. Svært store materielle skader > 500 mill. kr. Teknisk infrastruktur og avhengige systemer setter permanent ut av drift.

Sannsynlighets- og konsekvensvurdering av hendelser er bygget på erfaring (statistikk), trender (f.eks. klima) og faglig skjønn.

3.4.2 Vurdering av risiko

De uønskede hendelsene vurderes i forhold til mulige årsaker, sannsynlighet og konsekvens. Risikoreduserende tiltak vil bli vurdert. I en grovanalyse plasseres uønskede hendelser inn i en risikomatrix gitt av hendelsenes sannsynlighet og konsekvens.

Risikomatriksen har 3 soner:

GRØNN	Akseptabel risiko - risikoreduserende tiltak er ikke nødvendig, men bør vurderes
GUL	Akseptabel risiko - risikoreduserende tiltak må vurderes
RØD	Uakseptabel risiko - risikoreduserende tiltak er nødvendig

Akseptkriteriene for risiko er gitt av de fargede sonene i risikomatriksen nedenfor, og følger Bergen kommune sine akseptkriterier.

Tabell 3.4-3: Risikomatrix

SANNSYNLIGHET	KONSEKVENNS				
	1. Ubetydelig	2. Mindre alvorlig	3. Betydelig	4. Alvorlig	5. Svært alvorlig
1. Ofte enn 20. år	GRØNN	GUL	RØD	RØD	RØD
2. 20-200 år	GRØNN	GUL	GUL	RØD	RØD
3. 200-1000 år	GRØNN	GUL	GUL	RØD	RØD
4. 1000-5000 år	GRØNN	GRØNN	GUL	GUL	RØD
5. Sjeldnere enn 5000 år	GRØNN	GRØNN	GRØNN	GRØNN	GUL

3.5 Sårbarhets- og risikoreduserende tiltak

Med risikoreduserende tiltak mener vi sannsynlighetsreduserende (forebyggende) eller konsekvensreduserende tiltak (beredskap) som bidrar til å redusere risiko, for eksempel fra rød sone og ned til akseptabel gul eller grønn sone i risikomatriksen. De risikoreduserende tiltakene medfører at klassifisering av risiko for en hendelse forskyves i matrisen.

Hendelser i matrisens røde områder – risikoreduserende tiltak er nødvendig

Hendelser som ligger i det røde området i matrisen, er hendelser (med tilhørende sannsynlighet og konsekvens) vi på grunnlag av kriteriene ikke kan akseptere. Dette er hendelser som må følges opp i form av tiltak. Fortrinnsvis omfatter dette tiltak som retter seg mot årsakene til hendelsen, og på den måten reduserer sannsynligheten for at hendelsen kan inntreffe.

Hendelser i matrisens gule områder – tiltak må vurderes

Hendelser som befinner seg i det gule området, er hendelser som ikke direkte er en overskridelse av krav eller akseptkriterier, men som krever kontinuerlig fokus på risikostyring. I mange tilfeller er dette hendelser som man ikke kan forhindre, men hvor tiltak bør iverksettes så langt dette er hensiktsmessig ut ifra en kost/nytte-vurdering.

Hendelser i matrisens grønne områder – akseptabel risiko

Hendelser i den grønne sonen i risikomatriksen innebærer akseptabel risiko, dvs. at risikoreduserende tiltak ikke er nødvendig. Dersom risikoen for disse hendelsene kan

reduseres ytterligere uten at dette krever betydelig ressursbruk, bør man imidlertid også vurdere å iverksette tiltak også for disse hendelsene.

3.6 Krav i Byggeteknisk forskrift

Når det gjelder kriterier for sannsynlighet og konsekvens knyttet til naturhendelser, slik som flom og skred, vil krav besluttet gjennom Byggeteknisk forskrift 2017 (TEK17) være gjeldende ved utarbeidelse av planer for utbygging. Veiledningen til TEK 17 gir retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for flom og skred.

For veganlegg er det i N200 Vegbygging (ref. 1.5.19) også angitt akseptkriterier for flom og skred som delvis samsvarer med TEK 17. Der det ikke er samsvar vil N200 benyttes for veganlegg.

TEK 17 § 7-2 Sikkerhet mot flom og stormflo

(1) Byggverk hvor konsekvensen av en flom er særlig stor, skal ikke plasseres i flomutsatt område.

(2) For byggverk i flomutsatt område skal sikkerhetsklasse for flom fastsettes. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen nedenfor ikke overskrides. I de tilfeller hvor det er fare for liv fastsettes sikkerhetsklasse som for skred, jf. § 7-3.

Tabell 3.6-1: Sikkerhetsklasse for flom

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	liten	1/20
F2	middels	1/200
F3	stor	1/1000

TEK 17 § 7-3 Sikkerhet mot skred

(1) Byggverk hvor konsekvensen av et skred, herunder sekundærvirkninger av skred, er særlig stor, skal ikke plasseres i skredfarlig område.

(2) For byggverk i skredfareområde skal sikkerhetsklasse for skred fastsettes. Byggverk og tilhørende uteareal skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot skred, herunder sekundærvirkninger av skred, slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen nedenfor ikke overskrides.

Tabell 3.6-2: Sikkerhetsklasse for skred

Sikkerhetsklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S1	liten	1/100
S2	middels	1/1000
S3	stor	1/5000

3.7 Vurdering av usikkerhet

Denne analysen har lagt til grunn eksisterende dokumenter og kunnskap om planområdet. Dersom forutsetningene for analysen endres kan det medføre at de vurderinger som er gjort i ROS-analysen ikke lenger er gyldige, og en revisjon av analysen bør da vurderes. Mangelfulle historiske data og usikre klimaframskrivninger er eksempler på at det kan være usikkerhet

knyttet til vurderinger som gjøres i slike kvalitative analyser. Dette tilsier at det ikke er mulig å beregne eller vurdere eksakt sannsynlighet for at en hendelse inntreffer, og konsekvensen av den dersom den inntreffer. Vurderingene er derfor basert på eksisterende kunnskap, erfaring og faglig skjønn, og vil derfor medføre en viss grad av usikkerhet.

3.8 Utarbeidelse av rapporten

Denne rapporten er en sammenstilling av alle ROS-analysene som er utført til hver delstrekning. Fareidentifikasjon og vurderinger av risiko og sårbarhet er utført som en del av prosessen for utarbeiding av planforslagene for hver delstrekning.

Rapporten er utarbeidet av Tore Andre Hermansen, master i risikostyring og sikkerhetsledelse, og Kevin H. Medby, master i samfunnssikkerhet.

Fagansvarlig for vurdering av områdestabilitet har vært geotekniker Geir Westerlund.

Fagansvarlig for vurdering av skred i bratt terreng har vært ingeniørgeolog Hanne Knudsmoen.

Lokale aktører som brannvesen, kommunens tekniske etater, mv, har vært kontaktet i de tilfeller der det har blitt identifisert et behov.

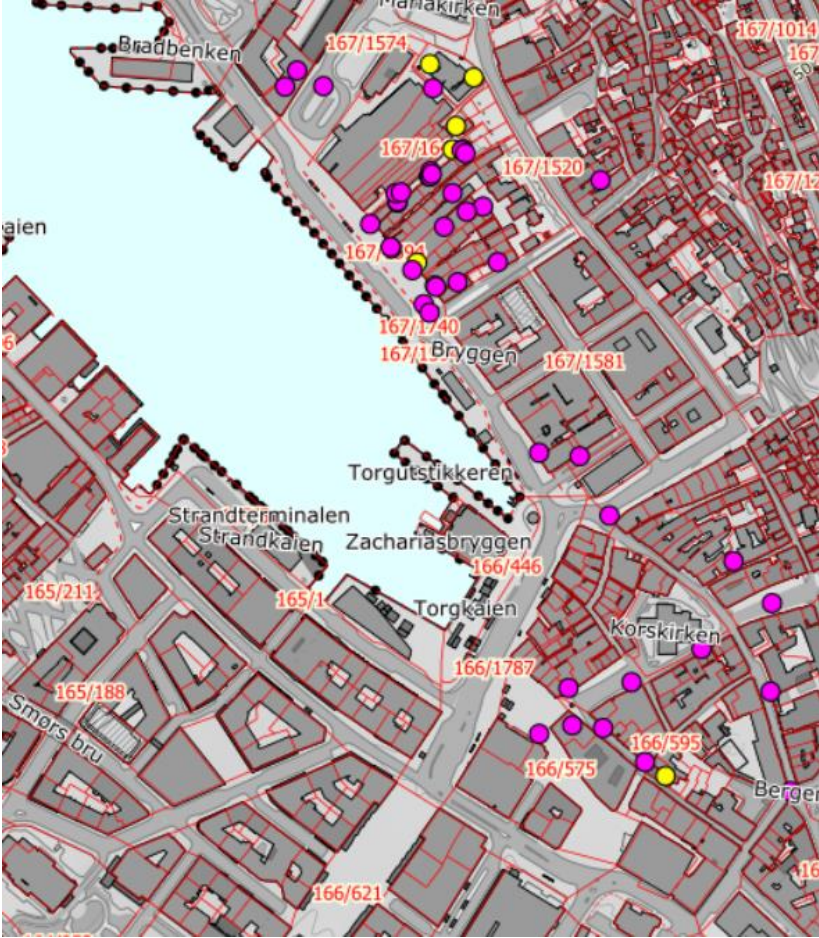
4 Delstrekning 1, Kaigaten - Sandbrogaten

4.1 Innledende farekartlegging DS1

Nedenfor følger en oversikt over relevante farer for planområdet. Oversikten tar utgangspunkt i DSBs veiledning *Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging* (1.4.8), men tar også for seg forhold som etter faglig skjønn vurderes som relevante for dette analyseobjektet.

Tabell 4.1 Oversikt over relevante farer

Fare	Vurdering
NATURBASERTE FARER: naturlige, stedlige farer som gjør arealet sårbart og utsatt for uønskede hendelser	
Skredfare bratt terreng (snøskred, steinsprang, jord- og flomskred)	Planområdet er berørt av aktsomhetsområder for snøskred (NVE Atlas). Temaet vurderes videre.
Ustabil grunn (områdestabilitet)	Planområdet ligger under marin grense. Marin grense angir det høyeste nivået der marin leire (med potensial for kvikkleire) kan forekomme. Temaet vurderes videre.
Flom i vassdrag (herunder isgang)	Del av planområdet i syd ligger innenfor et aktsomhetsområde for flom ved Smålungeren (NVE Atlas). Temaet vurderes videre under ekstremnedbør/overvann.
Havnivåstigning, stormflo og bølgepåvirkning	Det planlagte tiltaket vil bli påvirket av dette. Temaet vurderes.
Vind/ekstremnedbør (overvann)	Planområdet og tiltaket vurderes ikke spesielt utsatt for vind som kan forårsake fare for liv og materielle verdier. Forventninger om fremtidens klima viser at det trolig blir mer nedbør i Norge, og da særlig i form av periodevis ekstremnedbør. Dette krever lokale og gode løsninger for håndtering av overvann. Temaet vurderes med hensyn på ekstremnedbør/overvann.
Skog- / lyngbrann	Planområdet er i urbane omgivelser og tiltaket vurderes ikke å være utsatt for dette. Temaet vurderes ikke videre.
Radon	Det planlagte tiltaket tilrettelegger ikke for bygg for langvarig personopphold. Temaet er ikke aktuelt.
VIRKSOMHETSBASERT FARE	
Brann/eksplosjon ved industrianlegg	Det er ingen industrianlegg med slikt potensial i drift i eller i umiddelbar nærhet til planområdet. Det skal heller ikke etableres bygg for varig opphold som en del av dette tiltaket. Temaet vurderes ikke videre.
Kjemikalieutslipp og annen akutt forurensning	Det vurderes ikke å være slike anlegg i relevant nærhet. Tiltaket legger heller ikke til rette for slik virksomhet. Temaet vurderes ikke videre.
Transport av farlig gods	Det transporteres farlig gods i umiddelbar nærhet til planområdet. Temaet vurderes.
Elektromagnetiske felt	Tiltaket legger ikke til rette for langvarig personopphold. Det må allikevel dokumenteres at elektromagnetisk felt fra Bybanens infrastruktur ikke overstiger grenseverdiene for boliger, skoler og barnehager langs traseen. DSA har satt krav om at det i byggeprosjekter der det forventes feltnivåer over 0,4 µT i årsgjennomsnitt skal gjøres utredninger for å avklare nivået, og se på alternative løsninger. Temaet vurderes ikke videre her.
Dambrudd	Det er ikke damanlegg i relevant nærhet som vurderes å kunne påvirke planområdet og tiltaket. Temaet vurderes ikke videre.
INFRASTRUKTUR	

Fare	Vurdering
VA-anlegg/-ledningsnett	Det er utarbeidet en VA-rammeplan inkludert infrastrukturplan til planforslaget. Planen har som funksjon å sikre en helhetlig løsning av vannforsyning, spillvann- og overvannshåndtering, samt sikre tilstrekkelig dekning for slokkevann. Det forutsettes at eksisterende VA-infrastruktur ivaretas i anleggsfasen. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Trafikkforhold	Trafikksikkerhet er ivarettatt gjennom vurdering av aktuelle løsninger, blant annet mht. signalanlegg og siktlinjer, for å ivareta sikkerheten til myke trafikanter. Det er lagt til grunn strengere krav enn SVVs håndbok mht. sykkelfelt. Generelt er fotgjengere høyest prioritert i planen med gode løsninger. TS-revisjon (ekstern part) skal også gjennomføres. Det forutsettes at tiltak som fremkommer av TS-revisjonen hensyntas i videre prosjektering. <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i>
Eksisterende kraftforsyning	Eksisterende kraftforsyning innenfor planområdet må ivaretas i forbindelse med anleggsarbeidet. Ved tunnelinnslaget i Sandbrogaten ligger det en 132 kV kabel som er forsyning til sekundærstasjonen for BKK. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Drikkevannskilder/ grunnvannskilder	<p>Det er ingen inntakspunkter for drikkevann innenfor eller i relevant nærhet til planområdet (Inntakspunkter Mattilsynet). Det er imidlertid flere registrerte grunnvannsborehull innenfor og tett på planområdet (Nasjonal grunnvannsdatabase, GRANADA). Gule markeringer viser løsmasseboringer og rosa viser sonderboringer.</p>  <p>Grunnvannsborehullene i området benyttes til overvåkning og undersøkelse. Videre prosjektering må hensynta disse. <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i></p>
Fremkommelighet for utrykningskjøretøy	Det er denne planfasens arbeid med anleggsgjennomføringen lagt til rette for at fremkommelighet for utrykningskjøretøy skal være best mulig. Dette

Fare	Vurdering
	må følges opp videre i SHA-vurderinger for anleggsfase. <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i>
SÅRBARE OBJEKTER	
Sårbare bygg*	Det ligger flere sårbare bygg i relevant nærhet til planområdet og tiltaket. Temaet vurderes.
TILSIKTEDE HANDLINGER: Forhold ved analyseobjektet som gjør det sårbart for tilsktede handlinger	
Tilsktede handlinger	Samferdselsanlegg og stasjoner knyttet til dette kan generelt være utsatt for tilsktede handlinger. Det er gjennomført en sikringsrisikoanalyse (RA-DS1-005) i forbindelse med vurdering av alternative holdeplasser ved Gulating lagmannsrett. Sikringsrisikoanalysen fremmer tilrådninger om sikkerhet knyttet til holdeplassens plassering og utforming i byggetrinn 5. Tre alternativer er vurdert, herunder rettstilt, skråstilt samt skråstilt og splittet hvor sistnevnte ble anbefalt. <i>Temaet vurderes ikke videre</i>

*"Sårbare bygg" samsvarer med datasettet i kartinnsynsløsningen til DSB og omfatter barnehager, lekeplasser, skoler, sykehus, sykehjem, bo- og behandlingssenter, rehabiliteringsinstitusjoner, andre sykehjem/aldershjem og fengsler.

4.2 Sårbarhetsvurdering DS1

Følgende farer fremsto i fareidentifikasjonen som relevante, og det gjøres en sårbarhetsvurdering av disse:

- Skredfare bratt terreng
- Ustabil grunn (områdestabilitet)
- Havnivåstigning, stormflo og bølgepåvirkning
- Ekstremnedbør/overvann
- Transport av farlig gods
- Sårbare bygg

4.2.1 Sårbarhetsvurdering skredfare bratt terreng

Deler av planområdet er berørt av aktsomhetskart (NVE Atlas) for snøskred, se figur 4.3-1. Det er ikke kartlagte faresoner for skred i bratt terreng i området.

Aktsomhetskart er utarbeidet med grunnlag i en GIS-basert metode og viser områder der en må utvise aktsomhet. Kartet viser potensielle løsne- og utløpsområder, men sier ikke noe om sannsynligheten for skred.

Det er utført en skredfarevurdering (ref. 1.5.2) som omtaler snøskredfare slik:

I mulige løsneområder i den sørvestvendte fjellsiden ved Skansen er det tett skog, som vil hindre utløsning av snøskred. Et eventuelt mindre skred vil stoppes av tett bebyggelse, og vurderes å ikke kunne transporteres til planområdet.

Snøskred vurderes som ikke aktuell skredtype i området.

Planområdet vurderes som lite sårbart for snøskred.



Figur 4.3-1: NVEs aktsomhetskart snøskred – mørk rød farge er løsneområder og lys rød farge er utløpsområder (NVE Atlas)

Planområdet vurderes som lite sårbart for skred i bratt terreng

4.2.2 Sårbarhetsvurdering ustabil grunn (områdestabilitet)

Det er i forbindelse med geotekniske vurderinger av DS1 gjennomført en vurdering av områdestabilitet i planområdet (ref. 1.5.24). Prosedyre for utredning av områdeskred i NVE veileder nr. 1/2019 er lagt til grunn.

Terrenget for DS1 fra den lille høyderyggen Småstrandgaten og nordøstover via nedre del av bergskråning mot Fløyen og mot Bergenhus er et relativt slakt hellende terreng mot Vågen. Området er i bybaneprojektet grunnundersøkt i nær 60 nye posisjoner med registrering grovt av løsmasselag og bergoverflaten. Det er relativt godt tilgjengelig et rikt antall tidligere grunnundersøkelser utført for bygg og infrastruktur. Berggrunnen faller ned i fjordarmen Vågen, som er en fjordarm i berg mellom det aktuelle området Bryggen og Nordnes.

Løsmassemektigheten er i hovedsak liten. Modernisering av sentrum i årene 1900 til 1920 ga en betydelig utvidelse av området Bryggen hvor løsmassemektighet i dag er over 30 m med i alt vesentlig fyllmasser fra årene 1600-1900 og den omtalte utvidelse av kaiområdet.

Det originale løsmasselaget er i hovedsak registrert som relativt tynt i hele sonen og kan være den såkalte «Bergensmorene». Det er i mange undersøkelser i Bergen påvist som meget fast sandig grusig steinig leirig morene. Det er ikke dokumentert i dette prosjekt pga grove fyllmasser og de mest sannsynlige tynne lag stedvis i Bergen.

Mot Vågen og spesielt i området Bryggen og nordøstover preges det gamle bebyggelsesområdet med relativt store fyllinger som sannsynlig er bygget opp over flere hundre år. Det preger området både geologisk og kulturelt. Mye av løsmassene under terreng og bygg over den antatte morene er definert som kulturmasser med varierende sammensetning, antatt i alt vesentlig uten finstoff. De nyere fyllmasser lagt ut om lag i 1920 er relativt grove.

Overordna gir dette området øst-nordøst for Vågen karakteristikken et relativt slakt stigende og tynt løsmasseområde mot det steilere og lite tildekkede bergskråning.

Grunnundersøkelsene langs banen skal suppleres ytterligere. Alle innledende kontrollboringer i hver posisjon føres til fjell.

Det er ingen observasjoner av kvikkleire eller enskornig leire.

Fyllmassene er relativt sterkt humusholdige med variasjon fra få prosent humus til større mengder ulike materialrester fra aktivitetene i antatt tidsperioden fra ca. år 1600-1900.

Innholdet i de såkalte fyllmasser er likevel så avgrenset humusholdig når det er lagret under grunnvannsspeilet at endring i massevolumene er liten eller langsom. De geotekniske egenskaper på terreng endres lite, men er stedvis ikke gunstig for direkte løsmassefundamentering. Men setninger i f.eks. dagens trafikksoner er moderate og langsomme og bærer toppfylling for trafikken tilfredsstillende i dag. Nyere bygg er normalt fundamentert direkte på berg eller morene eller peler til fjell.

For vurdering av fare for områdeskred av kvikkleire benyttes NVE sin veileder nr.1/2019. Det gir følgende resultat:

Prosedyre for utredning av områdeskred, jfr. NVE 1/2019

1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresonder) i området	Det er ingen registrerte faresoner i området iht. NVE Atlas.
---	---	--

2	Avgrens området med mulig marin leire.	Hele området for delstrekning 1 mot Åsane er under den marine grense. Berg er stedvis synlig i dagen langs traseen, men særlig nord på Bryggen er den totale løsmassemekktigheten større.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred.	Terrenget heller mot sjøen med for stor helning til at områdeskred kan utelates kun basert på topografiske forhold.
4	Bestem tiltakskategori.	Basert på samfunnsviktigheten og mulig konsekvens ved skredulykke vurderes bybaneprosjektet til tiltakskategori K4.

5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	<p>Topografien i området er geologisk naturlig, bortsett fra strandsonen ved Bryggen og Torget. Bergoverflaten fra Fløyfjellet og nedover mot den indre del av Bryggen er lite overdekket med løsmasser. Det tynne løsmassedekket i Bryggeområdet over (antatt/definert) morene og berg etter istiden skyldes sannsynlig utvasking fram til bebyggelsen.</p> <p>Tidligere utførte grunnundersøkelser ved Bryggen er tilgjengelige i NADAG. I hovedsak er stedvis registrerte leirige masser over berg karakterisert nær fast leirig morene. De nye grunnundersøkelsene fra Bybaneprosjektet sine trasealternativ DS1 og DST bekrefter også dette.</p> <p>Områdeskred knyttet til Banetraséen vurderes i samsvar med NVE Veileder Nr. 1/2019 «sikkerhet mot kvikkleireskred». Det er ikke registrert kvikkleireskred i Bergen sentrum av kommune eller Statens vegvesen eller geotekniske konsulenter som bidrar til registrering av grunnforhold i NGU sin database NADAG. Inngrep eller topografi for banebyggingen Delstrekning 1 gir ikke utfordringer til områdestabilitet som skal kontrolleres spesielt etter kvikkleire standarden. Den lokale problemstilling mht banens stabilitet i nåværende vegtraseer skal vurderes spesielt.</p> <p>Vurdering av områdeskred for Bybanen i delstrekning 1 kan avsluttes.</p>
---	--	--

Konklusjon

Skred av enhver type nær Bybane sone DS1 er svært lite sannsynlig, men noe erosjon og lokale små ras er ikke usannsynlig hvis ekstreme nedbørsforhold. Det er ikke kjente kvikkleireavsetninger nær Bergen sentrum, men påvist steder på ytre øyer og i Os.

Basert på utførte grunnundersøkelser, både tidligere og i forbindelse med dette prosjektet, er det konkludert med at det ikke er kvikkleire i planområdet og sikkerhet mot områdeskred er dermed tilfredsstillende.

Planområdet og tiltaket vurderes som lite sårbart for områdeskred.

4.2.3 Sårbarhetsvurdering havnivåstigning, stormflo og bølgepåvirkning

Kravene til sikkerhet mot flom og stormflo som skal benyttes ved kommunal planlegging er beskrevet i TEK 17 §7-2. Tallene i tabellen nedenfor er hentet fra Kartverket og gjelder for Bergen kommune. Tallene er basert på det nyeste datagrunnlaget for vannstand og stormflo, og er tilsvarende det som finnes i DSBs veileder *Havnivåstigning og stormflo – samfunnssikkerhet i kommunal planlegging* (ref. 1.5.13), ferdig regnet om i forhold til NN2000, men med oppdaterte tall for stormflo. Som klimapåslag for fremtidig havnivå er det brukt framskrivningens øvre del (95-persentilen) for RCP8.5, og for perioden 2081-2100 relativt til 1986-2005.

Tabell 8.2 Stormflonivå med klimapåslag for ulike sikkerhetsklasser gitt i TEK 17 (kilde: Kartverket).

Sikkerhetsklasse 1 (TEK10/17) med klimapåslag	194 cm over NN2000	Sikkerhetsklasse 2 (TEK10/17) med klimapåslag	206 cm over NN2000	Sikkerhetsklasse 3 (TEK10/17) med klimapåslag	213 cm over NN2000
---	---------------------------------	---	---------------------------------	---	---------------------------------

For Bybanen generelt og i sin helhet er det lagt til grunn krav til sikkerhet mot flom iht. TEK 17, sikkerhetsklasse F2 (200-års gjentaksintervall). I Bergen kommunes hovedplan for vann og avløp (2019-2028) er det beskrevet at på lang sikt skal skadevirkninger som følge av havnivåstigning begrenses ved at det etableres barrierer ved innløpet til Vågen og Store Lungegårdsvann, eventuelt i Damsgårdssundet ved Puddefjordsbroen. Klimautviklingen vil være bestemmende for når det er nødvendig å bygge barrierene, men utredning bør starte i hovedplanperioden.

Vestland fylkeskommune har veid driftsmessige hensyn opp mot hensyn til kulturminner og kommet med sin anbefaling, og av hensyn til Bryggen som verdensarvsted er det lagt til grunn at Bybanen skal legges noe lavere for strekningen over Bryggen.

Det er gjort mange avveininger, knyttet til samfunnssikkerhet, samfunnsverdi, økonomi, drift, og særlig i forholdet til verdensarven. Basert på disse vurderingene er det kommet frem til en kotehøyde for banen på 175 cm (NN2000), jf. møtet mellom Bergen kommune og Statsforvalteren der det ble det lagt premisser for bybanetraseens høyde foran Bryggen. Følgende er utdrag fra referatet (ref. 1.5.23).

Ifølge veilederen til teknisk forskrift er sikkerhetsklassen et byggverk tilhører, avhengig av konsekvensene ved oversvømmelse. Konsekvensene er igjen avhengig av både hvilke funksjoner byggverket har og kostnadene ved skader.

I følge TEK17 omfatter sikkerhetsklasse F1 (for flom) byggverk med lite personopphold og små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. For Bybanen langs Bryggen vil det bare være selve skinnegangen som eventuelt kan bli utsatt for havnivåstigning og/eller storm- og springflo. Skinnegangen tåler å stå under vann. Skinnegangen er heller ikke beregnet for personopphold.

Da gjenstår det å vurdere de samfunnsmessige konsekvensene av kortvarige stengninger som følge av stormflo. Bergen kommune og Vestland fylkeskommune har i dette spørsmålet konkludert med at det ikke får samfunnsmessige konsekvenser av betydning om Bybanen må vende på hver side av Bryggen de få gangene stormfloen blir for høy til å kunne passere.

Med bakgrunn i grunnlagsmaterialet fra Bergen kommune har VLFK gjort kulturminnefaglige og bybanefaglige vurderinger. VLFK har spilt inn at en bør legge til

grunn følgende høyder på banetraseen foran Bryggen med 175 cm foran verdensarvstedet Bryggen som laveste punkt:

- 175 cm: høyde foran verdensarvstedet Bryggen
- 185 cm: høyde foran den rekonstruerte del av Bryggen (SAS-hotellet)
- 191/194 cm: høyde Slottsgaten-Bradbenken
- 191/194 cm: høyde Murbryggen nord og fram til Strandsiden (inkludert verdensarvstedet Finnegården)

I gjeldende teknisk regelverk for prosjektering og bygging av Bybanen er det et mål at banen skal være tilgjengelig for trafikk 99,9 % av tiden, med unntak av fire timer natt til hverdager. Med høydene nevnt over og tilhørende nødvendige stengninger på grunn av stormflo, vil en være innenfor kravene i teknisk regelverk med god margin.

Oppdatert datamateriale fra Bergen kommune viser at banetraseen foran Bryggen i mye mindre grad vil flomme over i 2050 og 2070, enn i 2100. I 2050 er det ikke forventet oversvømmelse ved 1000-års hendelse med en høyde på 175 cm. I 2070 er det bare forventet ved 200- og 1000-års hendelse. Problemstillingen vil først melde seg mot slutten av hundreåret, men en vil også da være innenfor kravene i teknisk regelverk og på et akseptabelt nivå mht. samfunnsikkerhet.

Hendelser med stormflo over 175 cm vil få store konsekvenser flere steder i Bergen sentrum. Det vil dermed på lengre sikt være viktigere å ivareta andre tungtveiende interesser enn å sikre tørr grunn for bybaneskinnene.

Konstruksjoner og teknisk anlegg som kan ta skade av flom legges på høyere kotenivå eller sikres mot vanninntrenging. Dette gjelder f.eks likerettere (strømforsyning). Skinnene tar ikke skade av flom.

Risikoreduserende tiltak:

- Driftsopplegget ivaretar kollektivsystemets funksjon. Ved stormflo kan Bybanen snu i Sandbrogaten og Kaigaten.
- En kan forutsi og melde når og hvor høy stormflo blir i god tid. Dette reduserer faren og beredskaps-tjenester kan varsles i god tid.

Bybaneprosjektet forholder seg til at havnivåstigningen på sikt er en utfordring som må løses for hele byen. I reguleringsplanen og ROS-analysen for Bybanen til Åsane, vil bybaneprosjektet vise til ROS-analysen for Bergen kommune (Bergen ROS 2020) og til hovedplanen for avløp og vannmiljø 2019 - 2028, sin omtale av havnivåstigning og forslag til tiltak.

Med bakgrunn i dette anbefaler Bergen kommune at sikkerhetsklasse F1 og høydene nevnt over legges til grunn for det videre arbeidet med Bybanen langs Bryggen.

Generelt er kravet til sikkerhet mot stormflo for Bybanen som helhet sikkerhetsklasse F2, iht. TEK 17. Sårbarheten vurderes overordnet som liten for Bybanen i sin helhet på strekningen. For den delen av Bybanen som går foran bryggen vurderes derimot sårbarheten som moderat, gitt at høyden på Bybanen foran Bryggen vil være 175 cm og dermed ligge lavere enn sikkerhetsklasse F1, og de andre stedene nevnt ovenfor vil ligge lavere enn sikkerhetsklasse F2. Det bemerkes her at det kun er skinner som vil oversvømmes, øvrig tekniske infrastruktur skal plasseres på et tilstrekkelig høyt kotenivå (sikkerhetsklasse F2 – 206 cm) eller sikres mot

vanninntrenging. Konsekvensene vurderes utgangspunktet som begrensede, men temaet tas videre til en risikoanalyse i kapittel 4.3.

4.2.4 Sårbarhetsvurdering ekstremnedbør/overvann

Det er forventet at fremtidens klima vil medføre mer nedbør i Norge, og periodevis ekstremnedbør. I Klimaprofil for Hordaland¹ (nå Vestland) (ref. 1.5.4) er det gjort vurderinger av forventede klimaendringer som påvirker årsnedbøren:

Årsnedbøren i Hordaland er beregnet å øke med ca. 15 %. Nedbørendringen for de fire årstidene er beregnet til:

- Vinter: +15 %
- Vår: +10 %
- Sommer: +10 %
- Høst: +15 %

Nedbørøkningen i millimeter blir størst for de nedbørrike områdene nær kysten. Det er ventet at episoder med kraftig nedbør øker vesentlig både i intensitet og frekvens. Nedbørmengden for døgn med kraftig nedbør er ventet å øke med ca. 10 %. Intensiteten i kortvarige regnskyll er ventet å øke enda mer.

For å unngå økt skaderisiko som følge av ventet økning i kraftig nedbør tilrådes et klimapåslag på dagens dimensjonerende nedbør hentet fra IVF-kurver. Disse kurvene er tilgjengelige på klimaservicesenter.no.

Det er tidligere anbefalt et klimapåslag på minst 40 % på dimensjonerende nedbør på regnskyll som varer under 3 timer. Denne anbefalingen kan fremdeles benyttes.

Dersom en ønsker en mer nyansert tilnærming for ulike varigheter og gjentakintervall, kan en benytte et klimapåslag på dimensjonerende nedbør som vist i tabellen under.

Tabellen nedenfor viser klimapåslag utarbeidet fra rapporten *Klimapåslag for korttidsnedbør* (ref. 1.5.20) basert på ventet endring i dimensjonerende nedbør fram til slutten av hundreåret.

	Dimensjonerende gjentakintervall < 50 år	Dimensjonerende gjentakintervall ≥ 50 år
≤ 1 time	40 %	50 %
>1 – 3 timer	40 %	40 %
>3 – 24 timer	30 %	30 %

¹ Oppdatert april 2022. Klimaprofilene følger stort sett fylkesinndelingen som gjaldt frem til 2020.

Overvannsnettet i planområdet vil, til tross, for bruk av lokal overvannshåndtering via infiltrasjon få økt overvannsmengde. Årsak til dette er separering av overvannsledninger som i dagens situasjon er tilknyttet eks. avløpfelles ledning. Dimensjon på fremtidig hovedovervannsledning må hensynta fremtidig separering i oppstrøms planområdet.

I sørlig del av planområdet er det et aktsomhetsområde for flom (NVE), se figur 4.3-3.



Figur 4.3-3 Aktsomhetsområde flom (NVE) i sørlig del av planområdet (BT5 Webkart)

Det følgende er hentet fra VA-rammeplan for DS1 (ref. 1.5.22).

Flomveger for reguleringsområdet skal dimensjoneres for 200 års gjentakintervall (inklusive klimaendring) i henhold til Bergen kommunes retningslinjer for overvannshåndtering. Flomvegene skal dimensjoneres for å kunne ta unna all avrenning fra hele nedbørfeltene ved tilfeller der overvannssystemet er overbelastet. Flomvegene skal sikre at eksisterende og planlagt bebyggelse ikke skades av flom. Beregnede flomvannsmengder er utført for nedbørfelt i og oppstrøms planområdet. I alle beregninger med klimaendringer er det anvendt en klimafaktor på 50 %, som er i tråd med anbefalinger i Håndbok N200. Det er i tillegg lagt inn sikkerhetsfaktor for vegklasse i henhold til krav i N200. Ved beregningene er det antatt å være bilfritt over Bryggen men åpent for biltrafikk over Torget. Beregningene er basert på IVF-tabell fra nedbørstasjonen Bergen – Florida for perioden 17.06.2003 – 16.09.2019.

Etablering av Bybanen i planområdet DS1 vil ikke endre avrenningskoeffisient i området da Bybanen skal etableres på eksisterende veggrunn. Nedbørberegninger for fremtidig avrenning er derfor kun oppjustert med klimafaktor med utgangspunkt i dagens nedbørmengde.

I planområdet DS1 er to ulike flomsituasjoner vurdert. Flom grunnet stormflo og havnivåstigning og flom grunnet nedbør. I tegning BT5-G-10101 og 10201 er vist havnivåstigning med gjentaksintervall 200 år (2090) hentet fra Kartverkets nettsider, og tatt med etter ønske fra Bergen vann for å illustrere utfordringen med fremtidig havnivå. Det vises til notat «BT5 – Stormflo og havnivåstigning, oppdatering av stormflotallene», versjon. 04J, 2019-11-28 for en mer detaljert redegjørelse av forholdene. I planområdet DS1 er det lagt inn nye terskler for sikring mot høyere havnivå. På Torget er det lagt inn en høyere terskel mellom Bybanen og indre Vågen på kote +1,91 sammenlignet med dagens terskel på kote +1,65. Langs Bryggen er bybanetraseen terskel mot stormflo med terskelnivå på kote +1,75, mens dagens terskel er på kote +1,55. Dette vil redusere risikoen for flom grunnet stormflo, men samtidig endre avrenningsforholdene på overflaten. For å sikre flomveger fra nedbør er det lagt inn lukkede flomveger fra Vågsallmenningen og Dreggsallmenningen samt mulighet for pumping av overvann fra Bryggen. Øvrige flomveger i planområdet er på overflaten. Ved tilfeller med stormflo og stor nedbør vil det være behov for pumping av flomvann, fra de lukkede flomvegene, for å hindre oppstuvning på overflaten. Oppstuvning på overflaten må overstige terskelnivå for stormflo før avrenning til sjø.

Flomsone ved Kaigaten – Christies gate

Nedbørfelt 1 har avrenning mot Lille Lungegårdsvann. Området i dagens situasjon har begrenset avrenning og ved store nedbørtilfeller vil området være en flomsone. Planlagt bybanetrasé og etablering av GS-veg langs Christies gate vil ikke endre dagens situasjon slik at flomsonen som er i dag blir beholdt.

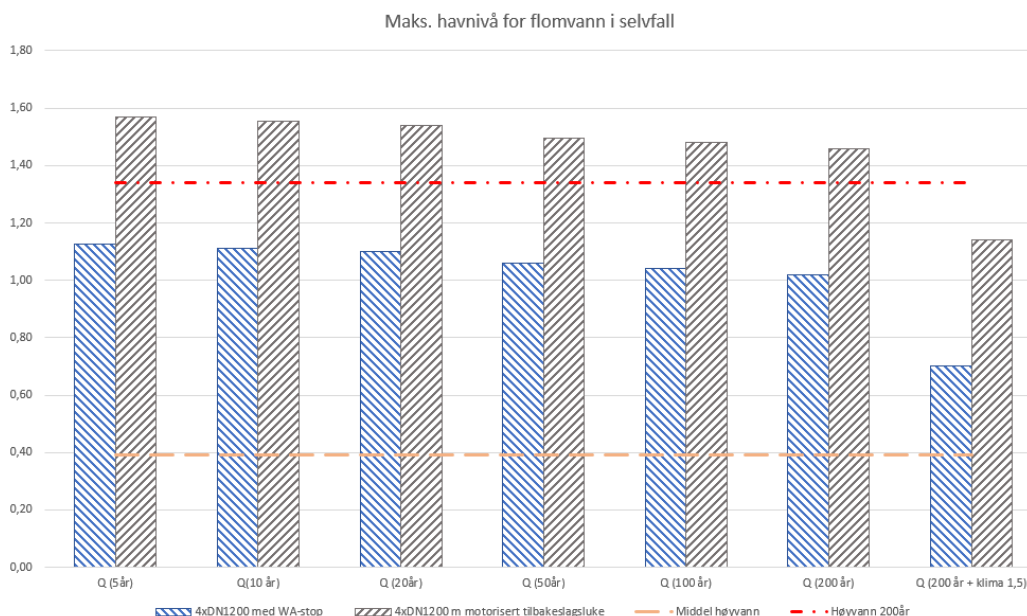
Flomsonen vil kunne endres dersom tiltak beskrevet i VA-rammeplan til områdeplan 4601_15540200 Gnr. 164, 166, Nygårdstangen, reguleringsendring gjennomføres. Planen beskriver etablering av fordrøyningsbasseng i underjordisk parkeringsanlegg for håndtering av ekstremnedbør til Lille Lungegårdsvann samt etablering av nytt utløp og åpen vannveg (Lungegårdskanalen) mellom Lille og Store Lungegårdsvann. I situasjoner med stor nedbør og lavvann i Store Lungegårdsvannet vil den nye Lungegårdskanalen bidra med rask avledning av flomvann slik at flomsonen reduseres. Fordrøyningsbasseng i parkeringsanlegget vil også kunne bidra til å redusere flomsonen på overflaten. Lungegårdskanalen skal ha en kapasitet på 8m³/s. Lungegårdskanalen skal sikres mot stormflo med tilbakeslagsventiler i hver ende. VA rammeplanen angir at kanalnivå kan ligge betydelig høyere enn vannnivå i Smålungeren og at kanalen skal brukes som fordrøyningsvolum for tiliggende arealer. Dersom tilbakeslagsarrangementet svikter vil flomsonen ved Kaigaten tilsvare nivå for stormflo i Store Lungegårdsvannet. VA-rammeplanen til områdeplan 4601_15540200 Gnr. 164, 166, Nygårdstangen viser også hvordan flomsonen ved Lille Lungegårdsvann påvirkes av havnivåstigning og aktuelle tiltak for å redusere effekten inn mot Lille Lungegårdsvann.

Lukket flomveg ved Vågsallmenningen

Det foreslås å etablere lukket/lukkede flomveger ved Vågsallmenningen. Det kan enten etableres en lukket flomveg ved lavpunkt foran Torget 1 (som vist på tegning BT5-G-10101) som skal håndtere hele Q₂₀₀ eller en delt løsning der deler av flomvannet fra Nedre Korskirkeallmenningen og Bankgaten samles opp før det renner inn i Vågsallmenningen (også vist på tegning BT5-G-10101). Lukkede flomløsninger har større risiko for driftsproblemer enn åpne flomveger. Den sikreste løsningen vil derfor være å etablere en delt løsning. Et forslag til løsning for lukket flomveg ved Torget 1 er vist i tegning BT5-H-10102. I normalsituasjonen vil

det være minimum 6 kumlokk med diameter $\varnothing 800$ med tett lokk foran Torget 1. Området vil være åpent for publikum. Ved varslet flom må det settes opp et stabilt/sikkert rekkverk rundt flomkum på permanente fundamenter som kan etableres under gatestein/skiferdekke. Etter at rekkverk er montert fjernes kumlokk slik at vannet kan renne fritt ned i åpningene over flomkummen. Flomvannet avledes deretter i lukket rørsystem under Bybanen med utløp i indre Vågen. Utløpet skal ha tilbakeslagsventil.

Hydraulikk i lukket flomveg foran Torget 1 er for to alternative utforminger av traseen vurdert opp mot ulike havnivå og gjentakintervall for flom. Flomløsning i forslag vist i VA-rammeplanen er en dykkeledning basert på selvtrykk. Forutsetninger for beregningene er at det er akseptert oppstuvning på terrengoverflaten til kote +1,65, likt dagens situasjon. Det er utført beregning med to ulike tilbakeslagsventiler en fastmontert WA-stop (åpningstrykk 0,44m for DN1200 rør) og en motorisert luke som forutsettes åpnet helt ved flomsituasjoner (åpningstrykk 0m). Utførte beregninger i flomvegen må betraktes som overslagsberegninger slik at det er behov for mer detaljerte beregninger i detaljprosjekteringen. Detaljprosjekteringen kan også vurdere bruk av andre rørdimensjoner og rørformer.



Figur 4.3-4 Maks. havnivå for avledning av flomvann i selvtrykk. Oppstuvning på terreng til kote +1,65. Havnivå i høydesystem NN2000.

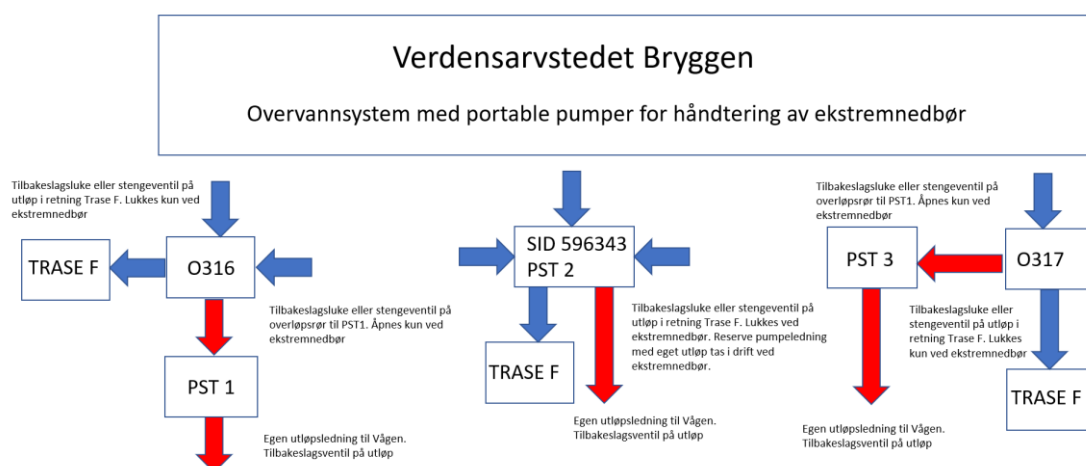
Lukket flomveg ved Dreggsallmenningen

Det foreslås å etablere en lukket flomveg fra Dreggsallmenningen til kaifront grunnet endringer i terreng der Bybanen blir en hindring for flomvann som tidligere er avledet på terreng mot Dreggekaaien. Det foreslås å etablere et system basert på større sandfangssluk som plasseres i lavpunkt (se tegn. BT5-H-10202) med avledning i rørledning som krysser bybanetraseen og med utløp i kaifront. Det vil være behov for oppstuvning på terreng foran parkeringshus for avledning av Q (200 år). Dette vil være en del av flomsonen i DS1. Dersom den lukkede flomvegen ikke er i drift vil avrenning, etter oppstuvning, ledes mot lavbrekk foran Bryggen. Der finnes egen overvannsledning fra lavpunktet, men den er ikke dimensjonert for Q (200 år).

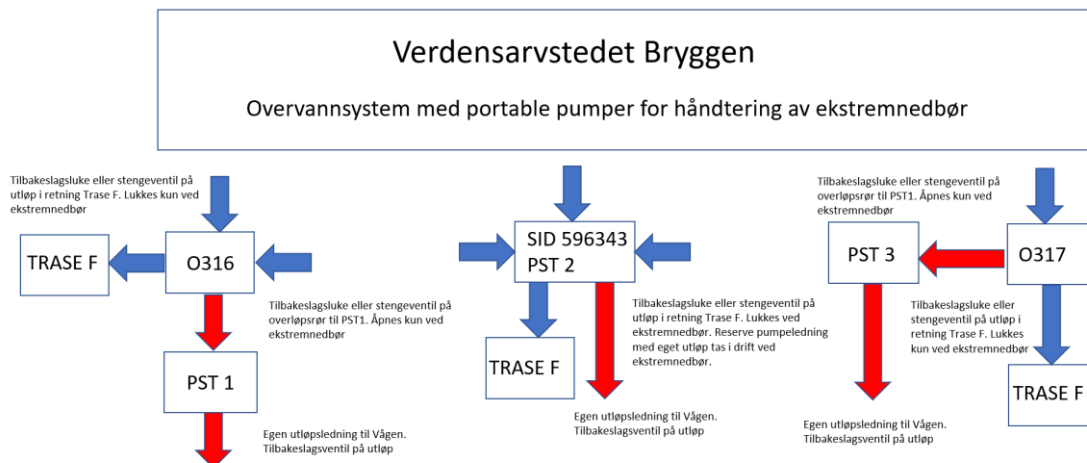
Flomsone og lukket flomveg langs Bryggen ved trehusbebyggelsen

Bryggen, ved verdensarvstedet, er et distinkt lavpunktsonråde. Dette gjelder både i dagens- og i fremtidig situasjon. I dag er området en flomsone uten naturlig avrenning til Vågen før vannivået overstiger terskelnivå ved kaifront (kote +1,55 ved Dreggskaien). Flomsone foran trehusbebyggelsen vil få økt tilførsel av flomvann i planlagt situasjon på grunn av at Bybanen, langs Bryggen, skal etableres uten tverrfall og som en terskel mot stormflo. Det betyr at noe av flomvannet fra nedbørfelt 6B vil ledes ned og inn mot trehusbebyggelsen. Det foreslås å etablere et system for pumping av overvann for å minimum ta unna den økte tilførselen fra nedbørfelt som tidligere ikke har hatt avrenning mot Bryggen (se tegn. BT5-GH-10201). Pumpesystemet kan enten etableres som en permanent del av overvannshåndteringen for området eller som tilrettelagde overløp med portable pumper som driftsettes ved varslet ekstremnedbør. Pumpesystemet vil ikke klare å håndtere hele vannmengden fra en 200års flom, men vil bidra til å raskere få avvannet overflaten. Flomsoneens størrelse vil kunne påvirkes av pumpevalg men vises til kote +1,75 (likt nytt terskelnivå) da dette vil være flomsoneens nivå ved en eventuell driftstans.

Figur 4.3-5 viser flytskjema for overvannsystem der normalnedbør håndteres i sevfallsystem som knyttes til Trasé F (se BT5-DS1-H10202). Ved ekstremnedbør stenges ledningsanlegg i retning av Trasé F og lensepumper monteres i tilrettelagde pumpekummer. Det er tatt hensyn til kulturlag i grunnen gjennom å plassere pumpeumpene til nye pumpekummer så langt ut fra trehusbebyggelsen som mulig og i nær tilknytning til eksisterende ledningsanlegg. I tillegg er dybde på pumpeumper i overløpskummene PST1 og PST3 liten da det foreslås bruk av lensepumper (se BT5-DS1-GH10201). Dersom systemet ønskes brukt som en del av den permanente overvannshåndteringen (Figur 4.3-6) bør det etableres neddykkede pumper. Dette vil påvirke gravedybden lokalt rundt PST1 og PST3. Ved PST2 som er nærmest trehusbebyggelsen foreslås det å legge til rette for pumping fra en eksisterende overvannskum. Det foreslås å etablere en ny pumpeledning med tilbakeslagsventiler fra eks. overvannskum SID596343, som krysser Bybanetraseen og med utløp til sjø. System med pumper vil også kunne tas i drift i situasjoner med nedbør og stormflo for å hindre oppstuvning på overflaten.



Figur 4.3-5 Overvannsystem med portable pumper for håndtering av ekstremnedbør. Flytskjema



Figur 4.3-6 Overvannsystem med permanente pumper for håndtering av normal og ekstremnedbør. Flytskjema

Flomveg fra Øvre Dreggsallmenningen og Sandbrogaten

Eksisterende flomveg fra kryssområde ved Øvre Dreggsallmenningen-Sandbrogaten vil endres etter bygging av Bybanen. Kryssområdet vil til dels være utflytende med lengdefall både i retning Øvre Dreggsallmenningen/Koengen og Øvre Dreggsallmenningen/Sandbrogaten. Flomvannet vil ledes i begge retningene. Det er usikkert hvor stor andel av vannet som vil ledes i hvilken retning. Det anslås at min. 50% av flomvannet fra nedbørfelt 6B vil ledes i retning Sandbrogaten. Bybanen i Sandbrogaten bør etableres med sidefall på terreng mellom skinner i de områder der det er mulig for å sikre avrenning i retning Bradbenken. Tverrfall må hensynta nivå på terreng langs eksisterende byggeliv. Det vil ikke være mulig å lede alt flomvann mot Bradbenken slik at noe av vannet vil ledes langs bybanetraseen mot Bryggen. En av planforutsetningene er at bybanetraseen må etableres flatt langs Bryggen og uten opphevede kantsteiner langs sideareal slik at flomvann vil ledes både inn mot trehusbebyggelsen og utover mot kaifront.

Planforslaget omfatter en bybane og legger ikke til rette for byggverk for langvarig personopphold. Tiltaket vurderes som lite til moderat sårbart for temaet, gitt de tiltak som er beskrevet i VA-rammeplan (ref. 1.5.22).

4.2.5 Sårbarhetsvurdering transport av farlig gods

Ifølge DSBs kartinnsynsløsning transporteres det per i dag farlig gods i Småstrandgaten, Torget, Bryggen, Slottsgaten og Sandbrogaten, innenfor planområdet. Trafikk, herunder transport av farlig gods, vil bli lagt om som en følge av planforslaget.

DSB mottar på landsbasis årlig mellom 40-70 hendelser som inkluderer farlig gods, 55 hendelser i 2015 (DSBs uhellstatistikk for 2015). Ifølge DSBs database har det i Bergen kommune vært 3 uhell med farlig gods mellom 2006 og 2015. Tallene omfatter også hendelser med farlig gods på jernbane og ferge. Det settes ofte en evakueringsradius på 3-500 meter ved slike tilfeller.

Det er rimelig å anta at hendelser med farlig gods vil forekomme hyppigst i de områdene hvor det fraktes mest gods (rundt de store byene og langs hovedtrafikkårene). I de fleste tilfellene fører en hendelse med farlig gods til akutt utslipp til grunnen og til luft, og med små

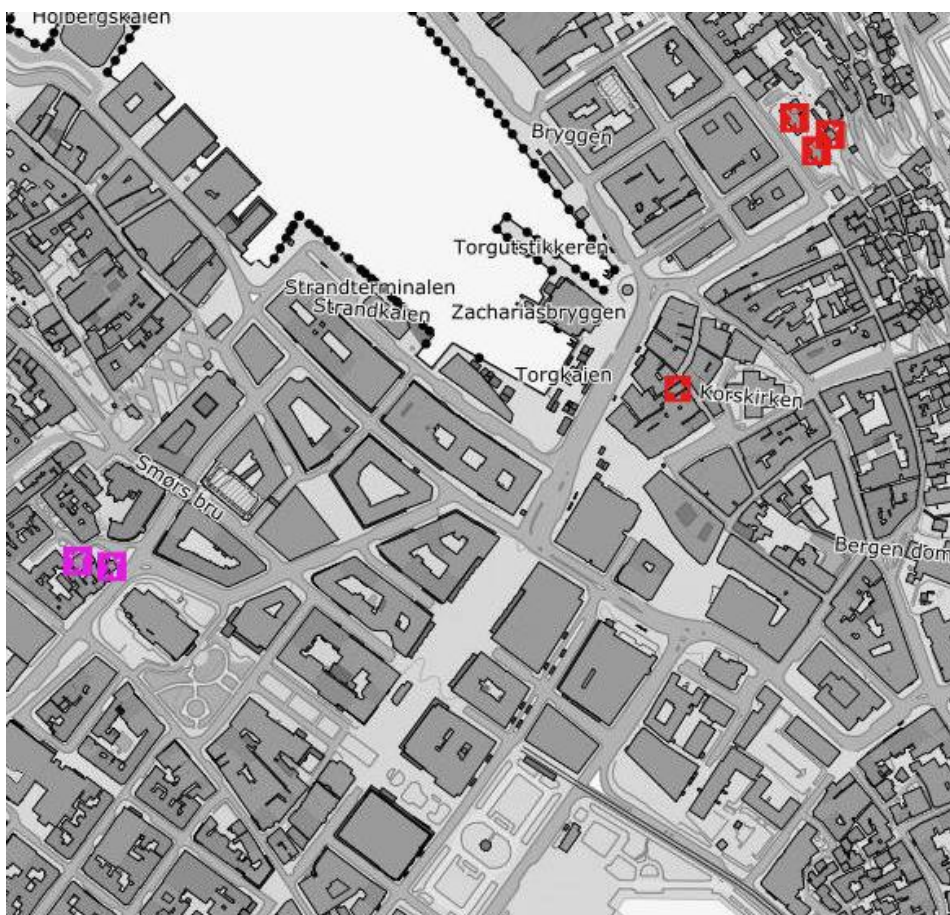
konsekvenser for liv og helse. Andelen hendelser hvor det vil oppstå en brann eller eksplosjon er erfaringsmessig svært lav.

Planforslaget tilrettelegger ikke for langvarig personopphold som boliger, mv, og vil raskt kunne evakueres dersom behov. Planområdet og planlagt tiltak vurderes som lite sårbart for transport av farlig gods.

4.2.6 Sårbarhetsvurdering sårbare bygg

Det ligger sårbare bygg, slik dette er definert av DSB, med nærhet til planområdet og tiltaket. Dette er Kalmargaten barnehage, Christi krybbe skoler og Indremisjonshjemmet (se figur 4.3-7). For ordens skyld nevnes at Bryggen inngår ikke i denne definisjonen. I anleggsfasens ulike faseplaner er det lagt opp til at veger forbi barnehagen og Christi krybbe skoler skal benyttes som kjøreareal gjennom alle fasene. Anleggsområdet i gaten Torget vil ligge relativt tett på Indremisjonshjemmet.

Det vil være nødvendig å hensynta disse byggene, både i anleggsfase og i ferdig løsning. Det er gjennom planforslaget gjort et overordnet grep med prioritering av gående og syklende. Generelt er fotgjengere høyest prioritert i planen med gode løsninger, slik at trafikksikkerheten vurderes som godt ivaretatt for skolebarna. I anleggsfasen må trygg skoleveg sikres for myke trafikanter gjennom SHA-vurderinger. Gitt dette vurderes temaet som lite sårbart.



Figur 4.3-7 Sårbare bygg, Kalmargaten barnehage vises med lilla symbol i vest, Christi krybbe skoler vises med røde symboler i nord, og Indremisjonshjemmet vises mer rødt symbol ved Korskirken (kilde: DSB kart)

4.3 Risikovurdering DS1

Hendelse 1 – Havnivåstigning, stormflo og bølgepåvirkning

Drøfting av sannsynlighet:

For Bybanen generelt er det lagt til grunn krav til sikkerhet mot flom iht. TEK 17, sikkerhetsklasse F2 (200-års gjentaksintervall). Basert på drøftinger med Vestland fylkeskommune om driftsopplegg og av hensyn til Bryggen som verdensarvsted er det lagt til grunn at Bybanen skal legges på en lavere høyde over Bryggen, det vil si kote 175 cm (NN2000), jf. møtet mellom Bergen kommune og Statsforvalteren der det ble lagt premisser for bybanetraseens høyde foran Bryggen (ref. 1.5.23).

Bølgepåvirkning er neglisjerbart i området på bakgrunn av framherskende vindretning, Vågens beliggenhet og vindforhold når det er sterkt lavtrykk og høy vannstand (ref. 1.5.21).

Gitt at høyden 175 cm legges til grunn, vil dette være en lavere høyde enn sikkerhetsklasse 1, med gjentaksintervall 20 år. Sannsynligheten for hendelsen vil være i sannsynlighetsklasse 1 (en hendelse oftere enn hvert 20. år). Høydene foran den rekonstruerte del av Bryggen (SAS-hotellet), strekningen Slottsgaten-Bradbenken og Murbryggen nord og fram til Strandkaaien (inkludert verdensarvstedet Finnegården) vil også ligge lavere enn sikkerhetsklasse F2, men det tas her utgangspunkt i tilpasning av høydene foran Bryggen og den historiske bebyggelsen rundt Vågen.

Sannsynligheten for denne hendelsen er knyttet opp mot endringer i klima og vil være en hendelse som vil kunne inntreffe hyppigere jo lenger frem i tid en er ser. Som beskrevet over ligger bybanen her på et nivå som tilser at en hendelse vil inntreffe oftere enn hvert 20. år akkurat på dette avgrensede området - noe som tilsvarer sannsynlighetsklassen med høyest sannsynlighet i denne analysen.

Drøfting av konsekvens:

Liv og helse:

En stormflo ved Bryggen vil være forutsigbar, og vil ikke bare ramme Bybanen. Personer vil forholde seg til en slik fare på samme måte som tidligere, uten Bybane. Bybanen vil ved stormflohendelser ikke være i drift forbi Bryggen, men snu i Sandbrogaten og Kaigaten. Det vurderes å være ubetydelige/ufarlige konsekvenser for liv/helse (ubetydelig personskaade, ingen fravær).

Miljø:

Det vurderes å være ubetydelige/ufarlige konsekvenser for ytre miljø dersom Bybanen ikke driftes forbi Bryggen i en stormflosituasjon.

Materielle verdier:

En stormflo som medfører at Bybanen ikke driftes forbi Bryggen, vurderes ikke å medføre særlige kostnader og heller ingen særlig konsekvens når det gjelder betjening av byen med kollektivtransport. Det er kun skinner som vil oversvømmes uten å ta skade, øvrig tekniske infrastruktur skal plasseres på et tilstrekkelig høyt kotenivå (sikkerhetsklasse F2 – 206 cm) eller sikres mot vanninntrenging. Bybanen vil i slike situasjoner snu ved Sandbrogaten og Kaigaten og driftes som normalt på øvrige strekninger, bortsett fra strekningen foran Bryggen. Dette tilsvarer samme driftsopplegg som ved 17. mai og andre større arrangement på Bryggen. Dette er også stasjoner med gangavstand til sentrale deler av sentrum, og gangavstand mellom stasjonene. Det legges ikke opp til at det skal etableres bussforbindelse mellom disse stasjonene. Gitt at det kun er en kortere strekning over Bryggen som blir påvirket av en stormflo i noen timer og resten av bybanenettet kan opprettholde sin funksjon (gitt driftsopplegget for Bybanen) vurderes konsekvens som mindre alvorlig akkurat for denne begrensede delen av banen.

Oppsummering:

Verdi	Sannsynlighet					Konsekvens					Risiko		
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5			
Liv og helse	X					X					X		
Miljø	X					X					X		
Materielle verdier	X						X					X	

Tiltak:

I vurderingen er det tatt utgangspunkt i at konstruksjoner og teknisk anlegg som kan skades av stormflo skal plasseres på et tilstrekkelig høyt kotenivå (sikkerhetsklasse F2 – 206 cm) eller sikres mot vanninntrenging. I tillegg skal:

- Driftsopplegget ivareta kollektivsystemets funksjon. Ved stormflo kan Bybanen snu i Sandbrogaten og Kaigaten.
- Forutsi og melde når og hvor høy stormflo blir i god tid. Dette reduserer faren og beredskapstjenester kan varsles i god tid. Det vil være mulig å etablere en barriere for å beskytte området dersom ønskelig.

4.4 Konklusjon DS1 og oppsummering av tiltak

Planområdet fremstår generelt, med de tiltak som er beskrevet og forutsatt fulgt, som lite til moderat sårbart.

Det har blitt gjennomført en innledende fareidentifikasjon og sårbarhetsvurdering av de temaer som gjennom fareidentifikasjonen fremsto som relevante. Følgende farer har blitt utredet:

- Skredfare bratt terreng
- Ustabil grunn (områdestabilitet)
- Havnivåstigning, stormflo og bølgepåvirkning
- Ekstremnedbør/overvann
- Transport av farlig gods
- Sårbare bygg

Av disse fremsto planområdet og tiltaket som moderat sårbart for havnivåstigning og stormflo, og det ble derfor utført risikoanalyse av dette temaet, jf. kap. 4.3. Planområdet ble vurdert til lite- og lite til moderat sårbart for øvrige farer.

Det er gjennom fareidentifikasjon, sårbarhetsvurdering og risikoanalyse, identifisert tiltak som det ut fra samfunnssikkerhetshensyn er nødvendig å gjennomføre for å unngå å bygge sårbarhet inn i dette planområdet. Tiltakene er sammenfattet nedenfor og må følges opp gjennom prosjektering.

Fare	Sårbarhets- og risikoreducerende tiltak
Ekstremnedbør/overvann	Videre detaljprosjektering må legge til grunn dimensjonerende nedbør med klimapåslag (ref. 1.5.4) og VA-rammeplan (ref. 1.5.22) som er utarbeidet til planforslaget.
Havnivå og stormflo	Konstruksjoner og teknisk anlegg som kan skades av stormflo skal plasseres på et tilstrekkelig høyt kotenivå (sikkerhetsklasse F2 – 206 cm) eller sikres mot vanninntrenging. I tillegg skal <ul style="list-style-type: none"> – Driftsopplegget ivareta kollektivsystemets funksjon. Ved stormflo kan Bybanen snu i Sandbrogaten og Kaigaten. – Forutsi og melde når og hvor høy stormflo blir i god tid. Dette reduserer faren og beredskapstjenester kan varsles i god tid. Det vil være mulig å etablere en barriere for å beskytte området dersom ønskelig.
Elektromagnetiske felt	Det må dokumenteres at elektromagnetisk felt fra Bybanens infrastruktur ikke overstiger grenseverdiene for boliger, skoler og barnehager langs traseen. DSA har satt krav om at det i byggeprosjekter der det forventes feltnivåer over 0,4 µT i årsgjennomsnitt skal gjøres utredninger for å avklare nivået, og se på alternative løsninger.
Eksisterende kraftforsyning og VA-infrastruktur	Eksisterende kraftforsyning og VA-infrastruktur innenfor planområdet må ivaretas i forbindelse med anleggsarbeidet og sees i sammenheng med etablering av annen infrastruktur i tilknytning til prosjektet. Ved

	tunnelinnslaget i Sandbrogaten ligger det en 132 kV kabel som er forsyning til sekundærstasjonen for BKK.
Fremkommelighet for utrykningskjøretøy	Det må i forbindelse med anleggsarbeidet, og for ferdig løsning (driftsfase) tilrettelegges for god fremkommelighet for utrykningskjøretøy. SHA-vurderinger må også ha fokus på dette.
Grunnvannsborehull	Registrerte grunnvannsborehull (Nasjonal grunnvannsdatabase) innenfor og i relevant nærhet til planområdet må ivaretas i anleggsfasen.
Sårbare bygg	Hensynta sårbare bygg og deres funksjon gjennom dialog med eierne, både i anleggsfase gjennom SHA-vurderinger, og i ferdig løsning. I anleggsfasen må trygg skoleveg sikres for myke trafikanter (SHA-vurderinger).

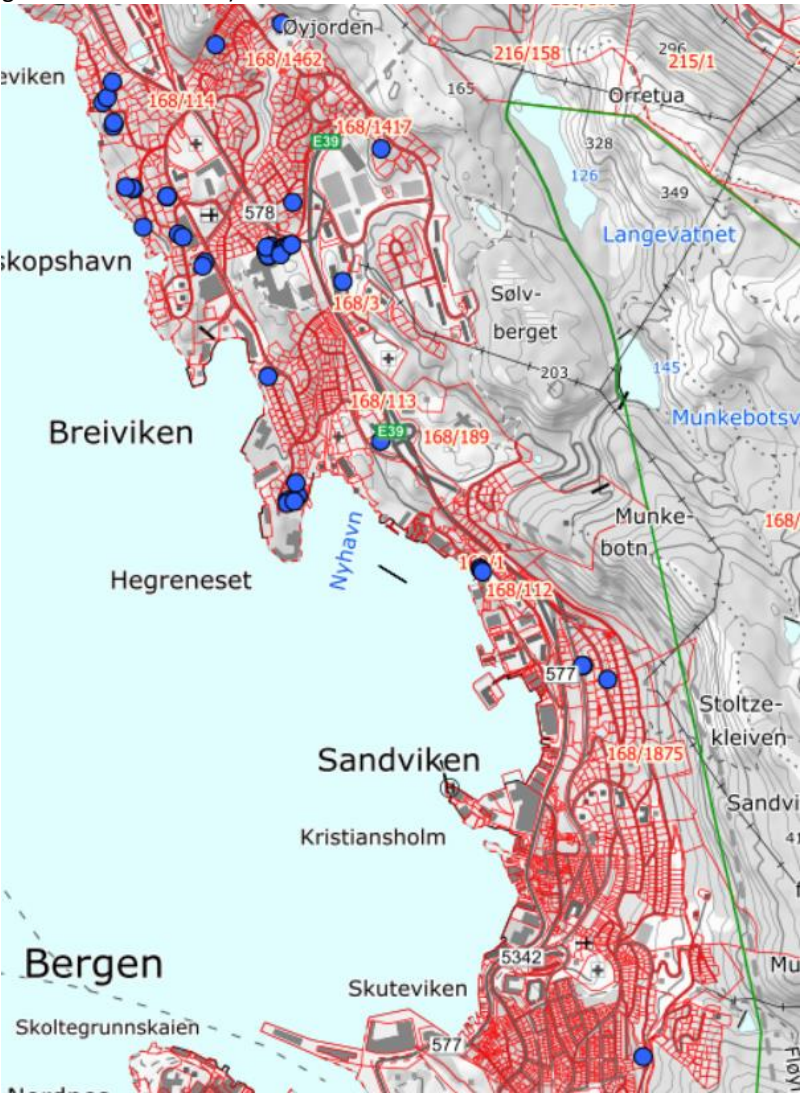
5 Delstrekning 2, Sandbrogaten - Eidsvågtunnelen

5.1 Innledende farekartlegging DS2

Nedenfor følger en oversikt over relevante farer for planområdet. Oversikten tar utgangspunkt i DSBs veiledning *Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging* (1.4.8), men tar også for seg forhold som etter faglig skjønn vurderes som relevante for dette analyseobjektet.

Tabell 5.1 Oversikt over relevante farer

Fare	Vurdering
NATURBASERTE FARER: naturlige, stedlige farer som gjør arealet sårbart og utsatt for uønskede hendelser	
Skredfare bratt terreng (snøskred, steinsprang, jord- og flomskred)	Planområdet er berørt av aktsomhetsområder for snøskred, steinsprang og jord-/flomskred. (NVE Atlas). Temaet vurderes videre.
Ustabil grunn (områdestabilitet)	Planområdet ligger under marin grense. Marin grense angir det høyeste nivået der marin leire (med potensial for kvikkleire) kan forekomme. Det er i tillegg tunneler i fjell på strekningen. Temaet vurderes.
Flom i vassdrag (herunder isgang)	Det er ingen større vassdrag i området, men deler av planområdet i dagsone ligger innenfor et aktsomhetsområde for flom (NVE Atlas). <i>Temaet vurderes under ekstremnedbør/overvann.</i>
Havnivåstigning, stormflo og bølgepåvirkning	Det planlagte tiltaket vil ikke bli påvirket av stormflo.. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Vind/ekstremnedbør (overvann)	Planområdet og tiltaket vurderes ikke spesielt utsatt for vind som kan forårsake fare for liv og materielle verdier. Forventninger om fremtidens klima viser at det trolig blir mer nedbør i Norge, og da særlig i form av periodevis ekstremnedbør. Dette krever lokale og gode løsninger for håndtering av overvann. Temaet vurderes med hensyn på ekstremnedbør/overvann.
Skog- / lyngbrann	Planområdet er i urbane omgivelser og tiltaket vurderes ikke å være spesielt utsatt gitt en brann i vegetasjonen omkring. Det er allikevel spredte områder med noe skog og annen vegetasjon, og det tilrådes derfor å etablere en brannberedskap i anleggsfasen. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Radon	Det planlagte tiltaket tilrettelegger ikke for bygg for langvarig personopphold. <i>Temaet er ikke aktuelt.</i>
VIRKSOMHETSBASERT FARE	
Brann/eksplosjon ved industrianlegg	Det er ingen industrianlegg med slikt potensial i drift i eller i umiddelbar nærhet til planområdet. Det skal heller ikke etableres bygg for varig opphold som en del av dette tiltaket. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Kjemikalieutslipp og annen akutt forurensning	Det vurderes ikke å være slike anlegg i relevant nærhet. Tiltaket legger heller ikke til rette for slik virksomhet. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Transport av farlig gods	Det transporteres farlig gods i umiddelbar nærhet til planområdet. Temaet vurderes.
Elektromagnetiske felt	Tiltaket tilrettelegger ikke for tiltak som medfører økt elektromagnetiske felt, eller for langvarig personopphold. <i>Temaet er ikke aktuelt.</i>
Dambrudd	Storediket ligger oppstrøms planområdet. Temaet vurderes.
INFRASTRUKTUR	
VA-anlegg/-ledningsnett	Det er utarbeidet en VA-rammeplan inkludert infrastrukturplan til planforslaget. Planen har som funksjon å sikre en helhetlig løsning av vannforsyning, spillvann- og overvannshåndtering, samt sikre tilstrekkelig dekning for slokkevann. Holdeplassområdet i berg bak Sandvikskirken har

Fare	Vurdering
	<p>liten overdekning og svært nær en eksisterende VA-tunnel. Dette er vurdert nærmere i sårbarhetsvurderingen av ustabil grunn. Det forutsettes at eksisterende VA-infrastruktur ivaretas i anleggsfasen. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i></p>
<p>Trafikkforhold</p>	<p>Trafikksikkerhet er ivarettatt gjennom vurdering av aktuelle løsninger, blant annet mht. signalanlegg og siktlinjer, for å ivareta sikkerheten til myke trafikanter. Det er lagt til grunn strengere krav enn SVVs håndbok mht. sykkelfelt. TS-revisjon (ekstern part) skal også gjennomføres i forbindelse med høring av planforslaget. Det forutsettes at tiltak som fremkommer av TS-revisjonen hensyntas i videre prosjektering. <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i></p>
<p>Eksisterende kraftforsyning</p>	<p>Eksisterende kraftforsyning innenfor planområdet må ivaretas i forbindelse med anleggsarbeidet. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i></p>
<p>Drikkevannskilder/ grunnvannskilder</p>	<p>Det er ingen inntakspunkter for drikkevann innenfor eller i relevant nærhet til planområdet (Inntakspunkter Mattilsynet). Det er imidlertid flere registrerte grunnvannsborehull innenfor og tett på planområdet (Nasjonal grunnvannsdatabase).</p>  <p>Grunnvannsborehullene i området er registrert som fjellbrønner (blå punkter). Videre prosjektering må hensynta disse. <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i></p>

Fare	Vurdering
Fremkommelighet for utrykningskjøretøy	Fremkommelighet for utrykningskjøretøy må ivaretas i anleggsfase og i driftsfase gjennom detaljprosjektering. <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i>
SÅRBARE OBJEKTER	
Sårbare bygg*	Det ligger flere sårbare bygg i relevant nærhet til planområdet og tiltaket. Temaet vurderes.
TILSIKTEDE HANDLINGER: Forhold ved analyseobjektet som gjør det sårbart for tilsiktede handlinger	
Tilsiktede handlinger	Samferdselsanlegg og stasjoner knyttet til dette kan generelt være utsatt for tilsiktede handlinger. Det er imidlertid ingen spesielle forhold ved dette analyseobjektet som gjør at det vurderes som sårbart for tilsiktede handlinger gitt dagens trusselbilde. <i>Temaet vurderes ikke videre</i>

*"Sårbare bygg" samsvarer med datasettet i kartinnsynsløsningen til DSB og omfatter barnehager, lekeplasser, skoler, sykehus, sykehjem, bo- og behandlingssenter, rehabiliteringsinstitusjoner, andre sykehjem/aldershjem og fengsler.

5.2 Sårbarhetsvurdering DS2

Følgende farer fremsto i fareidentifikasjonen som relevante, og det gjøres en sårbarhetsvurdering av disse:

- Skredfare bratt terreng
- Ustabil grunn (områdestabilitet)
- Ekstremnedbør/overvann
- Transport av farlig gods
- Dambrudd
- Sårbare bygg

5.2.1 Sårbarhetsvurdering skredfare bratt terreng

Deler av planområdet er berørt av aktsomhetskart (NVE Atlas) for snøskred, steinsprang og flom- og jordskred. Det er ikke kartlagte faresoner for skred i bratt terreng i området.

Aktsomhetskart er utarbeidet med grunnlag i en GIS-basert metode og viser områder der en må utvise aktsomhet. Kartet viser potensielle løsne- og utløpsområder, men sier ikke noe om sannsynligheten for skred.

Det er utført en skredfarevurdering (ref. 1.5.2) og følgende er hentet fra denne.

Det er registrert et jordskred i forbindelse med kraftig regn i 2014, ved Fjellveien, rett øst for Amalie Skrams vei.



Figur 5.3-1 Registrert skredhendelse nær planområdet for DS2, fra NVE Atlas.

Snøskred

NVE Atlas viser aktsomhetsområder for snøskred som berører store deler av planområdet, se Figur 5.3-2.

I mulige løsneområder i de vest- og sørvestvendte fjellsideene er det tett skog, som vil hindre utløsning av snøskred. I enkelte bratte skrenter er det mindre vegetasjon, men skrentene er for bratte til oppsamling av store snømengder, og mesteparten av snøen vil skli ut før det oppstår potensiale for skredhendelser.

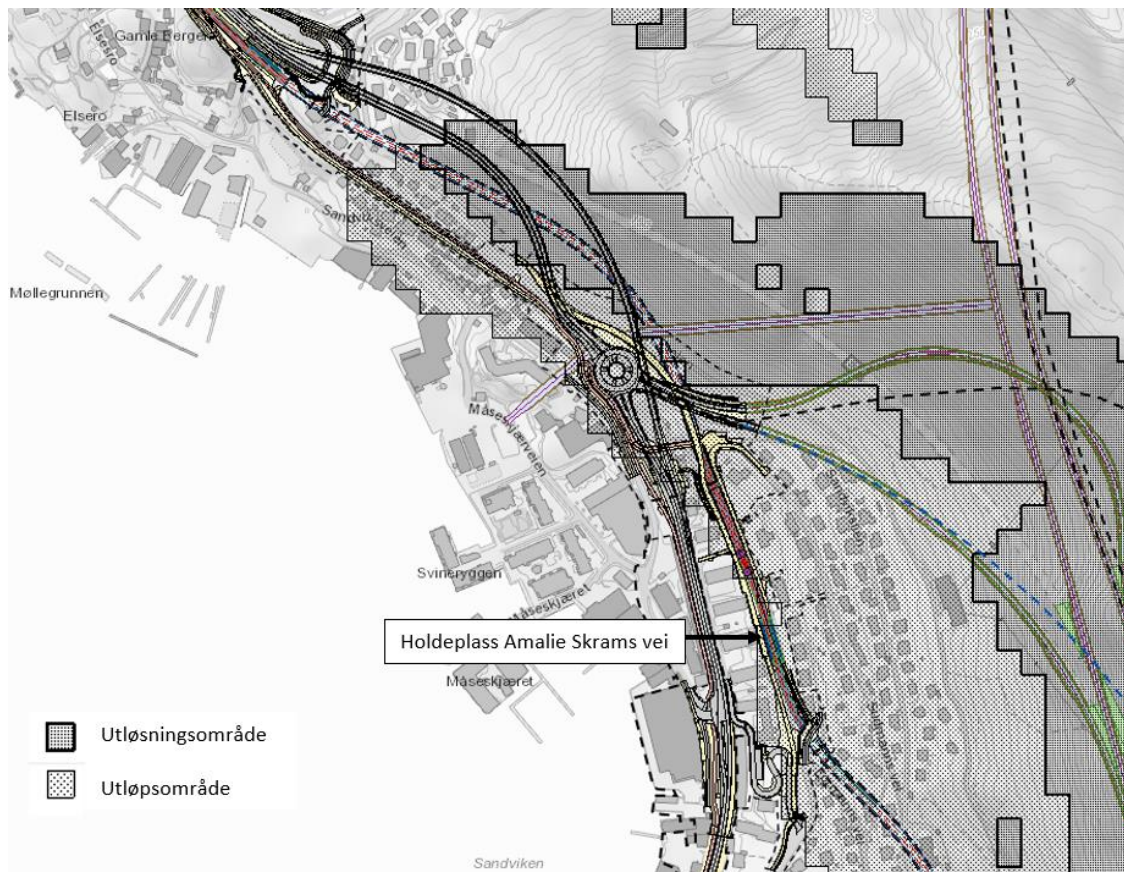
Snøskred vurderes som ikke aktuell skredtype i området.



Figur 5.3-2 Aktsomhetsområder for snøskred på DS2.

Steinsprang

NVE Atlas viser flere aktsomhetsområder for steinsprang som berører planområdet, se figur 5.3-3 og figur 5.3-4.



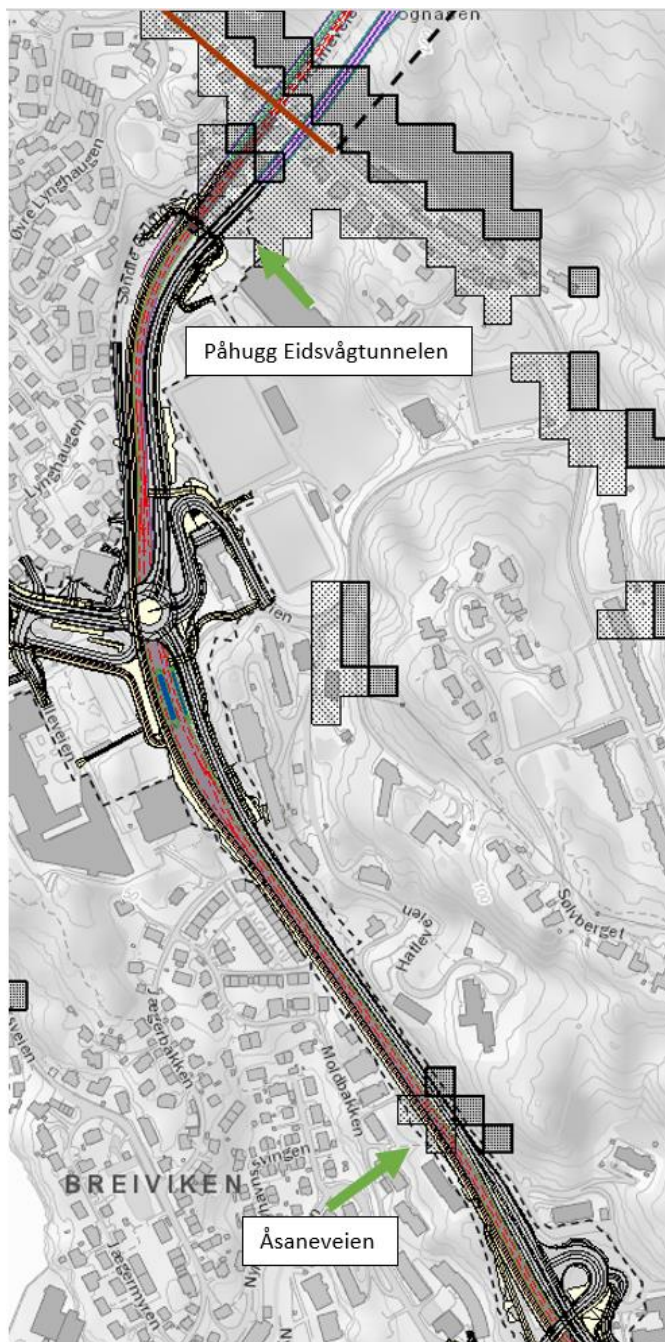
Figur 5.3-3 Aktsomhetsområde for steinsprang på DS2, strekningen Amalie Skrams vei - Munkebotn.

Nord for planlagt holdeplass i Amalie Skrams vei:

Her er det utført feltkartlegging med vurdering av reell skredfare, se notat NO-DSF-010 og figur 5.3-3. Vurderingen konkluderer med at kartleggingsområdet ikke har tilstrekkelig sikkerhet mot steinsprang, og det er behov for sikringstiltak. Andre skredtyper er vurdert som ikke aktuelle eller relevante prosesser.

Sør for holdeplass i Amalie Skrams vei:

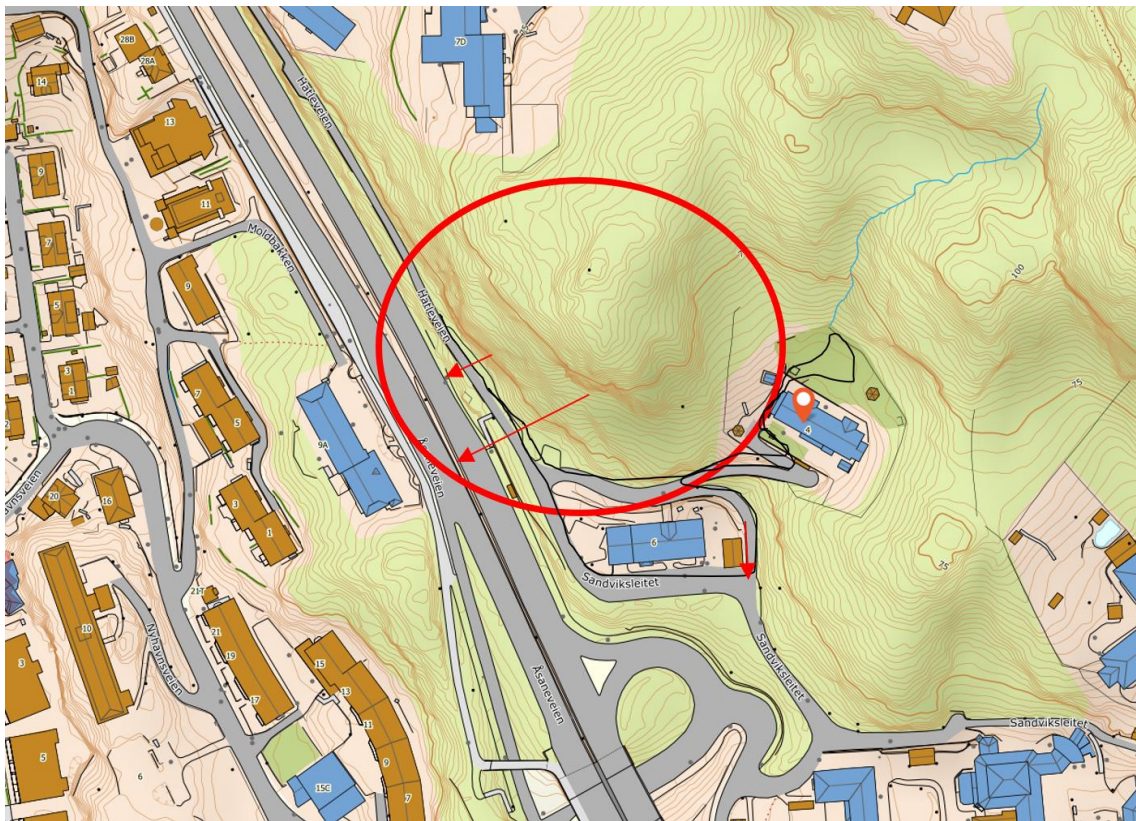
Bratte skrenter langt opp i fjellsiden øst for planområdet, spesielt der det ikke er skogdekket, kan være potensielle løснеområder for steinsprang. Tett skog i skråningen ned mot boligområdet vil trolig bremse løse blokker betydelig. I tillegg vil et 120-150 meter bredt belte med bebyggelse ned mot planområdet skjerme ytterligere. Det vurderes at planområdet har tilstrekkelig sikkerhet mot steinsprang.



Figur 5.3-4 Aktsomhetsområder for steinsprang på DS2, strekningen Åsaneveien – Eidsvågtunnelen.

Langs Åsaneveien:

Bratte skrenter øst for planområdet og eksisterende veg er markert som potensielle løsrneområder for steinsprang i NVEs aktsomhetskart (se grønn pil «Åsaneveien» i figur 5.3-4). Det er utført geologisk kartlegging av området øst for Åsaneveien og den parallelle Hatleveien. Kartleggingsområder er vist i figur 5.3-5 og figur 5.3-6. I dette området er alle skredtyper vurdert.



Figur 5.3-5 Kartleggingsområde langs Hatleveien/Åsaneveien markert med rød sirkel. Kartleggingsspor i svart og utløpsretninger med røde piler.



Figur 5.3-6 Massiv migmatittisk gneis i kartleggingsområdet øst for Hatleveien. Nordlig del av området til venstre, sørlig til høyre.

Fjellsiden langs Hatleveien er bratt, stedvis nær vertikal. På toppen er det skogdekke og et tynt jordlag over berget. Det er ikke observert vannføring fra fjellsiden, og heller ikke markert noen vannføring på markfuktighetskart fra NIBIO. Bergoverflaten fremstår som massiv migmatitt med lukkede sprekker. Det er ingen bergsikring i fjellsiden parallelt Hatleveien.

Steinsprang vurderes å være dimensjonerende skredtype for vurdert område. Det er ikke funnet tegn på tidligere eller kommende steinsprang. Det vurderes at området tilfredsstiller krav til sikkerhet for steinsprang/steinskred.

Det er i løseområdet kun et tynt jorddekke med skogvekst rett på fjelltoppen. Dette tynne dekket er godt forankret av skogens rotverk. Det vurderes at aktuelt område tilfredsstiller krav til sikkerhet for jordskred.

Det vurderes at det ikke er reell fare for flomskred som definert i retningslinjene ned mot kartleggingsområdet. Det vurderes at aktuelt område tilfredsstiller krav til sikkerhet for flomskred.

Kartleggingsområdet er innenfor NVEs aktsomhetsområde for snøskred. De underliggende løsmasser på fjelltoppen har tilstrekkelig tett vegetasjon i løseområdet som hindrer akkumulasjon av store nok snømengder i terrenget. Selve fjellsiden er for bratt til at tilstrekkelig snø kan akkumuleres til å utløse et snøskred. I tillegg vil klimaet ytterst sjeldent by på tilstrekkelige snøfallmengder. Det vurderes at kartleggingsområdet tilfredsstiller krav til sikkerhet mot snøskred.

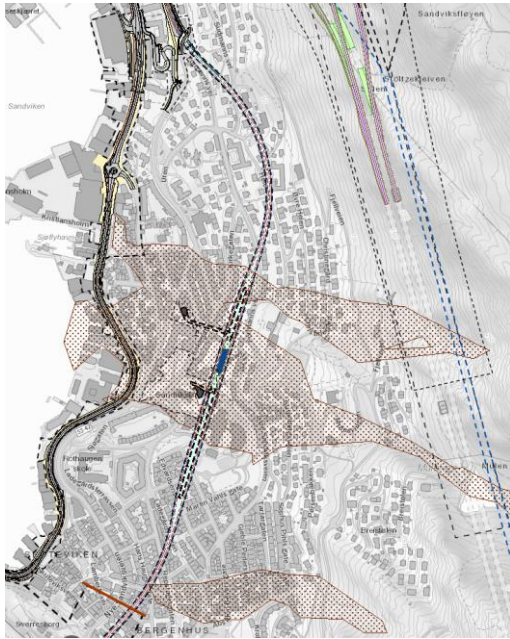
Påhugg Eidsvågtunnelen:

Bratte skrenter nordøst for påhugget til Eidsvågtunnelen kan være potensielle løseområder for steinsprang. Flatt terreng i nedkant av skrentene vil bremse stein og blokker. I tillegg vil tett bebyggelse mellom skrentene og planområdet virker avskjermende. Det vurderes derfor at steinsprang ikke har potensiale til å påvirke planområdet.

Jord- og flomskred

NVE Atlas viser aktsomhetsområder for jord- og flomskred som berører planområdet i to områder; ved Sandvikskirken og Sandviken sykehus.

Ved Sandvikskirken (figur 5.3-7) er det utført feltkartlegging med vurdering av reell skredfare, se notat NO-DSS-007. Vurderingen konkluderer med at kartleggingsområdet har tilstrekkelig sikkerhet mot alle skredtyper.



Figur 5.3-7 Aktsomhetsområde for jord- og flomskred på DS2, ved Sandvikskirken. Vurdering av reell skredfare er dokumentert i notat NO-DSS-007.



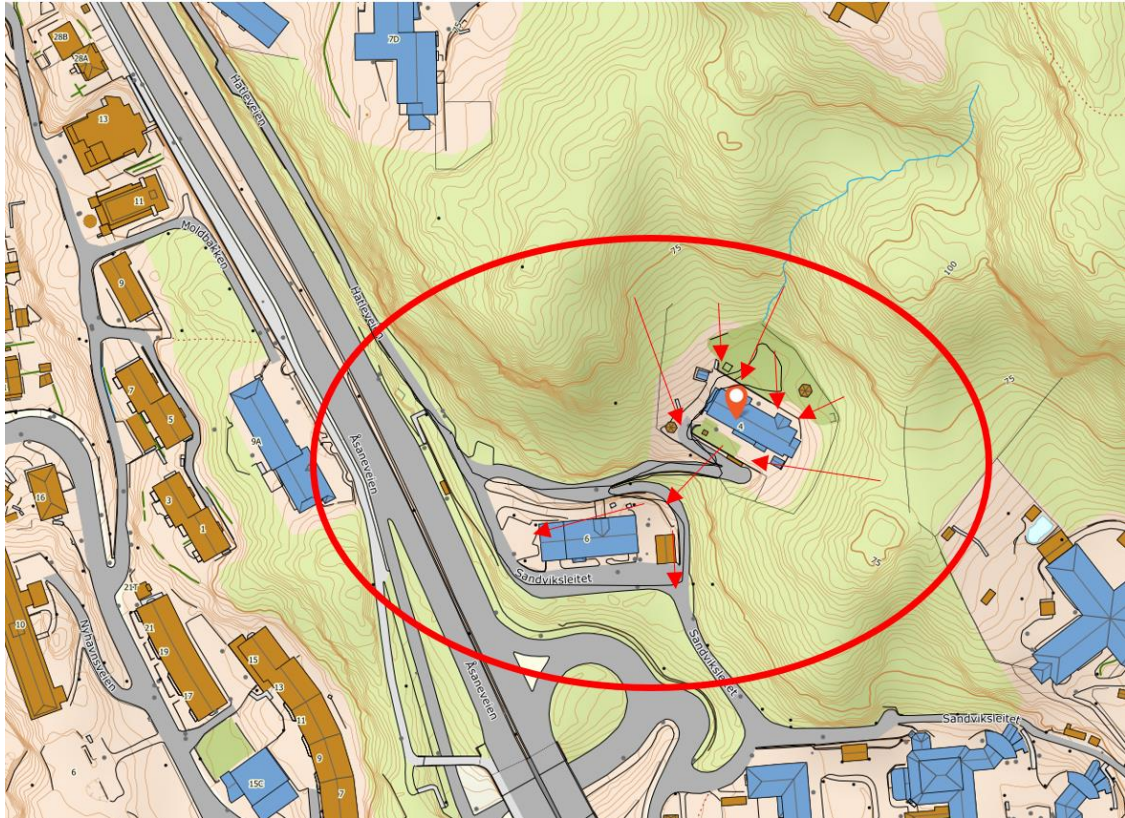
Figur 5.3-8 Aktsomhetsområde for jord- og flomskred på DS2, ved Sandviken sykehus.

Sør for Åsaneveien:

Ved aktsomhetsområdet sør for Åsaneveien (nederste grønne pil i figur 5.3.8) ligger et bekkeløp i rør under eksisterende veg. Nedenfor vegen er det hovedsakelig berg i dagen eller antatt små løsmassemektheter avgrenset av murer. Det forutsettes at eksisterende vannveg under Åsaneveien ivaretas ved utbygging av veg- og banetraséer. Jordskred og flomskred vurderes derfor som ikke aktuelle skredtyper i området.

Sandviksleitet:

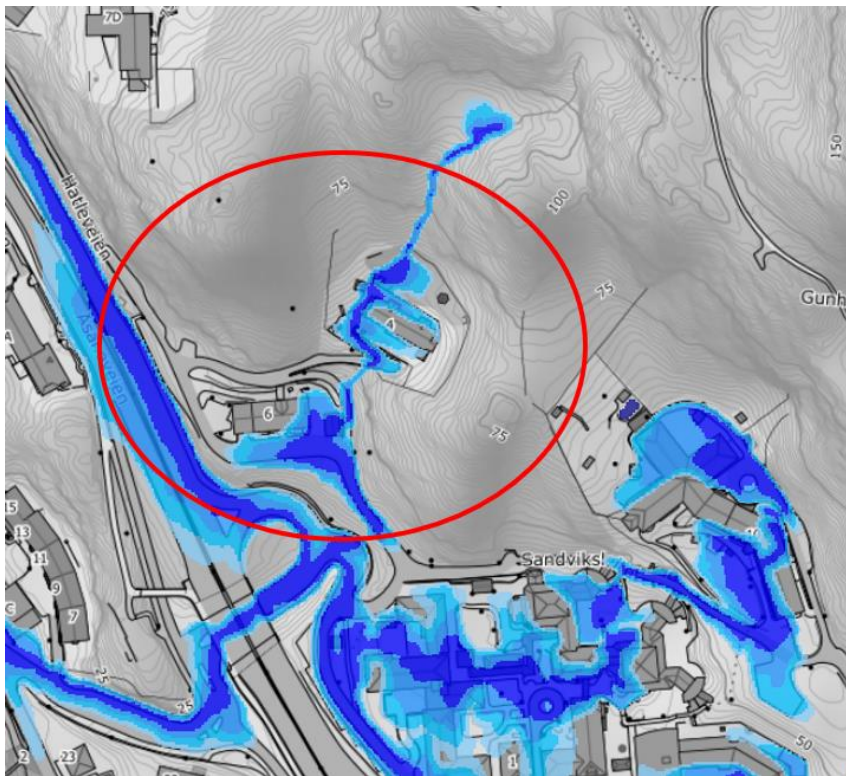
Ved aktsomhetsområdet for jord- og flomskred nord for Sandviksleitet (grønn pil øverst i figur 5.3-8) er det utført feltkartlegging og vurdering av skredfare. Kartleggingsområdet er vist i figur 5.3-9. I dette området er alle skredtyper vurdert.



Figur 5.3-9 Kartleggingsområde ved Sandviksleitet markert med rød sirkel. Kartleggingsspor i svart og utløpsretninger med røde piler.

Sandviksleitet 4 huser en barnehage med lekeområde mot nordøst opp mot fjellet. Terrenget heller steilt mot sørvest ned mot Sandviksleitet 6. Begge bygg er plassert i et gjel, som snor seg ned mot E39/Åsaneveien i sør-sørvest-retning. Omgivelsene preges av massivt berg med tynt løsmassedekke og tett skogvekst.

Markfuktighetskart fra www.nibio.no indikerer vannføring langs gjelet ned til Sandviksleitet, se figur 5.3-10. Det ble ikke observert vannføring i gjelet under befaringen umiddelbart omkring byggene eller barnehagens lekeplass.



Figur 5.3-10 Utsnitt av markfuktighetskart fra www.nibio.no. Kartleggingsområdet ved Sandviksleitet er markert med rød sirkel.

Det er ikke observert tegn på nylige eller historiske steinsprang eller jordutglidninger.

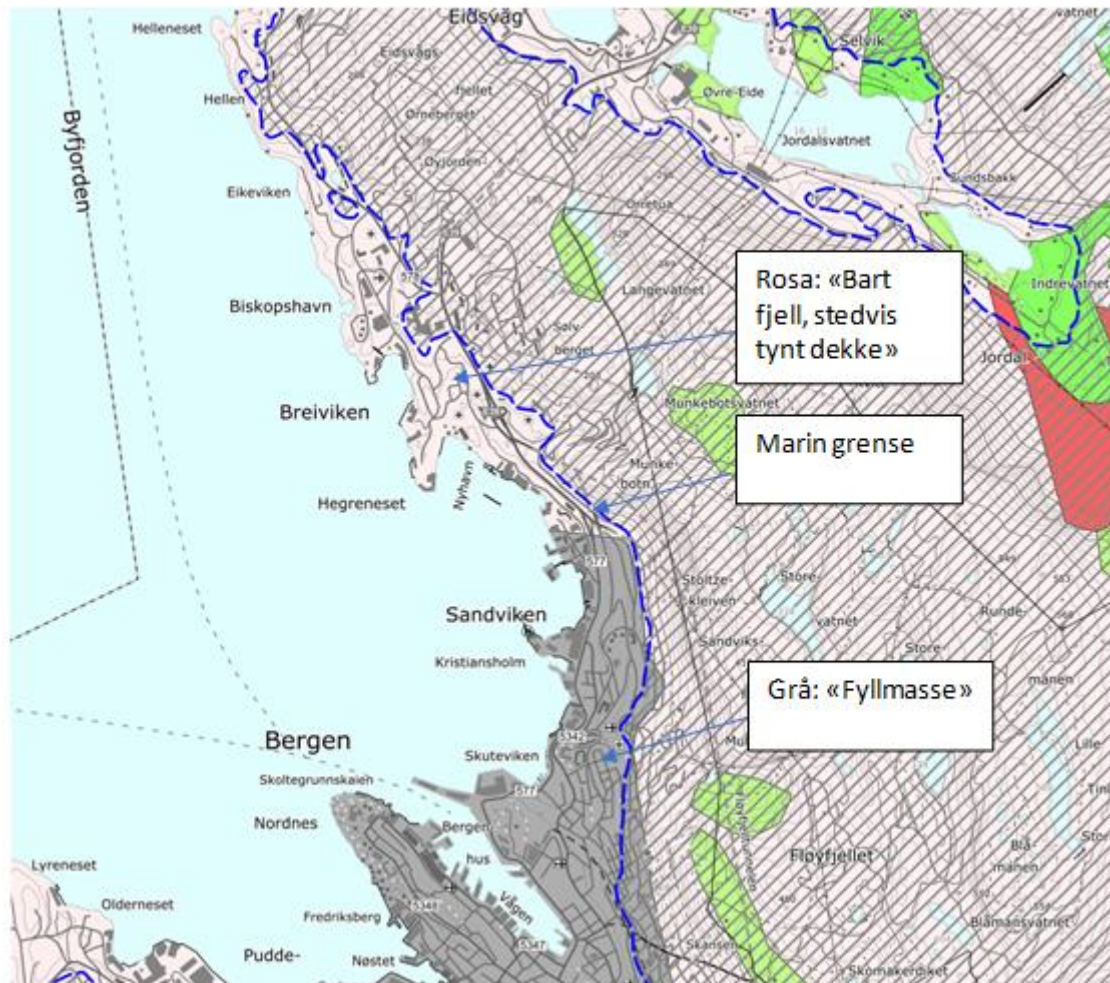
I fjellsidene langs nedre del av Sandviksleitet er det installert spredt boltesikring.

Steinsprang vurderes ikke å være dimensjonerende skredtype for vurdert område. Løsneområde for steinsprang antas langt over barnehageområdet. Området innenfor reguleringsområdet er godt avskjernet mot steinsprang av tett skog og bebyggelse. Det vurderes at aktuelt område tilfredsstiller krav til sikkerhet for steinsprang/steinskred.

Det er i løsneområdet kun et tynt jorddekke med skogvekst rett på berg. Dette tynne dekket er godt forankret av skogens rotverk. Det vurderes at de tynne jordlag er sikret i omfanget av vegetasjonen og at mulige fremtidige jordutglidninger er av lav energi og ikke vil nå inn i kartleggingsområdet. Det vurderes at aktuelt område tilfredsstiller krav til sikkerhet for jordskred.

Vannveg ned mot planområdet hadde ikke synlig vannføring på befaringsdagen og det vurderes at vannføringen er periodisk. Overflatevann håndteres i området av vegens drencsystemer som forutsettes å være tilstrekkelig og vedlikeholdt etter regelverket. Det vurderes at det ikke er reell fare for flomskred som definert i retningslinjene ned mot kartleggingsområdet.

Området er innenfor NVEs simulerte aktsomhetsområde for snøskred (figur 5.3-2). De underliggende løsmassene har tilstrekkelig tett vegetasjon i løsneområdet som hindrer akkumulasjon av store nok snømengder i terrenget. Dertil kommer klimaet som ytterst sjeldent byr på tilstrekkelig snøfallmengder. Det vurderes at kartleggingsområdet tilfredsstiller krav til sikkerhet for snøskred.



Figur 5.3-12: Marin grense og løsmasser i Sandviken

Terreng som kan være utsatt for områdeskred

Følgende terrengkriterier legges til grunn for å tegne aktsomhetsområder:

- a) Terreng som kan inngå i løsneområde for et skred:
 - Total skråningshøyde (i løsmasser) over 5, eller
 - Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 meter.

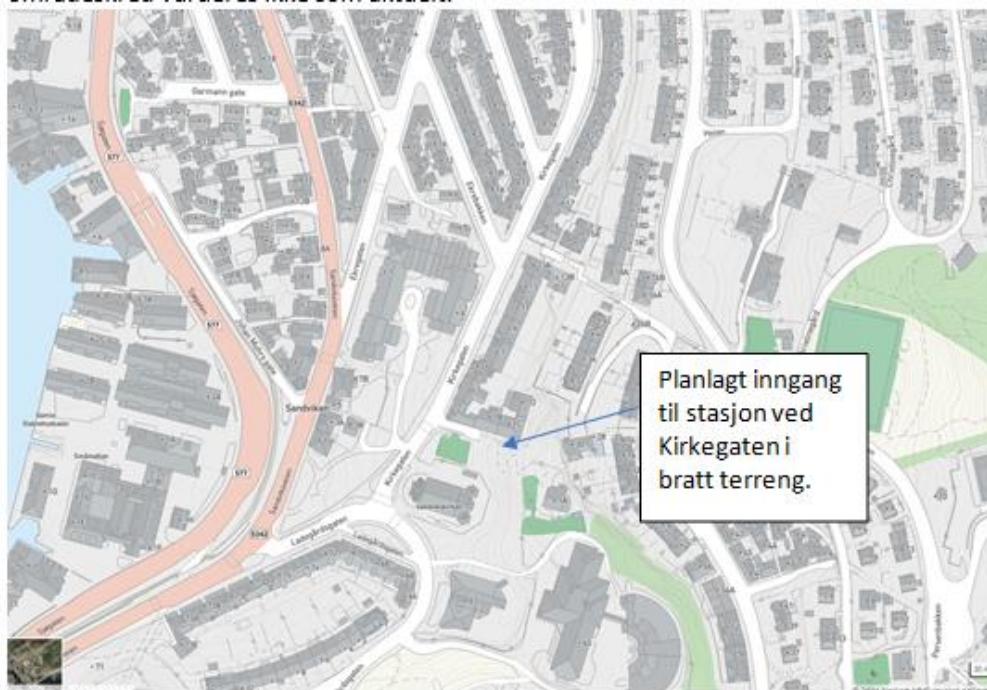
Ved inngangspartiene til stasjon ved Kirkegaten vil tiltakene være innenfor et slikt aktsomhetsområde. Tunellpåhugget ved Amalie Skrams vei har også en terrenghelning som innenfor aktsomhetsområde.

Tiltakskategori

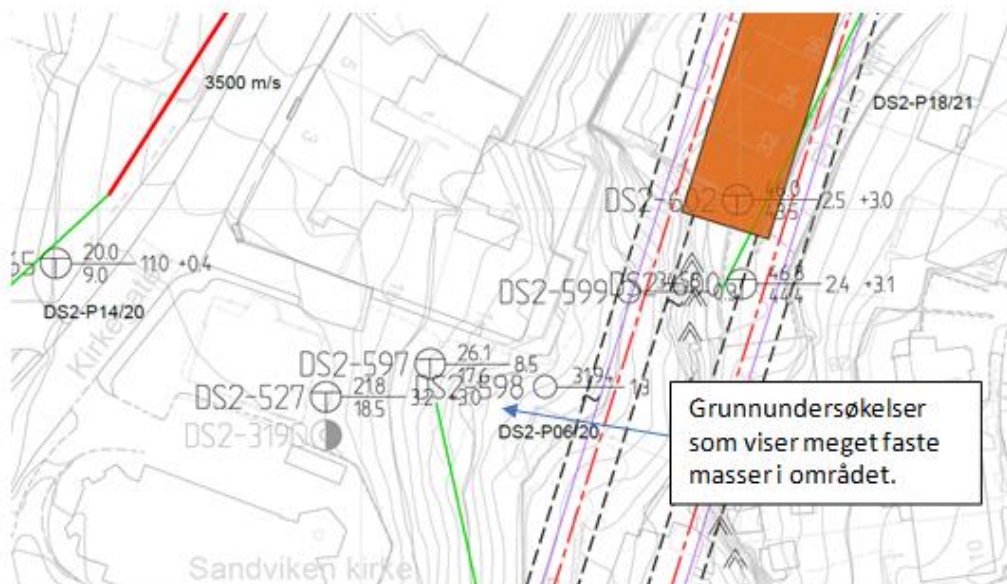
Kategoriseringen i NVEs 1/2019 (ref. 1.5.5) er tilpasset bygg, men iht. Statens vegvesens V220 vil tiltaket komme inn under kategori K4 når ÅDT er forventet å være større enn 1500. Tiltaket vurderes å kunne plasseres i tiltakskategori K4, noe som fører til at sikkerhet mot områdeskred må dokumenteres iht. kravene i kap. 3.3.6.

Gjennomgang av grunnlag for identifisering av mulig løsneområde

Terrenghelning tilsier at inngangspartiet ved Sandvikskirken (Kirkegaten) er mulig løснеområde, men utførte grunnundersøkelser i området dokumenterer at det ikke er sprøbruddmateriale i området. For området rundt tunellpåkugget ved Amalie Skrams vei er området avgrenset med berg i dagen, og områdeskred vurderes ikke som aktuelt.



Figur 5.3-13: Kartet viser planlagt inngang til stasjon ved Kirkegaten i bratt terreng



Figur 5.3-14: Kartet viser område ved Sandvikskirken der det er utført grunnundersøkelser som viser meget faste masser

Konklusjon

Området ligger under marin grense, men Norconsult vurderer sannsynlighet for forekomst av kvikkleire i de aktuelle områdene som lav basert på utført grunnundersøkelser og erfaringer i området. Området er høyt utnyttet uten at det er registrert forekomst av kvikkleire.

Det er vurdert at det ikke er behov for ytterligere grunnundersøkelser for å kunne dokumentere områdestabiliteten.

Kravene i NVEs veileder 1/2019 for områdestabilitet anses derfor som tilfredsstillende for DS2.

Lokalstabilitet for ulike tiltak innenfor må bli ivarettatt i detaljprosjekteringsfasen. Midlertidig avstiving vil være nødvendig flere steder for å ivareta lokal stabilitet.

Når det gjelder medieomtale knyttet til ustabil grunn ved Ladegården så tapte huseierne rettsaken basert på nye faglige utredninger (Gulating Lagmannsrett, Saksnr 11-063254ASD-GULA/AVD1, 2012). Hovedkonklusjonen omfattet bl.a. påpekning av manglende grunnvurderinger ved bygging og ombygging og manglende registrering av grunnvannsspeil før og etter bygging. Befaringer ved registrerte skader er stedvis knyttet til udokumenterte ombygginger. Men ikke dokumentert registrering av et grunnvannsspeil nær bygget som evt. er påvirket av bygging av yngre etablerte kommunale uforede vanntunneler i området. Det er et viktig aktsomhetspoeng mht. ny tunnelboring for Bybanen i trase som ligger under grunnvannsspeilet og bebygde områder.

Ingeniørgeologi

Når det gjelder ingeniørgeologiske utfordringer så trekkes følgende frem som særlig utfordrende, og viktig grunnlag for videre planlegging og detaljprosjektering:

Bybanetunnel fra Sandbrogaten til Amalie Skrams vei:

- Etablering av forskjæring og tunnelpåhugg i området Sandbrogaten/Nye Sandviksvei, inkludert grensesnitt mot Koengen jernbanetunnel, og potensielt utfordrende hydrogeologiske forhold.
- Tunneldriving med usikker, og stedvis svært liten, bergoverdekning, samt meget strenge tettekrav, på strekningen fra Nye Sandviksvei til Bakkegaten.
- Utfordrende driving og anleggsgjennomføring i forbindelse med Sandvikskirken holdeplass. Spesielt fremheves utfordrende stabilitetsforhold i forbindelse med driving av nordre mesaninområde, grunnet lave bergspenninger og samtidig opptreden av to antatte svakhetssoner, samt meget strenge tettekrav.
- Grensesnitt mot vann- og avløpstunnelen mellom Bergen sentrum og Ytre Sandviken Renseanlegg, i området for Sandvikskirken holdeplass. VA-tunnelens tverrslag mot Mulen skal krysses med brukonstruksjon og fullstendig gjennomslag mot Bybanetunnelen.
- Utfordrende etablering av byggegrop/bergsjakt/tunnelpåhugg i tettbygd strøk ved Grensegrenden for driving av inngangstunnelen til nordenden av Sandvikskirken holdeplass. Utfordringene er særlig knyttet til etablering av bergpåhugg i umiddelbar nærhet til eksisterende tørrmur mot Ekrebakken.

Bybanetunnel fra Amalie Skrams vei til Sandviken sykehus:

- Tunneldriving under avkjøringsrampen (veg i dagen) fra forlenget Fløyfjelltunnel med liten bergoverdekning, samt grensesnitt mot eksisterende bergsjakt for vannledninger i umiddelbar nærhet til tunnelpåhugget.
- Passering under den eksisterende vegtunnelen Munkebotstunnelen med gjennomslag, og påfølgende etablering av betonghvelv i Bybanetunnelen.
- Liten sideoverdekning, og usikre grunnforhold, ved passering forbi Munkebotn 12B.
- Utfordrende sprengningsarbeider i forbindelse med etablering av forskjæring og tunnelpåhugg i umiddelbar nærhet (< 5 m) til Munkebotn 16.

Vegtunnel fra Sandviken sykehus til Glass Knag:

- Driving av tunnelkryss fra eksisterende nordgående Fløyfjelltunnel og videre sørover mot Glass Knag.
- Etablering av høy forskjæring (> 15 m) og skrått tunnelpåhugg på tvers av vegen Munkebotn, i skredfarlig terreng med gjennomsettende, dalsideparallele bergsprekker.

Oppsummering (geoteknikk og ingeniørgeologi)

Forutsatt gjennomføring av tiltak knyttet til lokalstabilitet, sikring av overdekning, tetting av berg og hensyntaking av eksisterende VA-tunnel, vurderes planområdet og tiltaket som lite til moderat sårbart for ustabil grunn.

5.2.3 Sårbarhetsvurdering ekstremnedbør/overvann

Det er forventet at fremtidens klima vil medføre mer nedbør i Norge, og periodevis ekstremnedbør. I Klimaprofil for Hordaland (nå Vestland) (ref. 1.5.4) er det gjort vurderinger av forventede klimaendringer som påvirker årsnedbøren:

Årsnedbøren i Hordaland er beregnet å øke med ca. 15 %. Nedbørendringen for de fire årstidene er beregnet til:

- Vinter: +15 %
- Vår: +10 %
- Sommer: +10 %
- Høst: +15 %

Nedbørøkningen i millimeter blir størst for de nedbørrike områdene nær kysten. Det er ventet at episoder med kraftig nedbør øker vesentlig både i intensitet og frekvens. Nedbørmengden for døgn med kraftig nedbør er ventet å øke med ca. 10 %. Intensiteten i kortvarige regnskyll er ventet å øke enda mer.

For å unngå økt skaderisiko som følge av ventet økning i kraftig nedbør tilrådes et klimapåslag på dagens dimensjonerende nedbør hentet fra IVF-kurver. Disse kurvene er tilgjengelige på klimaservicesenter.no.

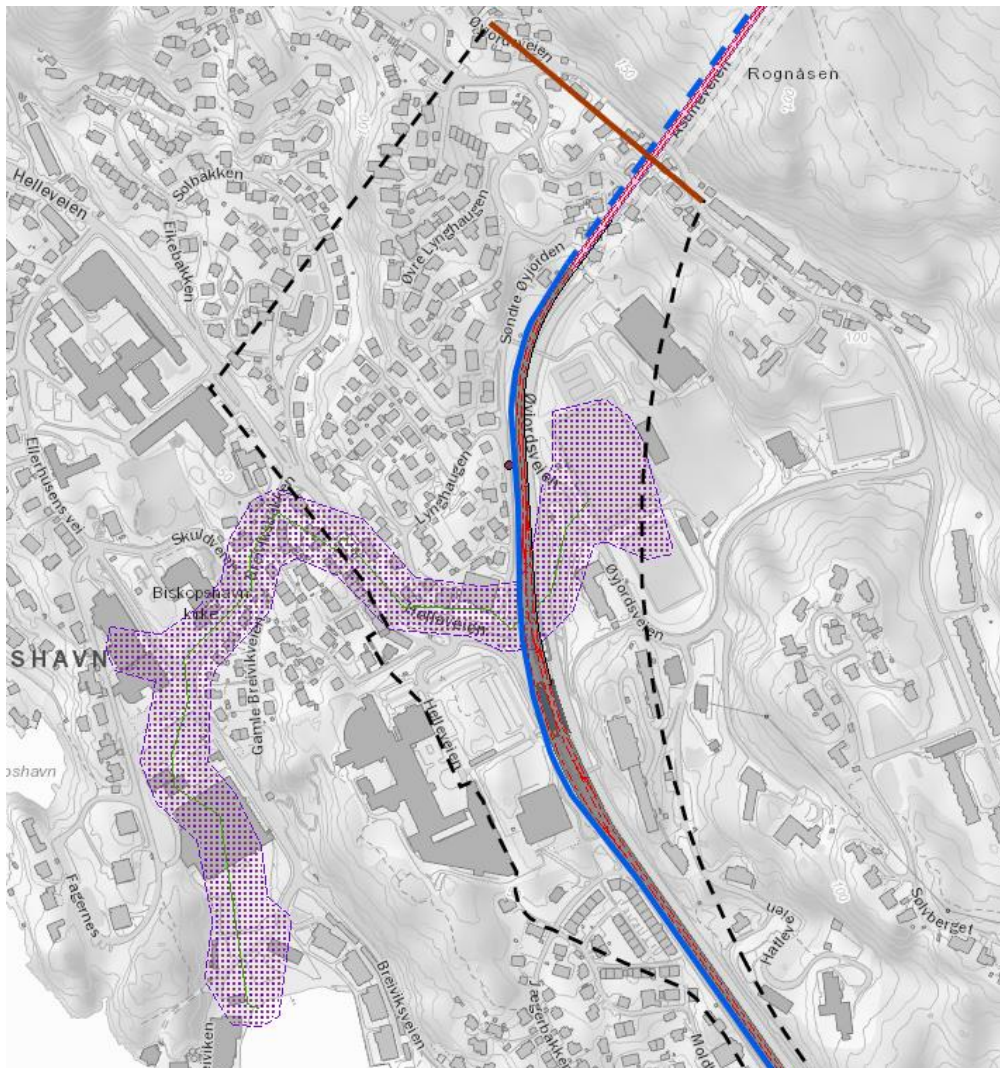
Det er tidligere anbefalt et klimapåslag på minst 40 % på dimensjonerende nedbør på regnskyll som varer under 3 timer. Denne anbefalingen kan fremdeles benyttes.

Dersom en ønsker en mer nyansert tilnærming for ulike varigheter og gjentakintervall, kan en benytte et klimapåslag på dimensjonerende nedbør som vist i tabellen under.

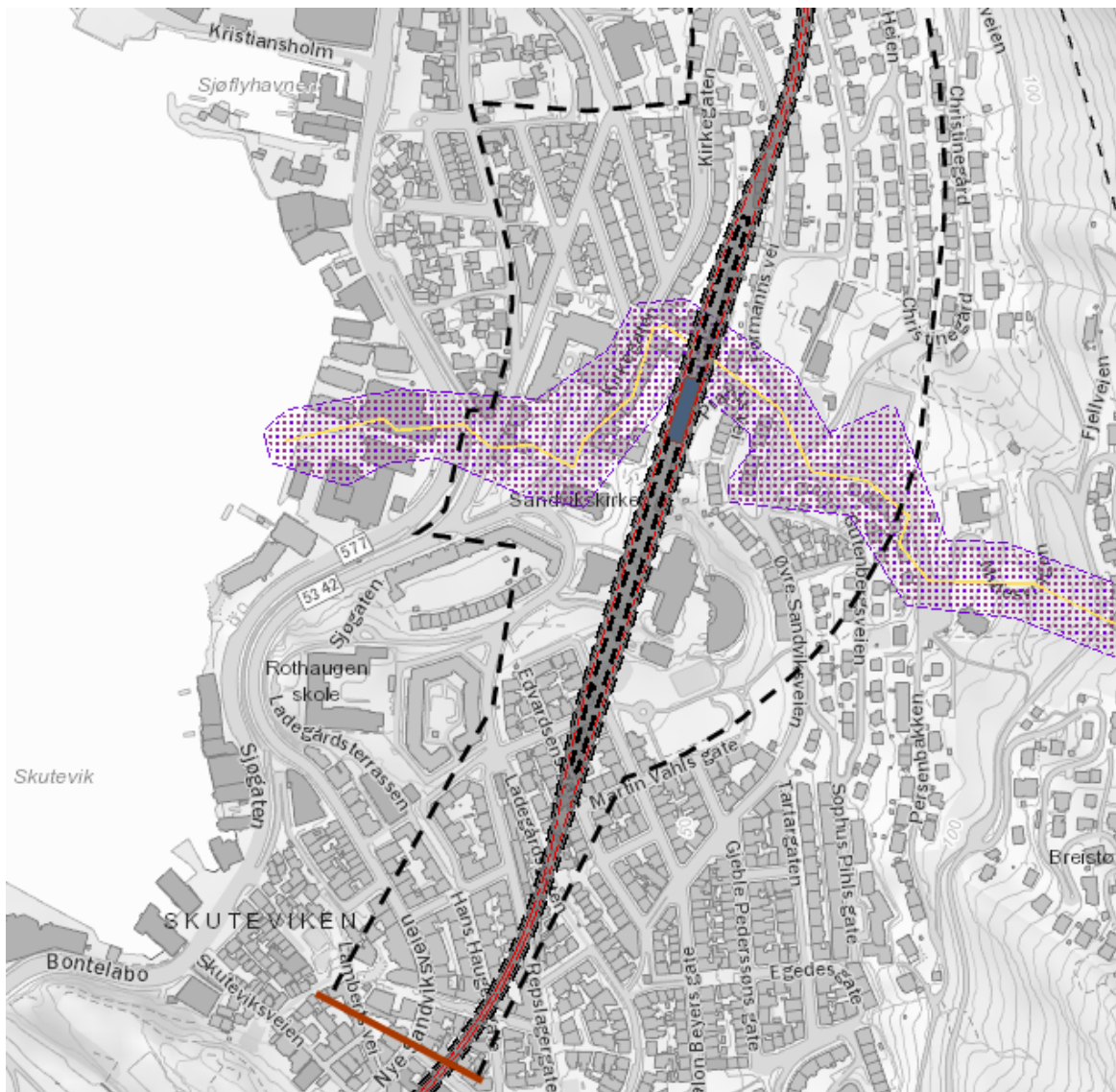
Tabellen nedenfor viser klimapåslag utarbeidet fra rapporten *Klimapåslag for korttidsnedbør* (ref. 1.5.20) basert på ventet endring i dimensjonerende nedbør fram til slutten av hundreåret.

	Dimensjonerende gjentakintervall < 50 år	Dimensjonerende gjentakintervall ≥ 50 år
≤ 1 time	40 %	50 %
>1 – 3 timer	40 %	40 %
>3 – 24 timer	30 %	30 %

I nordlig og sørlig del av planområdet er det aktsomhetsområder for flom (NVE), se figurene 5.3-13 og 5.3-14.



Figur 5.3-15 Aktsomhetsområde flom (NVE) i nordlig del av planområdet ved Stemmemyren/NHH (BT5 Webkart)



Figur 5.3-16 Aktsomhetsområde flom (NVE) i sørlig del av planområdet i Sandviken, der traseen går i tunnel (BT5 Webkart)

Det er utarbeidet en VA-rammeplan som iht. arealdelen i kommuneplanens bestemmelser pkt. 20 skal inngå i alle reguleringsplaner i Bergen kommune. Planen har som funksjon å sikre en helhetlig løsning av vannforsyning, spillvann- og overvannshåndtering, samt sikre tilstrekkelig dekning for slokkevann. Planen skal utarbeides i tråd med krav til VA-rammeplan i VA-norm for Bergen kommune. VA-rammeplan vil håndtere de tiltak som vurderes som nødvendig.

I prosjektet skal krav til sikkerhet mot flom gitt i TEK 17 benyttes, og vegnormalen N200 Vegbygging (ref. 1.5.19) og akseptkriteriene for flom gitt i denne, legges til grunn for dimensjonering og utførelse av veganlegg. Forutsatt dette og implementering av tiltak gitt i VA-rammeplan, vurderes planområdet og tiltaket som lite til moderat sårbart for temaet ekstremnedbør/overvann.

5.2.4 Sårbarhetsvurdering transport av farlig gods

Det transporteres farlig gods i Åsaneveien og i Sandviksveien og i nærheten til planområdet.

DSB mottar på landsbasis årlig mellom 40-70 hendelser som inkluderer farlig gods, 55 hendelser i 2015 (DSBs uhellstatistikk for 2015). Ifølge DSBs database har det i Bergen kommune vært 3 uhell med farlig gods mellom 2006 og 2015. Tallene omfatter også hendelser med farlig gods på jernbane og ferge. Det settes ofte en evakueringsradius på 500 meter ved slike tilfeller.

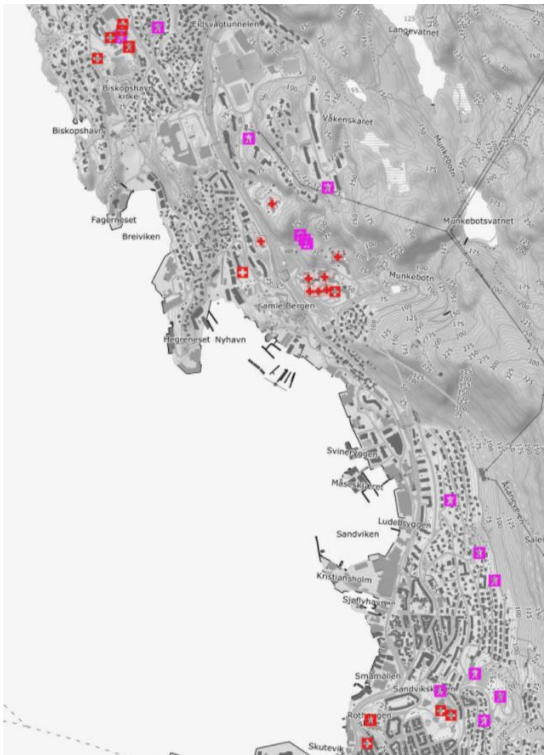
Det er rimelig å anta at hendelser med farlig gods vil forekomme hyppigst i de områdene hvor det fraktes mest gods (rundt de store byene og langs hovedtrafikkårene). I de fleste tilfellene fører en hendelse med farlig gods til akutt utslipp til grunnen og til luft, og med små konsekvenser for liv og helse. Andelen hendelser hvor det vil oppstå en brann eller eksplosjon er erfaringsmessig svært lav.

Planforslaget tilrettelegger ikke for langvarig personopphold som boliger, mv, og vil raskt kunne evakueres dersom behov. Planområdet og planlagt tiltak vurderes som lite sårbart for transport av farlig gods.

5.2.5 Sårbarhetsvurdering sårbare bygg

Innenfor, eller i relevant nærhet til planområdet og tiltaket ligger det flere sårbare bygg slik dette er definert av DSB. Figur 5.3-17 viser disse byggene, som i det aktuelle området er helseinstitusjoner og barnehager.

Det vil være nødvendig å hensynta disse byggene og deres funksjon gjennom dialog med eierne, både i anleggsfase gjennom SHA-vurderinger, og i ferdig løsning. I anleggsfasen må trygg skoleveg sikres for myke trafikanter (SHA-vurderinger). Gitt dette vurderes temaet som lite sårbart.



Figur 5.3-17 Sårbare bygg, helseinstitusjoner vises med røde symboler og barnehager vises med lilla symboler (kilde: DSB kart)

5.2.6 Sårbarhetsvurdering dambrudd

I ROS-analysen til kommuneplanens arealdel 2018 (ref. 1.5.3) er det vurdert at Storediket er en dam som kan medføre dambrudd og som kan føre til flom (dambruddsbølge) nedstrøms dammen. Det er i analysen vurdert som usannsynlig at dammer som Bergen kommune har ansvar for vil bli utsatt for dambrudd. Konsekvensene ved et dambrudd ved Storediket, som er i konsekvensklasse 4 iht. NVEs regelverk, vil i henhold til ROS-analysen (ref. 1.5.3) være i kategori katastrofal for liv og helse, ytre miljø og økonomiske verdier. Vurdering er basert på dagens arealbruk. Ved endring nedstrøms dammen, mht. bebyggelse, infrastruktur (veg/jernbane, mm), vernestatus, mv, må det foretas ny vurdering av dammens konsekvensklasse.

Det vurderes at tiltaket ikke medfører noen ytterligere større økning av risikobildet nedstrøms dammen, det legger heller ikke til rette for langvarig personopphold. I februar 2022 besluttet Byrådet i Bergen å anbefale nedleggelse av Dam Storediket, med gjennomføring i 2022/ 2023. Trolig vil den altså være nedbygd som dam på det tidspunktet denne reguleringsplanen kommer til gjennomføring. Planområdet vurderes som lite sårbart for temaet.

5.3 Konklusjon DS2 og oppsummering av tiltak

Planområdet fremstår generelt, med de tiltak som er beskrevet og forutsatt fulgt, som lite til moderat sårbart.

Det har blitt gjennomført en innledende fareidentifikasjon og sårbarhetsvurdering av de temaer som gjennom fareidentifikasjonen fremsto som relevante. Følgende farer har blitt utredet:

- Skredfare bratt terreng
- Ustabil grunn (områdestabilitet)
- Ekstremnedbør/overvann
- Transport av farlig gods
- Sårbare bygg
- Dambrudd

For disse farene fremstod planområdet som lite- og lite til moderat sårbart, og det er derfor ikke utført hendelsesbaserte risikoanalyser, jf. kap. 3.1.

Det er likevel, gjennom fareidentifikasjon og sårbarhetsvurdering, identifisert tiltak som det ut fra samfunnssikkerhetshensyn er nødvendig å gjennomføre for å unngå å bygge sårbarhet inn i dette planområdet. Tiltakene er sammenfattet nedenfor og må følges opp gjennom prosjektering.

Fare	Sårbarhets- og risikoreduserende tiltak
Skredfare bratt terreng	Et lokalt område langs Fjellveien, over planlagt avkjøringsrampe fra Fløyfjelltunnelen og nord for planlagt holdeplass for Bybanen i Amalie Skrams vei, har ikke tilstrekkelig sikkerhet mot steinsprang, og det er behov for sikringstiltak.
Ustabil grunn (områdestabilitet)	Det må implementeres tiltak knyttet til sikring av overdekning, tetting av berg, hensyntaking av eksisterende VA-tunnel, og gjennomføring av supplerende grunnundersøkelser.
Ekstremnedbør/overvann	Videre detaljprosjektering må legge til grunn dimensjonerende nedbør med klimapåslag (ref. 1.5.4) og VA-rammeplan som skal utarbeides til planforslaget.

Eksisterende kraftforsyning og VA-infrastruktur	Eksisterende kraftforsyning og VA-infrastruktur innenfor planområdet må ivaretas i forbindelse med anleggsarbeidet og sees i sammenheng med etablering av annen infrastruktur i tilknytning til prosjektet. Det må tas spesielt hensyn til VA-tunnel ved holdeplassområdet i berg bak Sandvikskirken
Fremkommelighet for utrykningskjøretøy	Det må i forbindelse med anleggsarbeidet, og for ferdig løsning (driftsfase) tilrettelegges for god fremkommelighet for utrykningskjøretøy. SHA-vurderinger må også ha fokus på dette.
Grunnvannsborehull	Registrerte grunnvannsborehull (Nasjonal grunnvannsdatabase) innenfor og i relevant nærhet til planområdet må gjennom videre prosjektering ivaretas i anleggsfasen og ved ferdig løsning.
Sårbare bygg	Hensynta sårbare bygg og deres funksjon gjennom dialog med eierne, både i anleggsfase gjennom SHA-vurderinger, og i ferdig løsning. I anleggsfasen må trygg skoleveg sikres for myke trafikanter (SHA-vurderinger).

6 Delstrekning 3, Eidsvågtunnelen - Tertneskrysset

6.1 Innledende farekartlegging DS3

Nedenfor følger en oversikt over relevante farer for planområdet. Oversikten tar utgangspunkt i DSBs veiledning *Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging* (1.4.8), men tar også for seg forhold som etter faglig skjønn vurderes som relevante for dette analyseobjektet.

Tabell 6.1 Oversikt over relevante farer

Fare	Vurdering
NATURBASERTE FARER: naturlige, stedlige farer som gjør arealet sårbart og utsatt for uønskede hendelser	
Skredfare bratt terreng (snøskred, steinsprang, jord- og flomskred)	Planområdet er berørt av aktsomhetsområder for snøskred, steinsprang og jord-/flomskred. (NVE Atlas). Temaet vurderes videre.
Ustabil grunn (områdestabilitet)	Deler av planområdet ligger under marin grense. Marin grense angir det høyeste nivået der marin leire (med potensial for kvikkleire) kan forekomme. Det er i tillegg tunnel i fjell på strekningen. Temaet vurderes.
Flom i vassdrag (herunder isgang)	Deler av planområdet i dagsone ligger innenfor aktsomhetsområde for flom (NVE Atlas). Temaet vurderes.
Havnivåstigning, stormflo og bølgepåvirkning	Det er en liten del av planområdet der plangrensen tangerer et område for stormflo ved Koparvika. Men det planlagte tiltaket vil ikke bli påvirket av stormflo, vurdert opp mot nivået som gjelder 200-års gjentaksintervall med 2090 havnivå. Temaet vurderes ikke videre.
Vind/ekstremnedbør (overvann)	Planområdet og tiltaket vurderes ikke spesielt utsatt for vind som kan forårsake fare for liv og materielle verdier. Forventninger om fremtidens klima viser at det trolig blir mer nedbør i Norge, og da særlig i form av periodevis ekstremnedbør. Dette krever lokale og gode løsninger for håndtering av overvann. Temaet vurderes med hensyn på ekstremnedbør/overvann.
Skog- / lyngbrann	Planområdet er i urbane omgivelser og tiltaket vurderes ikke å være spesielt utsatt gitt en brann i vegetasjonen omkring. Det er allikevel spredte områder med noe skog og annen vegetasjon, og det tilrådes derfor å etablere en brannberedskap i anleggsfasen. Temaet vurderes ikke videre.
Radon	Det planlagte tiltaket tilrettelegger ikke for bygg for langvarig personopphold. Temaet er ikke aktuelt.
VIRKSOMHETSBASERT FARE	
Brann/eksplosjon ved industrianlegg	Det er ingen industrianlegg med slikt potensial i drift i eller i umiddelbar nærhet til planområdet. Det skal heller ikke etableres bygg for varig opphold som en del av dette tiltaket. Temaet vurderes ikke videre.
Kjemikalieutslipp og annen akutt forurensning	Det vurderes ikke å være slike anlegg i relevant nærhet. Tiltaket legger heller ikke til rette for slik virksomhet. For denne delstrekningen vil uhell i forbindelse med anleggsfasen være spesielt relevant gitt nærhet til drikkevannskilden Jordalsvatnet. Dette vurderes derfor ytterligere under temaet <i>Drikkevannskilder</i> .
Transport av farlig gods	Det transporteres farlig gods i umiddelbar nærhet til planområdet. Temaet vurderes.
Elektromagnetiske felt	Gjennom tiltaket skal det flyttes på eksisterende kraftlinjer, disse vil dermed kunne komme nærmere eksisterende boliger i området. Temaet vurderes.
Dambrudd	Det er et damanlegg i vestenden av Jordalsvatnet. Temaet vurderes.
INFRASTRUKTUR	

Fare	Vurdering
VA-anlegg/-ledningsnett	Det er utarbeidet en VA-rammeplan inkludert infrastrukturplan til planforslaget. Planen har som funksjon å sikre en helhetlig løsning av vannforsyning, spillvann- og overvannshåndtering, samt sikre tilstrekkelig dekning for slokkevann. Det forutsettes at eksisterende VA-infrastruktur, herunder hovedvannledningen i området, ivaretas i anleggsfasen. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Trafikkforhold	Trafikksikkerhet er ivarettatt gjennom vurdering av aktuelle løsninger, blant annet mht. signalanlegg og siktlinjer, for å ivareta sikkerheten til myke trafikanter. Det er lagt til grunn strengere krav enn SVVs håndbok mht. sykkelfelt. TS-revisjon (ekstern part) skal også gjennomføres i forbindelse med høring av planforslaget. Det forutsettes at tiltak som fremkommer av TS-revisjonen hensyntas i videre prosjektering. <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i>
Eksisterende kraftforsyning	Eksisterende kraftforsyning innenfor planområdet må ivaretas i forbindelse med anleggsarbeidet, det skal også gjøres noen omlegginger av eksisterende kraftnett. Gjennomføres i samarbeid med netteier. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Drikkevannskilder/ grunnvannskilder	Både trase og planlagt riggområdet ligger tett på vannkilden Jordalsvatnet og innenfor tilhørende klausuleringszone. Temaet vurderes.
Fremkommelighet for utrykningskjøretøy	Fremkommelighet for utrykningskjøretøy må ivaretas i anleggsfase og i driftsfase gjennom detaljprosjektering. <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i>
SÅRBARE OBJEKTER	
Sårbare bygg*	Det ligger flere sårbare bygg i relevant nærhet til planområdet og tiltaket. Temaet vurderes.
TILSIKTEDE HANDLINGER: Forhold ved analyseobjektet som gjør det sårbart for tilsiktede handlinger	
Tilsiktede handlinger	Samferdselsanlegg og stasjoner knyttet til dette kan generelt være utsatt for tilsiktede handlinger. Det er imidlertid ingen spesielle forhold ved dette analyseobjektet som gjør at det vurderes som sårbart for tilsiktede handlinger gitt dagens trusselbilde. <i>Temaet vurderes ikke videre</i>

*"Sårbare bygg" samsvarer med datasettet i kartinnsynsløsningen til DSB og omfatter barnehager, lekeplasser, skoler, sykehus, sykehjem, bo- og behandlingssenter, rehabiliteringsinstitusjoner, andre sykehjem/aldershjem og fengsler.

6.2 Sårbarhetsvurdering DS3

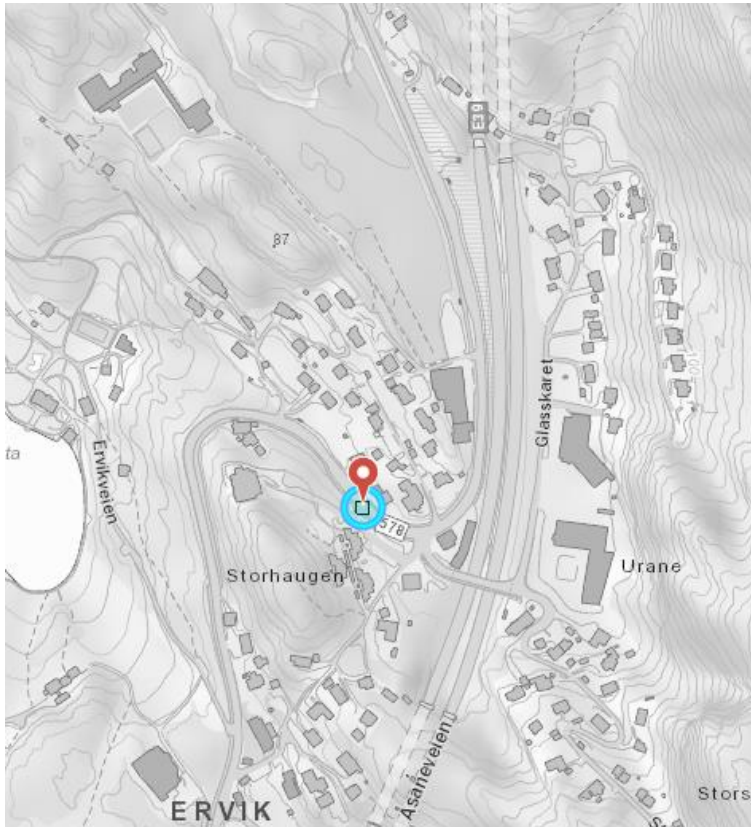
Følgende farer fremsto i fareidentifikasjonen som relevante, og det gjøres en sårbarhetsvurdering av disse:

- Skredfare bratt terreng
- Ustabil grunn (områdestabilitet)
- Flom i vassdrag
- Ekstremnedbør/overvann
- Transport av farlig gods
- Sårbare bygg
- Elektromagnetiske felt
- Dambrudd
- Drikkevannskilder

6.2.1 Sårbarhetsvurdering skredfare bratt terreng

Det er utført en skredfarevurdering (ref. 1.5.2) og følgende er hentet fra denne.

Det er registrert et steinskred i 2010 ved Ervikveien, nær trasé for ny hovedsykkelrute. Årsak er ikke nærmere spesifisert, men det antas at det gjelder steinsprang fra vegskjæring.



Figur 6.3-1 Registrert skredhendelse i planområdet for DS3, fra NVE Atlas.

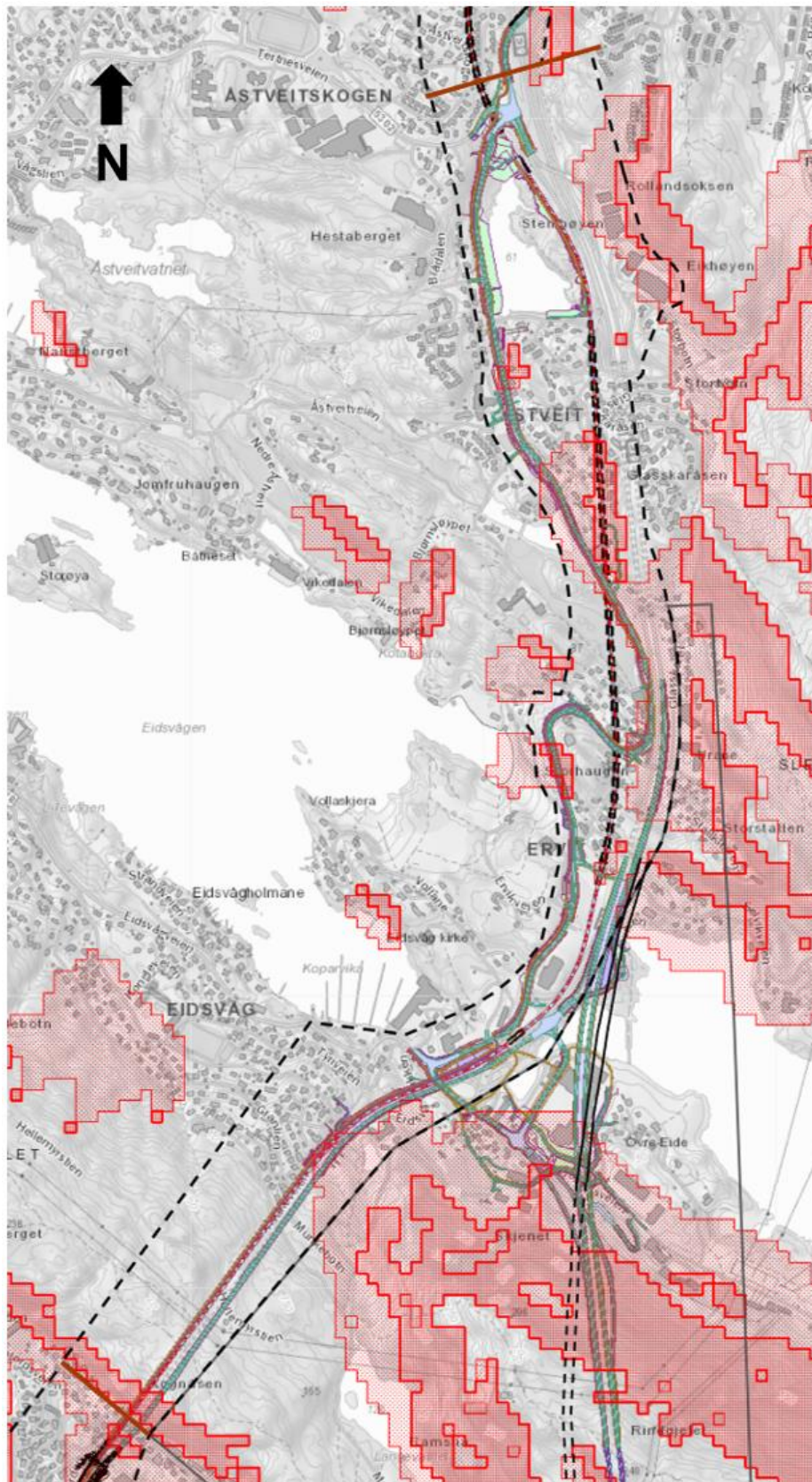
Snøskred

NVE Atlas viser aktsomhetsområder for snøskred som berører store deler av planområdet, se figur 6.3-2.

I området ved påhugg for hovedløp og ramper til forlenget Fløyfjelltunnel er det utført feltkartlegging med vurdering av reell skredfare, se notat NO-DSF-010. Vurderingen konkluderer med at snøskred ikke er en aktuell prosess i dette området.

I øvrige mulige løsnemråder innenfor planområdet er det i de fleste tilfeller tett skog, som hindrer akkumulasjon av store snømengder og også vil hindre utløsning av snøskred. Det er også enkelte bratte skrenter og områder med bebyggelse der det er mindre vegetasjon. Her er det enten for bratt eller bebyggelse som hindrer oppsamling av store snømengder. I tillegg gir det lokale klimaet sjelden store mengder snøfall.

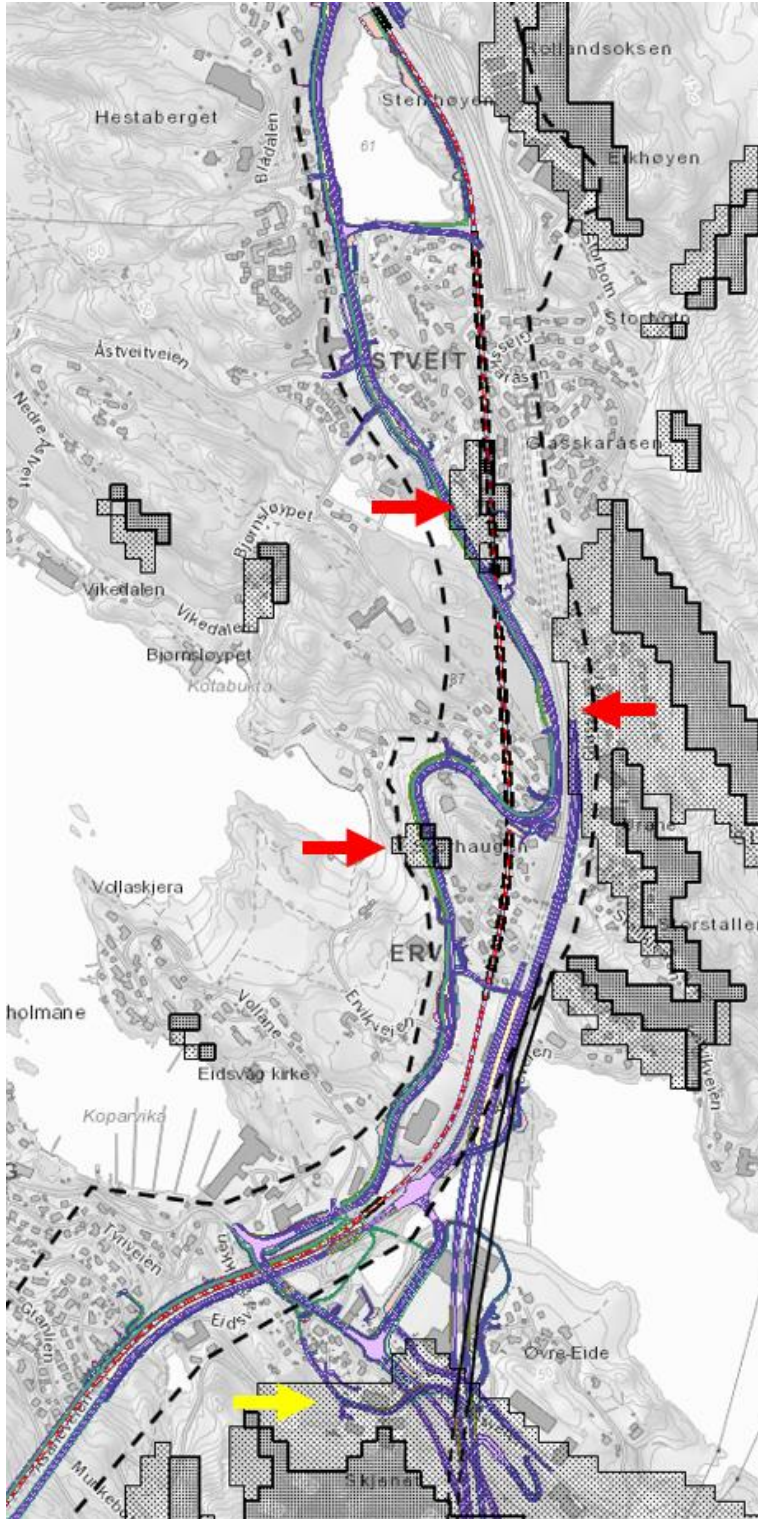
Snøskred vurderes som ikke aktuell skredtype i området.



Figur 6.3-2 Aktsomhetsområder for snøskred på DS3.

Steinsprang

NVE Atlas viser flere aktsomhetsområder for steinsprang som berører planområdet, se figur 6.3-3



Figur 6.3-3 Aktsomhetsområde for steinsprang på DS3.

I området lengst sør ved påhugg for forlenget Fløyfjelltunnel (gul pil i figur 6.3-3) er det utført feltkartlegging med vurdering av reell skredfare, se notat NO-DSF-010. Vurderingen konkluderer med at kartleggingsområdet ikke har tilstrekkelig sikkerhet mot steinsprang, og det er behov for sikringstiltak.

Øvrige aktsomhetsområder for steinsprang innenfor planområdet, markert med røde piler i figur 6.3-3, fra sør mot nord:

Ervikveien, eksisterende vegskjæring med bratt sideterreng opp mot Storhaugen:

Det er ikke planlagt inngrep i terrenget i forbindelse med ny hovedsykkelrute. Vegskjæringene kan være potensielle løsneområder for steinsprang. Ved detaljprosjektering/bygging bør det utføres en detaljert kartlegging med tanke på å identifisere eventuelle løse blokker som kan rase ned på vegen. Det er ikke kjente hendelser med steinsprang på den aktuelle vegstrekningen, og det forventes lite behov for tiltak. Dersom det kartlegges løse blokker kan aktuelle tiltak være rensk eller sikring med konvensjonelle bergsikringsmidler som bolter, bånd og nett.

E39 mellom Selviktunnelen og Glaskartunnelen:

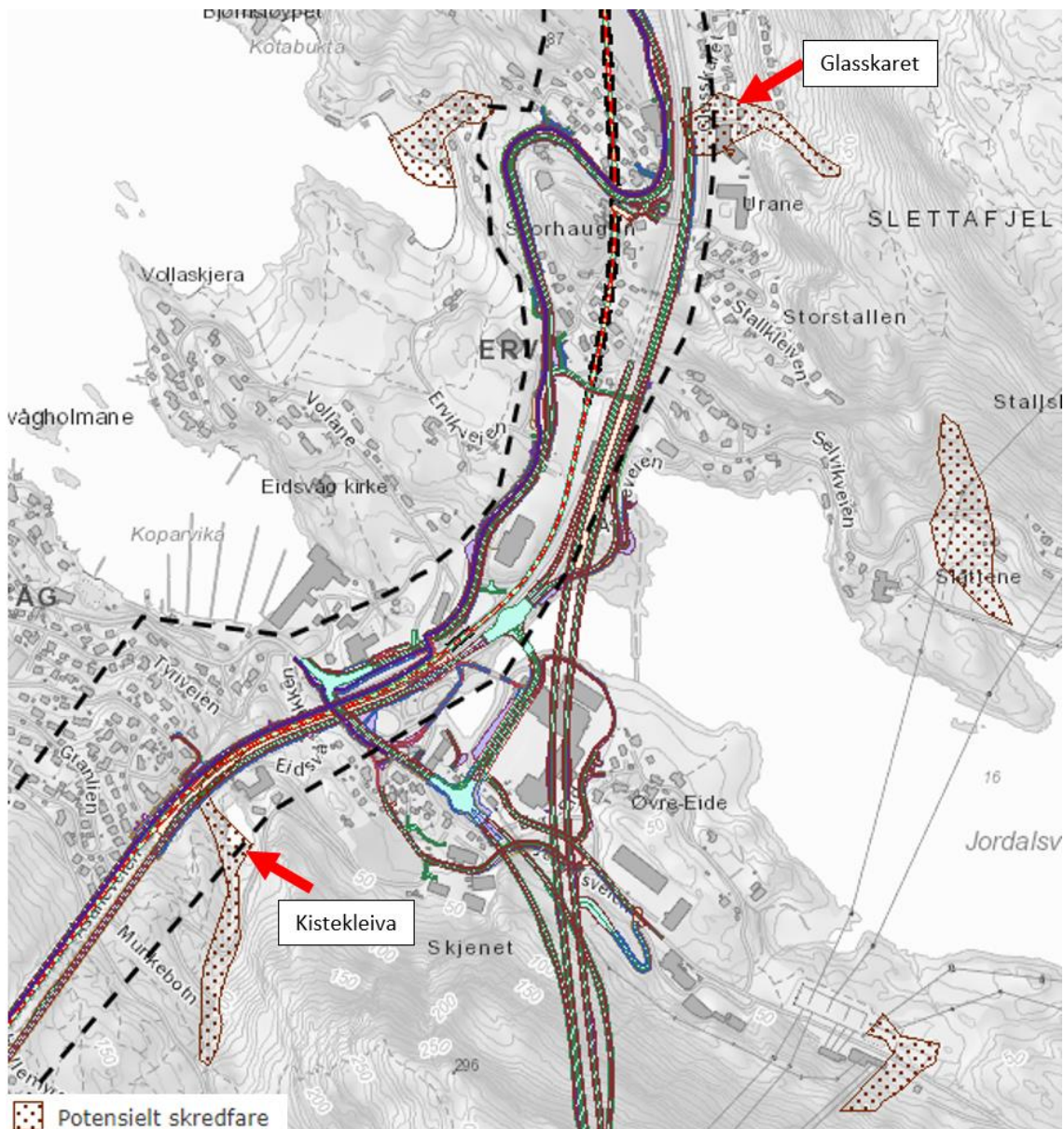
Her er det bratt terreng øst for E39, opp mot Slettafjellet. De bratte fjellsidene øst for planområdet og eksisterende veg kan være potensielle løsneområder for steinsprang. Flatt terreng mellom fjellsiden og planområdet vil bremse stein og blokker. I tillegg vil bebyggelse i og i bunnen av fjellsiden virke avskjermende. Det vurderes derfor at steinsprang ikke har potensiale til å påvirke planområdet.

Ervikveien ved Sjurastemma, eksisterende vegskjæring med stedvis bratt sideterreng:

De eksisterende vegskjæringene langs Ervikveien kan være potensielle løsneområder for steinsprang. Ny hovedsykkelrute medfører at eksisterende skjæring må utvides. Ved uttak av skjæringen er det planlagt å senke terrenget i overkant av skjæringstopp, slik at det dannes en bred berghylle. Berghyllen samt eksisterende bebyggelse vil bremse eventuelle steinsprang fra høyereliggende terreng opp mot Glasskaråsen. Uttak og stabilitet i bergskjæringene vil ivaretas i videre detaljprosjektering og under bygging.

Jord- og flomskred

NVE Atlas viser aktsomhetsområder for jord- og flomskred som berører planområdet i to områder; ved Kistekleiva og Glasskaret, se figur 6.3-4. Det er utført feltkartlegging med vurdering av reell skredfare i begge områdene. Alle skredtyper er vurdert i disse områdene.

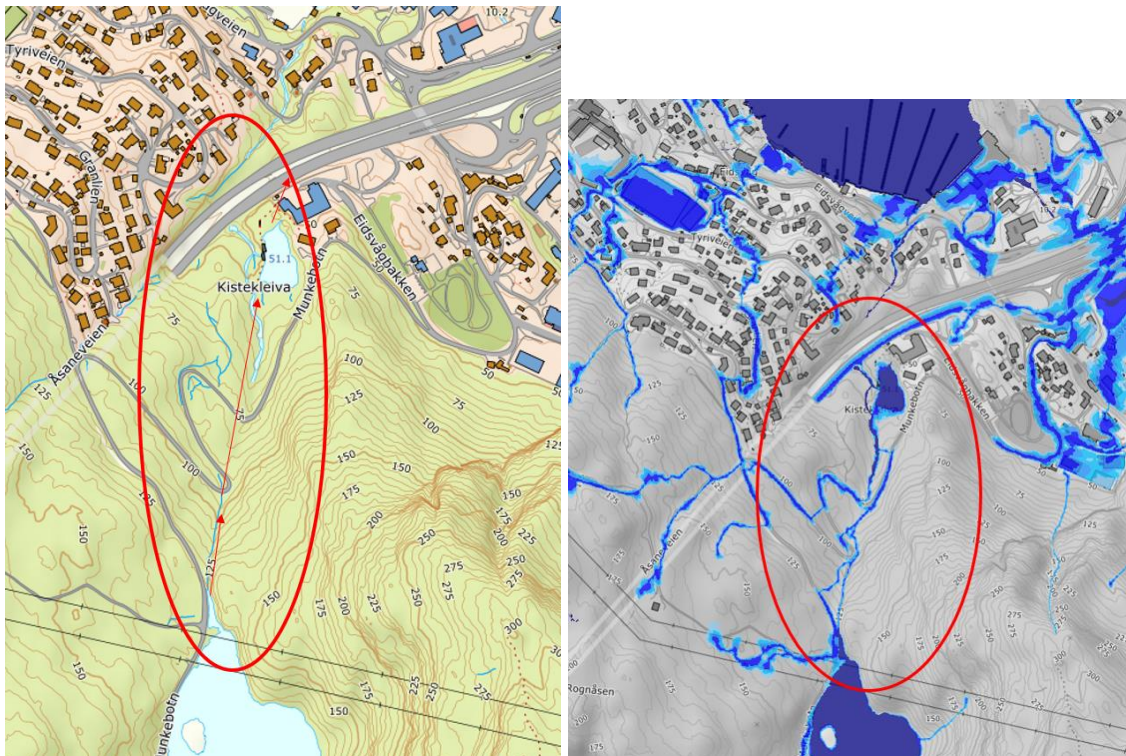


Figur 6.3-4 Aktsomhetsområder for jord- og flomskred på DS3, ved Kistekleiva og Glasskaret.

Kistekleiva:

Kartleggingsområdet er vist i figur 6.3-5.

Det er observert tynt løsmassedekke over berg. Markfuktighetskartet fra www.nibio.no (Figur) indikerer en permanent vannveg i gjelet fra Munkebotn ned mot E39/Åsaneveien. Dette stemmer med observasjoner fra befaringen. Det er tett skog i fjellsiden i kartleggingsområdet. Helningskart fra NVE Atlas viser delvis en konkav fjellside med gjel mot nord ned til E39.



Figur 6.3-5 Kartleggingsområde ved Kistekleiva, markert med rød sirkel. Utløpsretninger markert med røde piler på kartet til venstre. Markfuktighetskart fra www.nibio.no til høyre. Bergoverflaten fremstår ofte som massiv øyegneis og kvartsitt.

Berget er generelt dekket med tynt jordlag og tett skogvekst. Områdets dominerende gjel er vannførende og har på hele strekket stein og blokker i bunnen, se figur 6.3-6.



Figur 6.3-6 Øyegneis med tynt jorddekke og tett skog er karakteristisk for hele området. Eksempel på den flatere nedre til del til høyre, med moderat vannføring og typisk blokkstørrelse i vannløpet.

Steinsprang vurderes ikke å være dimensjonerende skredtype for vurdert område. I løsnområdet er der ingen større fjellvegger som kan utløse steinsprang inn mot planområdet. Området innenfor reguleringsområdet er svært godt avskjermet mot steinsprang av skogen. Det vurderes at aktuelt område tilfredsstillende krav til sikkerhet for steinsprang/steinskred.

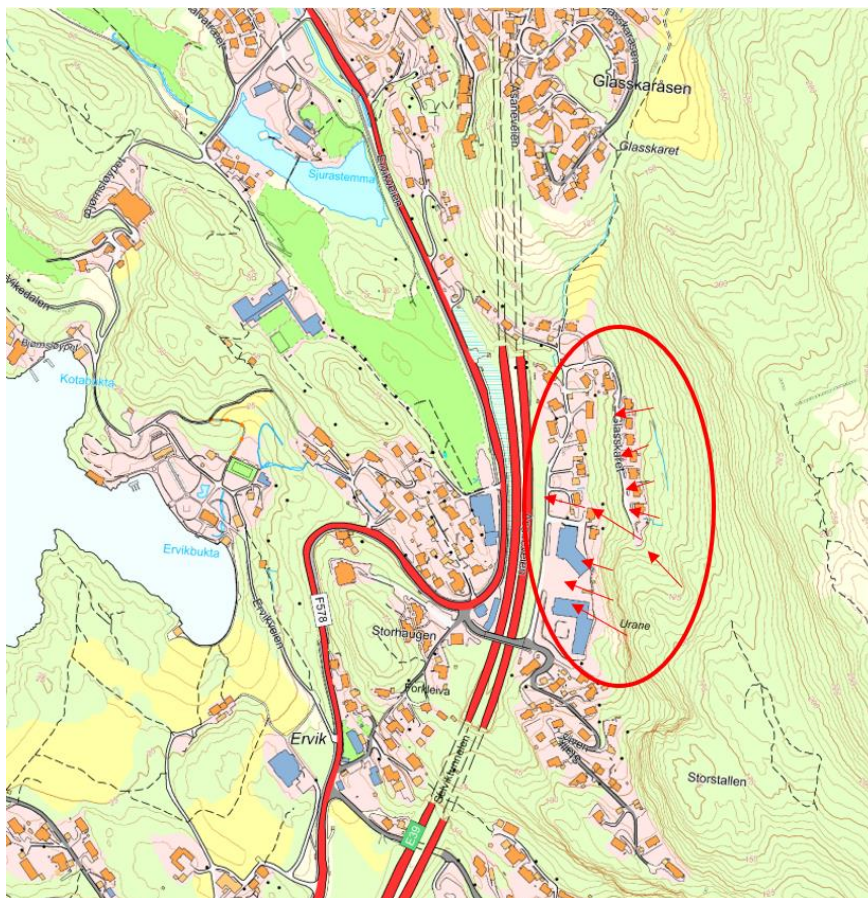
Området er innenfor NVEs aktsomhet for jordskred inn mot planområdet. Det er i løснеområdet kun et tynt jorddekke med skogvekst rett på fjelltoppen. Dette tynne dekket er godt forankret av skogens rotverk. Det vurderes at de tynne jordlagene er sikret i omfanget av vegetasjonen og at mulige fremtidige jordutglidninger er av lav energi og ikke vil nå inn i kartleggingsområdet. Det vurderes at aktuelt område tilfredsstiller krav til sikkerhet for jordskred.

Der er en markant vannveg inn mot kartleggingsområdet. Løснеområdet viser ikke tilstrekkelig med løse fraksjoner under blokkstørrelse ($\varnothing < 200$ mm) for å utløse flomskred. I tillegg kommer skogens stabiliserende virkning med hensyn til erosjon og utglidning, samt skogens dempende virkning mot sterk nedbør. Det vurderes at det ikke er reell fare for flomskred som definert i retningslinjene ned mot kartleggingsområdet. Det vurderes at aktuelt område tilfredsstiller krav til sikkerhet for flomskred.

Området er innenfor NVEs simulerte aktsomhetsområde for snøskred (figur 6.3-2). Området har tett vegetasjon i løснеområdet, som hindrer akkumulasjon av store nok snømengder i terrenget. I tillegg kommer klimaet som ytterst sjeldent byr på tilstrekkelig snøfallmengder. Det vurderes at kartleggingsområdet tilfredsstiller krav til sikkerhet for snø- og sørpeskred.

Glasskaret:

Kartleggingsområdet er vist i figur 6.3-7.

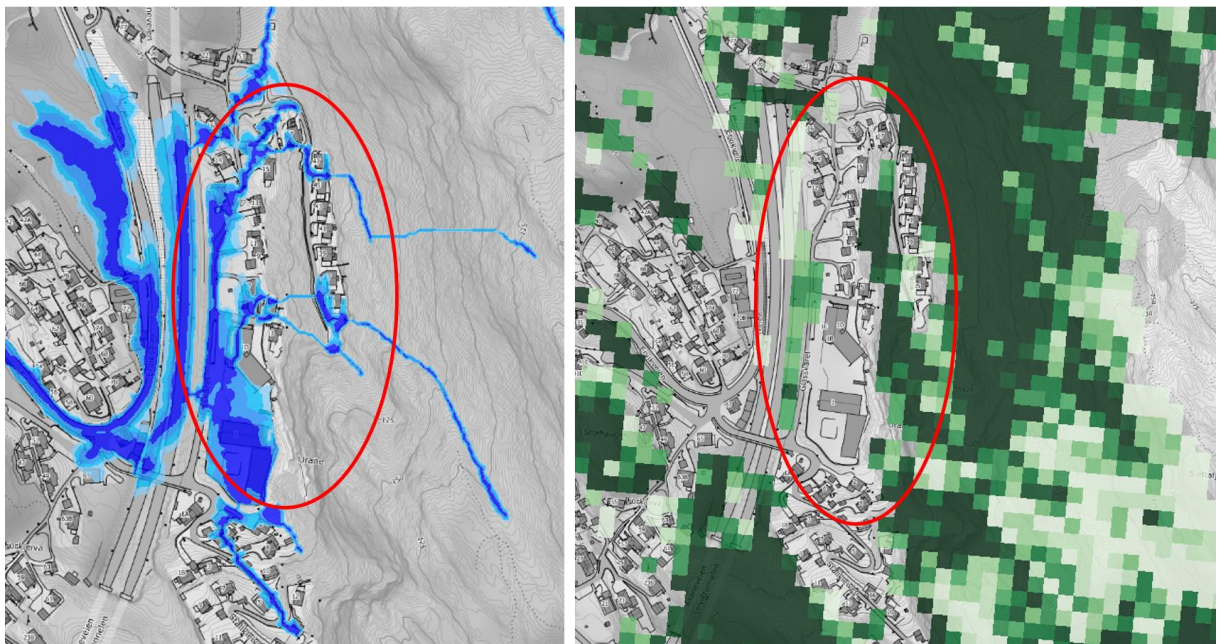


Figur 6.3-7 Kartleggingsområdet ved Glasskaret markert med rød sirkel. Utløpsretninger markert med røde piler.

Området ved Glasskaret fremstår som en fjellside med strøkretning nord-sør som heller bratt mot vest ned mot E39/Åsaneveien. Den nordlige delen har tett skogvekst og boligbygg både ved foten og lengere oppe i fjellsiden. Den sørlige delen er dominert av en delvis utsprengt fjellside med et plant næringsområde ved foten.

I NVE sitt kartverk er det varslet aktsomhet mot snøskred, jordskred og steinsprang fra fjellsiden ned mot E39/Åsaneveien.

Det er observert svært tynt løsmassedekke på berg i kartleggingsområdet. Markfuktighetskartet fra www.nibio.no indikerer ingen vannføring fra fjellsiden. Dette stemmer med observasjonene fra befaringen. Kronedekningskart fra www.nibio.no indikerer tett skog rett over fjellsiden. Se figur 6.3-8.



Figur 6.3-8 Utsnitt fra markfuktighetskart (venstre) og kronedekningskart (høyre) fra www.nibio.no. Kartleggingsområdet ved Glasskaret er markert med rød sirkel.

Bergoverflaten ved Glasskaret nr. 35 til nr. 47 fremstår i lav høyde (< 3 m) og består av massiv øyegneis med sprekker og en RQD omkring 80 - 100. Det er ingen bolting (bergsikring) observert. Sør for boligene er det et sørøst-nordvest-gående gjel med tynt jorddekke og tett vegetasjon.

Den sørlige del av området er dominert av en nær-vertikal fjellside med et plant næringsområde ved foten.



Figur 6.3-9 Tett bolting av fjellsiden mot øst ved Glasskaret - foto med zoom

Steinsprang vurderes ikke å være dimensjonerende skredtype for vurdert område. Fjellveggen bak næringsbygg har massiv boltesikring. Det forutsettes at fjellsikringen vedlikeholdes. Oppe bak Glasskaret nr. 35 til nr. 47 er den moderate fjellveggen godt avskjermet av bolighusene. Området innenfor reguleringsområdet er svært godt avskjermet mot steinsprang fra boligbygg, næringsområdet og avstand til planområdet. Det vurderes at aktuelt område tilfredsstillende krav til sikkerhet for steinsprang/steinskred.

Gjelet sør for Glasskaret nr. 35 er innenfor NVEs aktsomhet for jordskred inn mot planområdet. Det er i løseområdet kun et tynt jorddekke med skogvekst rett på fjelltoppen. Dette tynne dekket er godt forankret av skogens rotverk. Det vurderes at de tynne jordlag er sikret i omfanget av vegetasjonen og at mulige fremtidige jordutglidninger er av lav energi og ikke vil nå inn i kartleggingsområdet. I tillegg er planområdet godt avskjermet fra bebyggelsen. Det vurderes at aktuelt område tilfredsstillende krav til sikkerhet for jordskred.

Det er registrert en vannveg langs gjelet sør for Glasskaret nr. 35 inn mot kartleggingsområdet. Løseområdet viser ikke tilstrekkelig med løse fraksjoner. I tillegg kommer skogens stabiliserende virkning mht. erosjon og utglidning, samt skogens dempende virkning mot sterk nedbør. I tillegg er planområdet godt avskjermet mot flomskred av vegetasjon og bebyggelse. Det vurderes at det ikke er reell fare for flomskred som definert i retningslinjene ned mot kartleggingsområdet. Det vurderes at aktuelt område tilfredsstillende krav til sikkerhet for flomskred.

Området er innenfor NVEs simulerte aktsomhetsområde for snøskred. Området har tett vegetasjon i løseområde som hindrer akkumulering av store snømengder i terrenget. Den vegetasjonsfrie fjellveggen bak næringsbygg er for steil til at tilstrekkelig snømengder kan akkumuleres. Planområdet er også svært godt avskjermet fra bygg og vegetasjon for at snøskred kunne nå inn på området. I tillegg kommer klimaet som ytterst sjeldent byr på tilstrekkelig snøfallmengder. Det vurderes at kartleggingsområdet tilfredsstillende krav til sikkerhet for snø- og sørpeskred.

Eidsvåg

I forbindelse med skredfarevurdering av påhuggsområde for Fløyfjelltunnelen, hovedløp og ramper, i Eidsvåg (ref. 1.5.34) er det vurdert følgende.

Det er steinsprang som er dimensjonerende skredtype. Alle kartlagte skreenter innenfor kartleggings- og påvirkningsområde viser tegn på nylig aktivitet, og det er observert til dels mektige skredavsetninger i området. Steinsprang fra skjæring langs Jordalsveien har årlig nominell sannsynlighet høyere enn 1/1000 og 1/100 for å påvirke tiltaksområdet.

Steinskred vurderes som en aktuell prosess i vestlig påvirkningsområde, men skred med 1/1000 gjentakintervall vurderes å ikke kunne påvirke kartleggingsområdet.

Tiltaket oppfyller ikke krav til sikkerhet for sikkerhetsklasse ÅDT >8000 i SVV N200. Akseptabelt risikonivå kan oppnås ved gjennomføring av sikringstiltak som reduserer årlig nominell sannsynlighet til lavere enn 1/1000 og reduserer omfanget av faresoner markert på Figur 6.3-10.

Merk at denne vurderingen er basert på dagens skogforhold. Det anbefales å sette av skogen innenfor påvirkningsområdet som verneskog for å unngå tiltak som kan endre forutsetningene for denne vurderingen. Dersom det gjøres inngrep i skogen ovenfor kartleggingsområdet, kan det være nødvendig med ny vurdering av skredfare.

Faresoner for steinsprang med gjentakintervall 1/100 og 1/1000 ligger innenfor kartleggingsområdet og vises på Figur 6.3-10. Selv om steinskred har noe lengre utløpslengde enn steinsprang, er det ikke tegnet egne faresoner for disse da det vurderes at steinskred med gjentakintervall 1/1000 ikke kan påvirke kartleggingsområdet.

Tilsvarende vurdering gjelder for flomskred. Faresoner utløper fra lokal skjæring langs Jordalsveien.



Figur 6.3-10 Faresonekart steinsprang i Eidsvåg

Det er sannsynlig at terrenget i underkant av Jordalsveien blir betydelig berørt under arbeidet med tiltaket, noe som kan medføre at forutsetningene for denne skredfarevurderingen endres. Det vil trolig bli behov for sikring av skjæringer ved påhuggsområdene. Sikring av skjæringer utføres normalt ved bruk av sikringsbolter i kombinasjon med steinsprangnett for å fange opp mindre fragmenter. Alternativt kan portal forlenges for å unngå faresonene, og heller sikre lokalt ustabil fjell i overkant av portal. Sikringstiltak må prosjekteres i en egen RIG-rapport før utførelse av arbeidet.

Planområdet vurderes slom lite til moderat sårbart for skred i bratt terreng.

6.2.2 Sårbarhetsvurdering ustabil grunn

Det er i forbindelse med geotekniske vurderinger av DS3 gjennomført en vurdering av områdestabilitet i planområdet (ref. 1.5.24). Prosedyre for utredning av områdeskred i NVE veileder nr. 1/2019 er lagt til grunn.

Planområdet ligger under marin grense. Den marine grensen viser det høyest mulig nivå for løsmasser som opprinnelig er avsatt i hav og fjord som noen steder har utviklet seg til kvikkleire.

Terrenget for DS3 fra utløp av tunneler gjennom bergryggen mot Sandviken er variert terreng. Det er generelt lite løsmasser i skråninger omkring det opprinnelige dalsøkk hvor nå Jordalsvatnet ligger innenfor en breavsatt dekning.

Generelt er det tynt løsmassedekke i området. Utover demning av geologisk definert tynn morene.

Området er tett undersøkt med grunnboringer, mest for overdekningsinnmåling mht. tunnelplaner.

Det er ikke påvist leire. Stedvis noe løst lagret og ferske siltige avsetninger omkring Griggastemma.

Alle utførte kontrollboringer i hver posisjon er ført til fjell.

Det er ingen observasjoner av kvikkleire eller enskornig leire.

For vurdering av fare for områdeskred av kvikkleire benyttes NVE sin veileder nr.1/2019. Det gir følgende resultat:

Prosedyre for utredning av områdeskred, jfr. NVE 1/2019.

1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresonder) i området	Det er ingen registrerte faresoner i området iht. NVE Atlas.
2	Avgrens området med mulig marin leire.	Hele området for delstrekning 3 mot Åsane er under den marine grense. Berg er stedvis synlig i dagen langs traseen.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred.	Terrenget heller mot innsjøer avgrenset i hovedsak av berg (Griggastemma) eller morene (Jordalsvatnet). Det meste av terreng innenfor og høyere enn disse innsjøer har svært lite løsmasser eller berg i dagen.

4	Bestem tiltakskategori.	Basert på samfunnsviktigheten og mulig konsekvens ved skredulykke vurderes bybaneprosjektet til tiltakskategori K4.
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde	Topografien i området er geologisk naturlig. Bergoverflaten fra fjellet Orretua mot Åstveit har lite overdekning av løsmasser og defineres overordna som bart fjell. Løsmassene mot Eidsvågen og Griggastemma defineres som morene. Tidligere utførte grunnundersøkelser i Eidsvåg er tilgjengelige i NADAG. I hovedsak er ikke registrerte leirige masser og masene over berg er blandet grusig sandig og stedvis noe siltig. De nye grunnundersøkelsene fra Bybaneprosjektet sine trasealternativ DS3 styrker de generelle beskrivelser av området. Vurdering av områdeskred for Bybanen i delstrekning 3 kan avsluttes.

Konklusjon

Skred av enhver type nær Bybanen sone DS3 er svært lite sannsynlig.

Det er ikke kjente kvikkleireavsetninger nær Bergen kommune, men påvist steder på ytre øyer og i Os.

Basert på utførte grunnundersøkelser, både tidligere og i forbindelse med dette prosjektet, er det konkludert med at det ikke er kvikkleire i planområdet og sikkerhet mot områdeskred er dermed tilfredsstillende.

Planområdet vurderes som lite sårbart for temaet.

6.2.3 Sårbarhetsvurdering flom i vassdrag

I tilknytning til Jordalsvassdraget og Griggastemma er det markert et aktsomhetsområde for flom (NVE Atlas), se figurene 6.3-11. og 6.3-12.

I teknisk forprosjekt for delstrekningen (ref. 1.5.29) ble de tre vassdragene som munner ut i Eidsvågen vurdert med hensyn på flom (kap. 2):

- 1) Munkebottsvassdraget (nedbørfelt på 2,87 km²)
- 2) Jordalsvassdraget (nedbørfelt på 9,84 km²)
- 3) Bekkeløp fra Griggastemma til Sjurastemma (langs Ervikveien) (nedbørfelt på ca. 1,88 km²)

For hvert vassdrag på DS3 er det utført vurderinger/analyser angående flom sett opp mot spesifikke problemstillinger knyttet mot planlagte tiltak i bybaneprosjektet.

Munkebottsvassdraget

For Munkebottsvassdraget med tilhørende nedbørfelt er det utført kapasitetsberegninger av rørene som krysser bybanetraseen like nord for Eidsvågtunnelens løp i nordlig retning. Beregnet dimensjonerende 200-års flomvannføring er 13,5 m³/s. Der bybanetraseen krysser elven er det anbefalt tre rør med diameter på 1500 mm, eller en boks-kulvert med bredde på 4,0 m og høyde på 1,6 m for at flomvannføringen kan håndteres trygt. I dag ligger det to rør med dimensjoner 1500-mm og 1600 mm, som til sammen ikke har nok kapasitet.

Jordalsvassdraget

For Jordalsvassdraget er det utarbeidet et eget flomnotat (NO-DS3-008). Formålet med utredningen er å finne hvilken høyde bybanetraseen og ny E39 må ligge på for å være sikret mot en framtidig 200-års flom. Vannstanden i vannstrengen mellom dagens E39 og Jordalsvatnet er bestemmende for å finne flomsikre koter for utbygging av Bybanen og omlegging av E39 ved Eidsvåg.

Det er benyttet en modell for beregning av tilløpsflom, magasinruting og flomvannstander. Kulverten under eksisterende E39 er et kritisk punkt i vassdraget med en viss risiko for å bli tilstoppet av drivgods. Det anbefales å enten ta høyde for 50 % tilstopping av eksisterende kulvert uten rist eller 25 % tilstopping med rist. For begge situasjoner er det lagt til grunn 200-årsflom inklusiv 40 % klimapåslag. Alternativ 2 for flomsikker kote for kryssing av Jordalsvassdraget ble lagt til grunn i planlegging av teknisk forprosjekt.

Alternativ 2:

Ved bevaring av eksisterende kulvert med etablering av rist, må ny E39 og bybanetraseen legges over kote 17,93 moh (NN2000) ved kryssingen av vassdraget for å være sikre mot en 200-års flom inkludert 40% klimapåslag. I denne beregningen legges til grunn at kulverten kan bli 25% tilstoppet.

Lavbrekket på planlagt bybanetrasé ligger like ved kulvertinnløpet på kote 19,92 moh og ligger godt over en 200-års flom. For broen fra Nortura til rundkjøring er det 0,83 m fri høyde. Planlagt bru tilfredstiller dermed krav om 0,5 m fri høyde til flomnivå i håndbok N400.

Lavbrekket på planlagt vegtrasé for E39 er lagt til kote 18,12 moh. Med forlenget tunnelportal for E39 vil lavbrekket ligge inne i tunnelen. Det legges inn ekstra buffer ved teknisk løsning inne i forlenget tunnelportal i tilfelle vannet siger inn.

Konklusjonen er derfor at ved etablering av rist ligger både bane og planlagt vegtrasé på flomsikker kote.

Bekkeløp langs Ervikveien

Det er gjennomført flomvurdering av Ervikveien og planområdet som ligger langs bekkeløpet mellom Griggastemma og Sjurastemma (NO-DS3-015). Vurderingen er utført for dagens situasjon basert på henholdsvis eksisterende laserinnsynsdata og det planlagte tiltaket. Flomvurdering er utført for en returperiode på 200 år i fremtidens klima (gjelder for sikkerhetsklasse F2 jf. TEK 17 §7-2). Områder med andre krav, f.eks. Åstveit sykehjem, ballbane og parkering, er i tillegg vurdert i forhold til flom med 20 år og 1000 år returperioder.

Det er utført hydrauliske beregninger med en todimensjonal hydraulisk modell i programmet HEC-RAS. Resultater viser at den planlagte terrengutformingen enten forbedrer eller opprettholder dagens flomsituasjon langs Ervikveien. Det er en lokal forverring i oversvømmelse på tilkomstsvingen ved Åstveit sykehjem der det settes inn et tiltak med en langsgående mur for å hindre flom på tilkomstvegen inn til sykehjemmet. Det anbefales ellers forskjellige tiltak knyttet til økning av dimensjoner av kulverter og flomsikring for den planlagte situasjon, for å oppfylle NVE anbefalinger for tilkomstveg til kritiske infrastruktur.

Oppsummering

Tiltak gitt i flomvurderingene som er oppsummert i teknisk forprosjekt (ref. 1.5.29) må implementeres. I prosjektet skal krav til sikkerhet mot flom gitt i TEK 17 benyttes, og vegnormalen N200 Vegbygging (ref. 1.5.19) og akseptkriteriene for flom gitt i denne, legges til grunn for dimensjonering og utførelse av veganlegg. Forutsatt dette, vurderes planområdet og tiltaket som lite sårbart for flom. Det vises også til sårbarhetsvurderingen av overvann.

6.2.4 Sårbarhetsvurdering ekstremnedbør/overvann

Det er forventet at fremtidens klima vil medføre mer nedbør i Norge, og periodevis ekstremnedbør. I Klimaprofil for Hordaland (nå Vestland) (ref. 1.5.4) er det gjort vurderinger av forventede klimaendringer som påvirker årsnedbøren:

Årsnedbøren i Hordaland er beregnet å øke med ca. 15 %. Nedbørendringen for de fire årstidene er beregnet til:

- Vinter: +15 %
- Vår: +10 %
- Sommer: +10 %
- Høst: +15 %

Nedbørøkningen i millimeter blir størst for de nedbørrike områdene nær kysten. Det er ventet at episoder med kraftig nedbør øker vesentlig både i intensitet og frekvens. Nedbørmengden for døgn med kraftig nedbør er ventet å øke med ca. 10 %. Intensiteten i kortvarige regnskyl er ventet å øke enda mer.

For å unngå økt skaderisiko som følge av ventet økning i kraftig nedbør tilrådes et klimapåslag på dagens dimensjonerende nedbør hentet fra IVF-kurver. Disse kurvene er tilgjengelige på klimaservicesenter.no.

Det er tidligere anbefalt et klimapåslag på minst 40 % på dimensjonerende nedbør på regnskyl som varer under 3 timer. Denne anbefalingen kan fremdeles benyttes.

Dersom en ønsker en mer nyansert tilnærming for ulike varigheter og gjentaksintervall, kan en benytte et klimapåslag på dimensjonerende nedbør som vist i tabellen under.

Tabellen nedenfor viser klimapåslag utarbeidet fra rapporten *Klimapåslag for korttidsnedbør* (ref. 1.5.20) basert på ventet endring i dimensjonerende nedbør fram til slutten av hundreåret.

	Dimensjonerende gjentaksintervall < 50 år	Dimensjonerende gjentaksintervall ≥ 50 år
≤ 1 time	40 %	50 %
>1 – 3 timer	40 %	40 %
>3 – 24 timer	30 %	30 %

Det er utarbeidet en VA-rammeplan som iht. arealdelen i kommuneplanens bestemmelser pkt. 20 skal inngå i alle reguleringsplaner i Bergen kommune. Planen har som funksjon å sikre en helhetlig løsning av vannforsyning, spillvann- og overvannshåndtering, samt sikre tilstrekkelig dekning for slokkevann. Planen skal utarbeides i tråd med krav til VA-rammeplan i VA-norm for Bergen kommune. VA-rammeplan vil håndtere de tiltak som vurderes som nødvendig.

I prosjektet skal krav til sikkerhet mot flom gitt i TEK 17 benyttes, og vegnormalen N200 Vegbygging (ref. 1.5.19) og akseptkriteriene for flom gitt i denne, legges til grunn for dimensjonering og utførelse av veganlegg. Forutsatt dette og at tiltak i VA-rammeplan implementeres, vurderes planområdet og tiltaket som lite til moderat sårbart for temaet ekstremnedbør/overvann.

6.2.5 Sårbarhetsvurdering transport av farlig gods

Det transporteres farlig gods på E39 som ligger innenfor planområdet og stedvis har nærføring til den planlagte Bybanen.

DSB mottar på landsbasis årlig mellom 40-70 hendelser som inkluderer farlig gods, 55 hendelser i 2015 (DSBs uhellstatistikk for 2015). Ifølge DSBs database har det i Bergen kommune vært 3 uhell med farlig gods mellom 2006 og 2015. Tallene omfatter også hendelser med farlig gods på jernbane og ferje. Det settes ofte en evakueringsradius på 500 meter ved slike tilfeller.

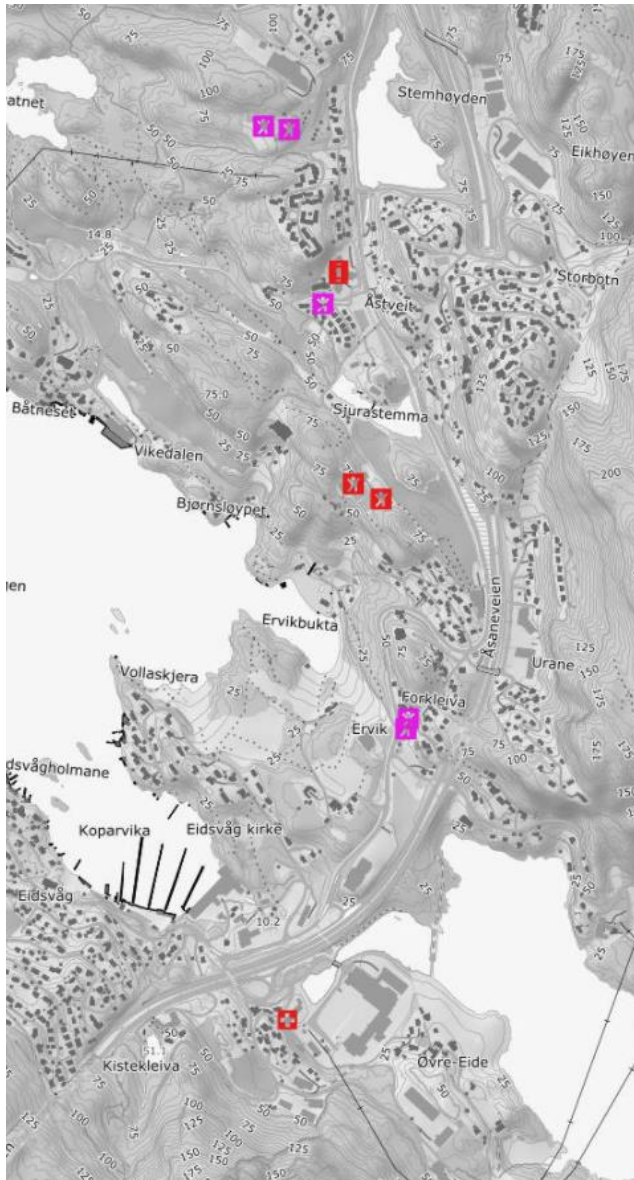
Det er rimelig å anta at hendelser med farlig gods vil forekomme hyppigst i de områdene hvor det fraktes mest gods (rundt de store byene og langs hovedtrafikkårene). I de fleste tilfellene fører en hendelse med farlig gods til akutt utslipp til grunnen og til luft, og med små konsekvenser for liv og helse. Andelen hendelser hvor det vil oppstå en brann eller eksplosjon er erfaringsmessig svært lav. E39 ligger tett på drikkevannskilden Jordalsvatnet, dette vurderes i kap. 6.2.8.

Planforslaget tilrettelegger ikke for langvarig personopphold som boliger, mv, og vil raskt kunne evakueres dersom behov. Planområdet og planlagt tiltak vurderes som lite sårbart for transport av farlig gods.

6.2.6 Sårbarhetsvurdering sårbare bygg

Innenfor, eller i relevant nærhet til planområdet og tiltaket ligger det flere sårbare bygg slik dette er definert av DSB. Figur 6.3.13 viser disse byggene, som i det aktuelle området er helseinstitusjoner og barnehager.

Det vil være nødvendig å hensynta disse byggene og deres funksjon gjennom dialog med eierne, både i anleggsfase gjennom SHA-vurderinger, og i ferdig løsning. I anleggsfasen må trygg skoleveg sikres for myke trafikanter (SHA-vurderinger). Gitt dette vurderes temaet som lite sårbart.



Figur 6.3-13 Sårbare bygg, helseinstitusjoner vises med røde symboler og barnehager vises med lilla symboler (kilde: DSB kart)

6.2.7 Sårbarhetsvurdering elektromagnetiske felt

I forbindelse med utbyggingen og anleggsarbeidene samt ønske om å etablere arealer for sentrumsformål i området vil det være behov for å fjerne kraftlinjer og legge eksisterende linjer om midlertidig. Det er besluttet at linjene skal tilbakeføres i kabel (i bakken). I dag er det

en 22 kV linje som går i området, men det er til vurdering om denne skal økes. Ved omlegging vil denne kunne komme nært en bolig i området. I de videre arbeidene bør det sees på muligheten for å legge linjen i en optimalisert trase lengst unna boliger og hus som skal bevares i området. Samtidig vil magnetfelt i området bli redusert ved at linjen legges som kabel. Området vurderes som lite sårbart overfor temaet.

6.2.8 Sårbarhetsvurdering dambrudd

Dam Jordalsvatnet ligger i vestenden av Jordalsvatnet og det er gjort en revurdering av denne i 2019 iht. kommunens plan for rehabilitering av vassdragsanlegg (ref. 1.5.30). I ROS-analysen til kommuneplanens arealdel 2018 (ref. 1.5.3) er dambrudd vurdert for vassdrag der dette er relevant. Dammen i Jordalsvatnet er ikke vurdert i den ROS-analysen, og heller ikke i kommunens helhetlige ROS-analyse for 2020 (ref. 1.5.28). Det er allikevel oppgitt fra Bergen kommune at det er dokumentert at dammen har mangler, men at er planlagt utbedring av dammen tidligst i 2030. Tiltaket legger ikke til rette for varig personopphold, men gitt at det er avdekket mangler ved damanlegget, vurderes planområdet som lite til moderat sårbart for dambrudd og behov for snarlige sikringstiltak må vurderes nærmere fagkyndig.

6.2.9 Sårbarhetsvurdering drikkevannskilde Jordalsvatnet

Trase for bybane vil ligge innenfor nedbørsfeltet til Jordalsvatnet (se figur 6.3-14). Jordalsvatnet er en viktig drikkevannskilde for Bergen kommune, spesielt i forhold til forsyning til Åsane. Jordalsvatnet og tilhørende vannbehandlingsanlegg forsyner i normalsituasjonen fra Eidsvåg og nordover til Hordvik. Dersom Jordalsvatnet vannbehandlingsanlegg blir ute av drift, kan Åsane forsynes fra Svartediket, eventuelt supplert med vann fra Espeland. Bergen kommune har opplyst i møte med NOAV i forbindelse med analysen at det er noe begrensning i overføringskapasitet så alternativ forsyning vurderes ikke å være fullt ut redundant. Produksjonskapasiteten ved dette vannbehandlingsanlegget er 45.000 m³/døgn, med en normal produksjon 17.000 m³/døgn. Det er utarbeidet egne klausulerings-bestemmelser² for Jordalsvatnet som reguleringer til aktivitet, utbygging mv. innenfor klausuleringssonen. Klausuleringssonen er fastsatt i gjeldende kommuneplan.

Som figur 6.3-14 viser går ny banetrase gjennom det klausulerte området tilhørende vannkilden og ligger forholdsvis tett på vannkilden, men lenger unna enn dagens E39. Andre veger i området vil ha en tettere nærføring til Jordalsvatnet enn E39, eksempelvis påkjøring til Selviktunnelen. Dette er vegarealene som tidvis går gjennom nedbørsfeltet. For vegarealer gjennom klausuleringsområdet tilrådes det at det etableres tett oppsamlingssystem for avrenning fra vegen som føres bort fra området. I tillegg planlegges det etablering av et riggområde i nærheten av bybanetrase, noe som medfører at også det blir liggende innenfor klausuleringssonen (se markering i figur 6.3-15).

Gjennom planen legges det også til rette for utvikling av sentrumsområder sør for Jordalsvatnet og nedstrøms utløpet. Et område hvor det i dag drives en del næringsvirksomhet og Eidsvåghallen er lokalisert. En utvikling av området innenfor klausuleringsområdet vil måtte følge gjeldende klausuleringsbestemmelser og således vurderes det å kunne forbedre situasjonen i området. Områder som reguleringer til sentrumsformål vil måtte etterfølges av

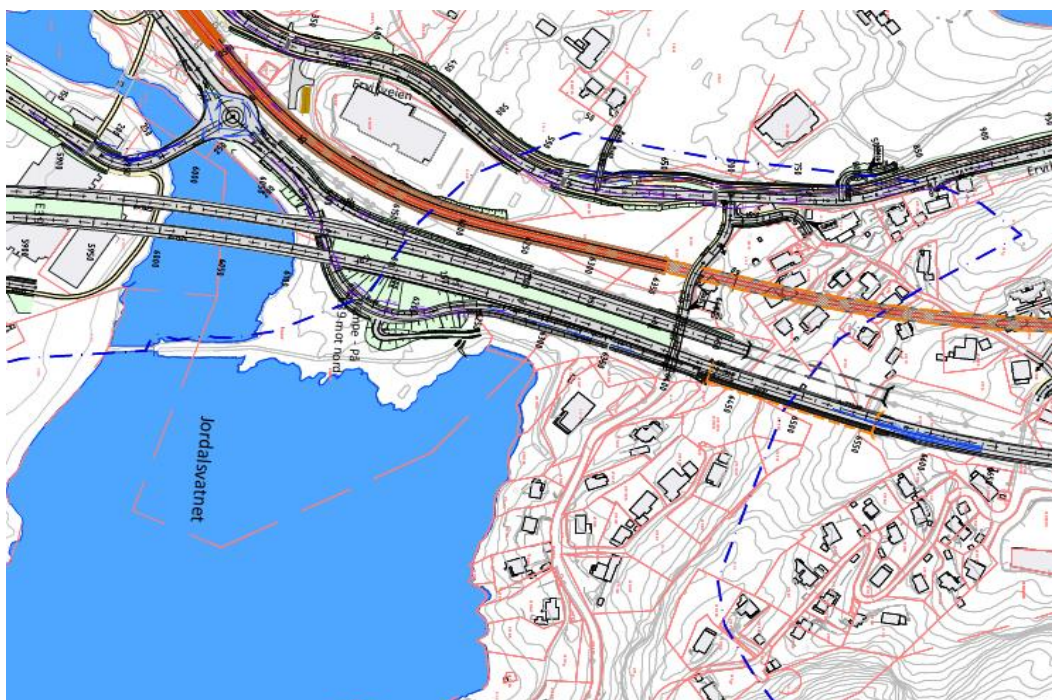
² [Bergen kommune - Drikkevannskvalitet](#)

detaljreguleringsplaner og det er naturlig at forhold til vannkilder vurderes ytterligere i den forbindelse.

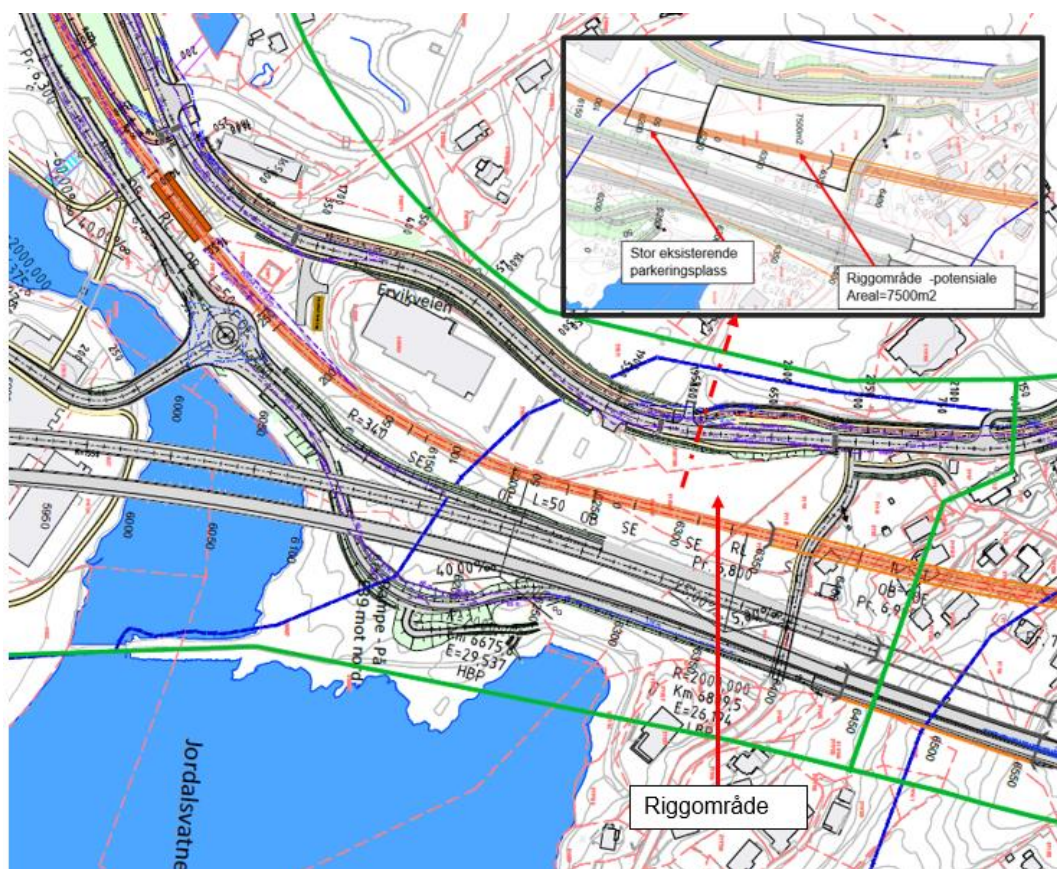
Området hvor luftesjakten for Fløyfjellstunnelen kommer ut ligger også innenfor nedbørsfeltet. I dette området skal det kun etableres konstruksjon knyttet til luftesjakt og eksisterende vegger legges noe om. Dette vurderes i liten grad å medføre konsekvens for drikkevannskilden. Som alt annet anleggsarbeid i dette området må det utøves forsiktighet og ha spesielt fokus på at arbeidet gjennomføres innenfor nedbørsfeltet til drikkevannskilden.

Når det gjelder luftforurensning fra E39 er det i planarbeidet gjort en egen vurdering av dette temaet (ref. 1.5.35). Luftforurensningen fra vegtrafikken oppkonsentreres i tunneler og slippes ut ved tunnelportalene og tunnelmunninger er derfor en kilde til luftforurensning. Det er derfor utført modelleringer for å vurdere om støv fra vegtrafikken kan ha en påvirkning på Jordalsvatnet som drikkevann. Det bemerkes her at det ikke er etablert grenseverdier for luftforurensning knyttet opp mot mulig forurensning av drikkevann, og i modelleringen er det kun sett på svevestøv PM_{10} da det er dette som er vurdert til å kunne påvirke drikkevannskilden. Gjennom arbeidet som er utført viser spredningskartene at for dagens situasjon kommer luftforurensningen i hovedsak fra tunnelportalen og vegtrafikken på E39 og at den i liten grad sprer seg utover drikkevannet og i retning drikkevannsinntaket. Eidsvågtunnelen er kort og utslippet fra tunnelmunningen her er relativt liten. Fløyfjellstunnelen er seks ganger så lang som Eidsvågtunnelen og resultatene viser langt større utbredelse av luftforurensning fra tunnelportalen og vegtrafikken for ny E39 i Eidsvåg. Samtidig viser resultatene fra modelleringene som er utført at luftforurensningen i stor grad holder seg nærme vegen og tunnelportalen og i liten grad vil spre seg utover drikkevannet og i retning drikkevannsinntaket. Det konkluderes med at det er svært lite sannsynlig at støv fra vegtrafikkene på ny E39 vil kunne forurense drikkevannet i Jordalsvatnet.

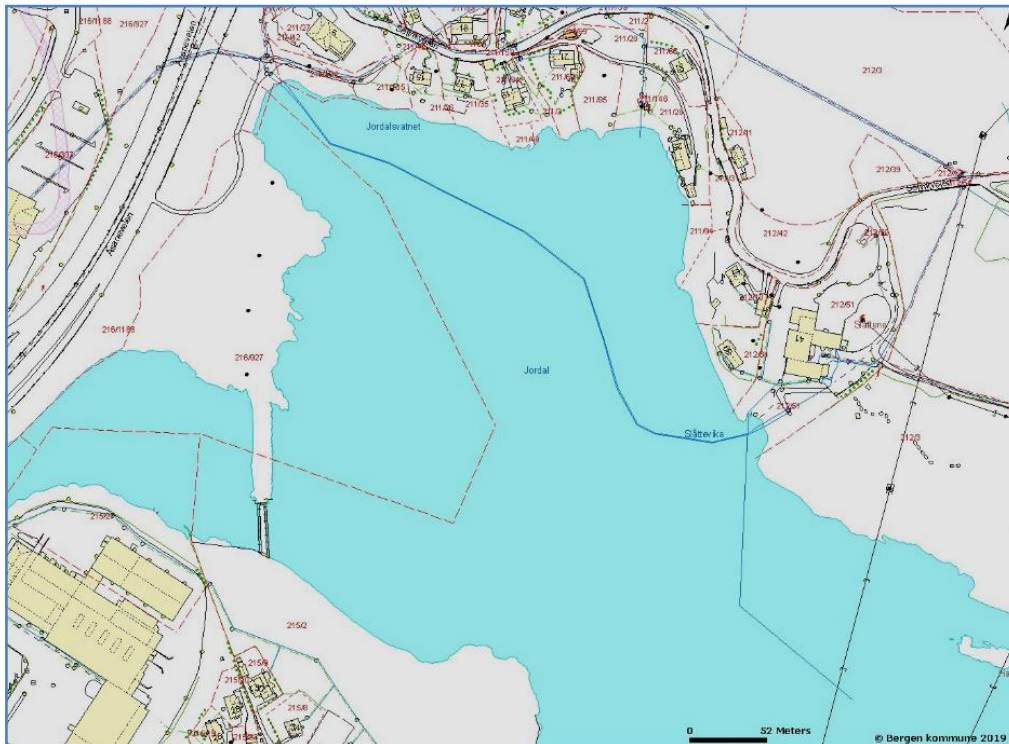
Drikkevannskilden er på bakgrunn av det som er omtalt her vurdert som svært sårbar i anleggsfasen og det er identifisert flere aktuelle hendelser som det er utført risikoanalyse av (fremgår av kap. 6.3). Videre vurderes en fremtidig driftssituasjon for ny bybanetrase å medføre liten til moderat sårbarhet for drikkevannskilden. Det bemerkes i denne sammenhengen at det også i dag foregår svært stor aktivitet innenfor klausuleringsområdet til drikkevannskilden. Det er gjort risikovurdering av hendelser med transport av farlig gods på vegnett innenfor klausuleringsområdet.



Figur 6.3-14 Ny bybanetrase (oransje) liggende innenfor klausuleringssonen til Jordalsvatnet (blå stiplet linje – nord er mot høyre)



Figur 6.3-15 - Areal for fremtidig riggområde ved Selviktunnelen (nord er mot høyre).



Figur 6.3-16 Figuren viser kartutsnitt fra teknisk kart Bergens kart. På kartet fremgår vanninntak og hovedoverføringsledninger i Jordalsvatnet. Kilde: Bergenskart

6.3 Risikovurdering DS3

Drikkevannskilde Jordalsvatnet

Hendelse 1 – Lekkasje fra maskiner i arbeid (hydraulikkolje, skade drivstofftank)

Drøfting av sannsynlighet:

Ved alt anleggsarbeid er det en fare for at noe skjer ved anleggsmaskinene og det oppstår lekkasje av f.eks. hydraulikkolje. I dette området vil dette utgjøre en størst fare ved anleggsarbeidet som vil foregå nedstrøms dagens E39 og være helt ut mot Jordalsvatnet (eksempelvis ved etablering av veier i området). Men også annet anleggsarbeid i nedslagsfeltet vil det kunne oppstå hendelser som kan påvirke vannkilden i større eller mindre grad. Minde søl og utslipp vil også kunne oppstå ved vedlikehold på maskinene.

Gitt analysens sannsynlighetskriterier vurderes denne hendelsen å være i sannsynlighetsklasse 1, en hendelse oftere enn hvert 20. år.

Drøfting av konsekvens:

Liv og helse: Hendelsen som vurderes her vil ikke medføre konsekvens for liv og helse. Det vil være mindre utslipp og disse vurderes ikke å påføre skader på mennesker.

Miljø: En slik hendelse vil omfatte mindre utslipp, begrenset til den mengde hydrokarboner som er i anleggsmaskinen. Det vurderes at en slik hendelse i mindre grad vil påvirke vannkilden, selv ved utslipp tett på vannet. Konsekvens vurderes som mindre alvorlig/ en viss fare

Materielle verdier: Som omtalt vurderes dette som en mindre og avgrenset utslipp. Men det kan skje tett på Jordalsvatnet gitt planlagte tiltak i området. Dette vil også utføres et stykke unna behandlingsanleggets vanninntak. Konsekvens vurderes på dette tidspunktet og med en konservativ tilnærming til mindre alvorlig/ en viss fare.

Oppsummering:

Verdi	Sannsynlighet					Konsekvens					Risiko		
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5			
Liv og helse	X					X					X		
Miljø	X						X					X	
Materielle verdier	X						X					X	

Tiltak:

I forbindelse med planlegging av anleggsgjennomføring i området må Bergen vann KF involveres.

- Entreprenør må ha en egen beredskapsplan som omfatter denne type hendelser, i tillegg må det være plassert ut beredskapsutstyr for oppsamling ved evt. lekkasje. I beredskapsplanen må det inngå eget punkt om umiddelbar varsling av Bergen Vann KF ved hendelser.
- I anleggsperioden bør det etableres et system med lenser som kan fange opp hydrokarboner som legger seg på vannet.

Hendelse 2 – Overfylling av drivstofftanker (maskiner og lagertanker)

Drøfting av sannsynlighet:

Denne hendelsen er i hovedsak knyttet til riggområdet, evt. ved direktepåfylling av anleggsmaskiner i anleggsområdet. Det er på nåværende tidspunkt ikke lagt noen planer for utforming av riggområdet. Men det kan fastslå at det nok vil bli etablert et drivstoffanlegg på området for fylling av anleggsmaskiner og andre anleggskjøretøy.

Det er på nåværende tidspunkt ikke avklart hvilket regime som skal være i anleggsområdet med tanke på fylling av maskiner, men det vil nok være tilfellet at enkelte maskiner må fylles ute i terreng og ikke kun inne på riggområdet. Samtidig kan teknisk og menneskelig svikt medføre at også tankanlegg på riggområdet overfylles. Gitt kriteriene i denne analysen vurderes en slik hendelse å inntreffe oftere enn hvert 20. år, sannsynlighetsklasse 1.

Drøfting av konsekvens:

Liv og helse: Hendelsen som vurderes her vil ikke medføre konsekvens for liv og helse. Det vil være mindre utslipp og disse vurderes ikke å påføre skader på mennesker.

Miljø: En slik hendelse knyttet til anleggsmaskiner vil omfatte utslipp i begrenset mengde, samtidig vil en slik overfylling kunne var noe tid slik at det vil inntreffe et utslipp som gir miljøkonsekvens i området. En overfylling av lagertanker vurderes å ha potensial til å medføre et større utslipp. Det vurderes at en slik hendelse vil kunne nå og påvirke vannkilden. Utslipp av diesel vil i hovedsak legge seg på toppen av vannet og fordampe i løpet av 24-48 timer. Det vurderes derfor ikke å nå vannbehandlingsanleggets inntakspunkt. Dersom det er bensin som slippes ut vil noen lette faksjoner kunne løse seg ut i vannmassene. Konsekvens for de største utslippene vurderes som betydelig/ kritisk.

Materielle verdier: Et utslipp her vil kunne ha et noe større omfang. Videre kan det skje tett på Jordalsvatnet gitt planlagte tiltak i området. Konsekvens vurderes på dette tidspunktet og med en konservativ tilnærming til betydelig/ kritisk.

Oppsummering:

Verdi	Sannsynlighet					Konsekvens					Risiko		
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5			
Liv og helse	X					X					X		
Miljø	X							X					X
Materielle verdier	X							X					X

Tiltak:

- I forbindelse med planlegging av anleggsgjennomføring i området, samt utforming av riggområdet må Bergen vann KF involveres.
- Drivstoffanlegg etableres som overgrunnstanker, det vil forenkle inspeksjon og kontroll av tankene.

- Riggområdet med drivstoffpåfylling må utformes med tett plate og oppsamlingsvern for tanklagring, oppsamlingsvern må ha større volum enn tankvolumet.
- Avskjærende grøfter og oppsamling av overvann fra riggområdet. Overvann fra området må føres ut av klausuleringssonen gjennom tett avløp.
- Det bør etableres rutiner slik at det ikke plasseres mindre lagertanker ut i terreng hvor utslipp kan nå Jordalsvatnet. Samtidig bør det være oppsamlingsarrangement rundt denne type mindre lagertanker også.
- Etablere plan og rutiner for hvor påfylling av anleggsmaskiner skal gjøres, disse områdene bør ligge så langt unna Jordalsvatnet som praktisk mulig, men der en også må hensynta unødvendig transport av anleggsmaskiner for påfylling.
- Entreprenør må ha en egen beredskapsplan som omfatter denne type hendelser, i tillegg må det være plassert ut beredskapsutstyr for oppsamling ved evt. lekkasje. I beredskapsplanen må det inngå eget punkt om umiddelbar varsling av Bergen Vann KF ved hendelser.
- I anleggsperioden bør det etableres et system med lenser som kan fange opp hydrokarboner som legger seg på vannet.
- Vurdere krav om bruk av elektriske anleggsmaskiner ved arbeid tett på Jordalsvatnet.

Det vurderes at gjennomføring av disse tiltakene vil kunne redusere risiko fra uakseptabel og ned til akseptabel risiko, men der en må ha et bevisst forhold til risikoen.

Hendelse 3 – Lekkasje fra drivstoffanlegg riggområde

Drøfting av sannsynlighet:

Det er på nåværende tidspunkt ikke lagt noen planer for utforming av riggområdet. Men det kan fastslå at det nok vil bli etablert et drivstoffanlegg på området for fylling av anleggsmaskiner og andre anleggskjøretøy. Det er ikke mulig på nåværende tidspunkt å si noe om størrelse på et slikt anlegg.

Slike anlegg har en fare for at det kan oppstå lekkasje, enten pga teknisk svikt/ material svikt i tank eller at de blir utsatt for ekstern påkjenning, påkjørsel mv.

Sannsynlighet for hendelsen vurderes å være sannsynlighetsklasse 2, en hendelse pr 20-200 år.

Drøfting av konsekvens:

Liv og helse: Hendelsen som vurderes her vil ikke medføre konsekvens for liv og helse. Det vil være mindre utslipp og disse vurderes ikke å påføre skader på mennesker.

Miljø: Lekkasje fra drivstoffanlegget vil kunne forårsake et større utslipp på riggområdet, som kan gå i grunnen. Det vurderes at en slik hendelse vil kunne nå og påvirke vannkilden, gjennom vannstrømmer i grunnen. Utslipp av diesel vil i hovedsak legge seg på toppen av vannet og fordampe i løpet av 24-48 timer. Det vurderes derfor ikke å nå vannbehandlingsanleggets inntakspunkt. Dersom det er bensin som slippes ut vil noen lette faksjoner kunne løse seg ut i vannmassene. Konsekvens for de største utslippene vurderes som betydelig/ kritisk, gitt mulig størrelse på utslipp.

Materielle verdier: Et utslipp her vil kunne ha et noe større omfang. Konsekvens vurderes på dette tidspunktet og med en konservativ tilnærming til betydelig/ kritisk.

Oppsummering:

Verdi	Sannsynlighet					Konsekvens					Risiko		
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5			
Liv og helse		X				X					X		
Miljø		X						X				X	
Materielle verdier		X						X				X	

Tiltak:

- I forbindelse med planlegging av anleggsgjennomføring i området, samt utforming av riggområdet må Bergen vann KF involveres.
- Drivstoffanlegg etableres som overgrunnstanker, det vil forenkle inspeksjon og kontroll av tankene.
- Det bør vurderes krav om at drivstofftanker som benyttes i området er doble tanker for økt sikkerhet mot lekkasje.
- Riggområdet med drivstoffpåfylling må utformes med tett plate og oppsamlingsvern for tanklagring, oppsamlingsvern må ha større volum enn tankvolumet.
- Avskjærende grøfter og oppsamling av overvann fra riggområdet. Overvann fra området må føres ut av klausuleringssonen gjennom tett avløp.
- Det bør etableres rutiner slik at det ikke plasseres mindre lagertanker ut i terreng hvor utslipp kan nå Jordalsvatnet. Samtidig bør det være oppsamlingsarrangement rundt denne type mindre lagertanker også.
- Etablere plan og rutiner for hvor påfylling av anleggsmaskiner skal gjøres, disse områdene bør ligge så langt unna Jordalsvatnet som praktisk mulig, men der en også må hensynta unødvendig transport av anleggsmaskiner for påfylling.
- Entreprenør må ha en egen beredskapsplan som omfatter denne type hendelser, i tillegg må det være plassert ut beredskapsutstyr for oppsamling ved evt. lekkasje. I beredskapsplanen må det inngå eget punkt om umiddelbar varsling av Bergen Vann KF ved hendelser.
- I anleggsperioden bør det etableres et system med lenser som kan fange opp hydrokarboner som legger seg på vannet.

Hendelse 4 – Søl av hydrokarboner (olje, drivstoff mv)

Drøfting av sannsynlighet:

Ved all påfyllingsaktivitet på anleggsmaskiner og kjøretøy, enten det er drivstoff påfylling, smøreoljer, eller etterfylling av hydraulikkolje er det en fare for at det oppstår mindre søl. Denne type utslipp vil være av begrenset omfang, fra et par desiliter til noen liter.

Hendelsen vurderes plassert i sannsynlighetsklasse 1, en hendelse oftere enn hvert 20. år.

Drøfting av konsekvens:

Liv og helse: Hendelsen som vurderes her vil ikke medføre konsekvens for liv og helse. Det vil være mindre utslipp og disse vurderes ikke å påføre skader på mennesker.

Miljø: Denne type hendelser vil medføre mindre utslipp til grunn forskjellige plasser i anleggsområdet, slik sett vil det ikke være noen punkter/ steder som er mer utsatt enn andre. Dette vil komme an på hvor anleggskjøretøy er plassert. Noe mer konsentrert utslipp vil forekomme på riggområdet knyttet til tankanlegget. Men her må det iverksettes tiltak ved utforming for å håndtere risikoen. Konsekvens vurderes som ubetydelig/ ufarlig.

Materielle verdier: Utslippenes størrelse vurderes i liten grad å medføre konsekvens for materielle verdier. Vurderes som ubetydelig/ ufarlig.

Oppsummering:

Verdi	Sannsynlighet					Konsekvens					Risiko		
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5			
Liv og helse	X					X					X		
Miljø	X					X					X		
Materielle verdier	X					X					X		

Tiltak:

- Riggområdet med drivstoffpåfylling må utformes med tett plate og oppsamlingsvern for tanklagring, oppsamlingsvern må ha større volum enn tankvolumet.
- Avskjærende grøfter og oppsamling av overvann fra riggområdet. Overvann fra området må føres ut av klausuleringssonen gjennom tett avløp.
- Etablere plan og rutiner for hvor påfylling av anleggsmaskiner skal gjøres, disse områdene bør ligge så langt unna Jordalsvatnet som praktisk mulig, men der en også må hensynta unødvendig transport av anleggsmaskiner for påfylling.

Hendelse 5 – Forurenset overvann fra riggområde

Drøfting av sannsynlighet:

Overvann fra riggområdet her vil kunne være forurenset både med hydrokarboner, partikler, støv mv. Dette overvannet bør i så stor grad som mulig unngå å havne i Jordalsvatnet.

Sannsynligheten for at det inntreffer situasjoner med forurenset overvann fra riggområdet er sannsynlighetsklasse 1.

Drøfting av konsekvens:

Liv og helse: Hendelsen som vurderes her vil ikke medføre konsekvens for liv og helse. Det vil være mindre utslipp og disse vurderes ikke å påføre skader på mennesker.

Miljø: Forurenset overvann vil kunne gå ned i grunnen og nå Jordalsvatnet og påføre den en konsekvens. Overvannet vil kunne inneholde en rekke forbindelse så konsekvens for vannkilden er vanskelig å fastslå på dette tidspunktet. Konsekvens vurderes som mindre alvorlig/ en viss fare.

Materielle verdier: Overvannet vil kunne inneholde en rekke forbindelse så konsekvens for vannkilden er vanskelig å fastslå på dette tidspunktet og om det når vanninntak og påvirker råvannet. Men det tas høyde for det. Konsekvens vurderes som betydelig/ kritisk, hvert fall med bakgrunn i at dette kan skje over tid.

Oppsummering:

Verdi	Sannsynlighet					Konsekvens					Risiko		
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5			
Liv og helse	X					X					X		
Miljø	X						X					X	
Materielle verdier	X							X					X

Tiltak:

- I forbindelse med planlegging av anleggsgjennomføring i området, samt utforming av riggområdet må Bergen vann KF involveres.
- Riggområdet med drivstoffpåfylling må utformes med tett plate og oppsamlingsvern for tanklagring, oppsamlingsvern må ha større volum enn tankvolumet.
- Avskjærende grøfter og oppsamling av overvann fra riggområdet. Overvann fra området må føres ut av klausuleringssonen gjennom tett avløp.
- I anleggsperioden bør det etableres et system med lenser som kan fange opp hydrokarboner som legger seg på vannet.

Det vurderes at gjennomføring av disse tiltakene vil kunne redusere risiko fra uakseptabel og ned til akseptabel risiko, men der en må ha et bevisst forhold til risikoen.

Hendelse 6 – Ulykke med transport av farlig gods (tankbil) på vegnett innenfor klausuleringsområdet.

Drøfting av sannsynlighet:

Nye vegarealer vil delvis gå gjennom klausulert området. Dette er veger hvor det vil transporteres farlig gods og det således må tas høyde for at trafikkulykker inntreffer.

DSB mottar på landsbasis årlig mellom 40-70 hendelser som inkluderer farlig gods, 55 hendelser i 2015 (DSBs uhellstatistikk for 2015). Ifølge DSBs database har det i Bergen kommune vært 3 uhell med farlig gods mellom 2006 og 2015. Tallene omfatter også hendelser med farlig gods på jernbane og ferge.

Det er rimelig å anta at hendelser med farlig gods vil forekomme hyppigst i de områdene hvor det fraktes mest gods (rundt de store byene og langs hovedtrafikkårene). I dette området vil den største mengden av farlig gods gå på E39 men noe vil følgelig også gå på øvrig vegnett i området, her vil fart være lavere enn på E39. Vegnettet som etableres vil bygges etter gjeldende standard noe som i seg selv vil være med på å redusere sannsynligheten for hendelser. I forhold til drikkevannskilden så er hendelsen definert som velt av tankbil med farlig gods. Sannsynligheten for dette vurderes å være i sannsynlighetsklasse 3.

Drøfting av konsekvens:

I de fleste tilfellene fører en hendelse med farlig gods til akutt utslipp til grunnen og til luft, og med små konsekvenser for liv og helse. Andelen hendelser hvor det vil oppstå en brann eller eksplosjon er erfaringsmessig svært lav.

Liv og helse: Det er eksisterende bygninger i området som vil medføre at det kan oppstå konsekvenser for liv og helse. Gjennom reguleringsplanen vil det ikke oppføres nye bygg i området. Konsekvens vurderes som betydelig for tredje person.

Miljø: Hendelser som inntreffer innenfor klausuleringssonen og nedbørsfeltet til Jordalsvatnet vil uten ytterligere tiltak kunne gå ned i grunnen og nå vannkilden. Dermed kan det påføre den en konsekvens. En tankbil som velter vil kunne inneholde en rekke ulike stoffer og kjemikalier. Konsekvens vurderes som betydelig.

Materielle verdier: Hendelsen vil kreve et omfattende opprydningsarbeid og kan også medføre at drikkevannskilden settes ut av drift. Selv om vegen ligger tett på Jordalsvatnet vil en hendelse skje i den vestlige enden og mot utløpet av Jordalsvatnet noe som er med på å redusere mulige konsekvenser for drikkevannskilden. Men usikkerheten knyttet til om kilden er forurenset vil kunne være krevende og kostbar å avklare. Konsekvens vurderes som betydelig/ kritisk, hvert fall med bakgrunn i at dette kan skje over tid.

Oppsummering:

Verdi	Sannsynlighet					Konsekvens					Risiko		
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5			
Liv og helse			X					X				X	
Miljø			X					X				X	
Materielle verdier			X					X				X	

Tiltak:

- For vegarealer gjennom klausuleringsområdet tilrådes det at det etableres tett oppsamlingssystem for avrenning fra vegen som føres bort fra området
- Vurdere skilting av med oppfordring om varsling av 110 ved ulykker pga. at vegen går gjennom klausuleringssonen til drikkevannskilden.

6.4 Konklusjon DS3 og oppsummering av tiltak

Planområdet fremstår generelt, med de tiltak som er beskrevet og forutsatt fulgt, som lite til moderat sårbart.

Det har blitt gjennomført en innledende fareidentifikasjon og sårbarhetsvurdering av de temaer som gjennom fareidentifikasjonen fremsto som relevante. Følgende farer har blitt utredet:

- Skredfare bratt terreng
- Ustabil grunn (områdestabilitet)
- Flom i vassdrag
- Ekstremnedbør/overvann

- Transport av farlig gods
- Sårbare bygg
- Elektromagnetiske felt
- Dambrudd
- Drikkevannskilde

Av disse fremsto planområdet og tiltaket som svært sårbart for drikkevannskilder og det er derfor utført risikoanalyser for denne faren. For øvrige farer fremstod planområdet som lite- og lite til moderat sårbart, og det er derfor ikke utført hendelsesbaserte risikoanalyser for disse farene, jf. kap. 3.1.

Det er gjennom fareidentifikasjon, risikoanalyser og sårbarhetsvurdering, identifisert tiltak som det ut fra samfunnssikkerhetshensyn er nødvendig å gjennomføre for å unngå å bygge sårbarhet inn i dette planområdet. Tiltakene er sammenfattet nedenfor og må følges opp gjennom prosjektering.

Fare	Sårbarhets- og risikoreduserende tiltak
Skredfare bratt terreng	Det er kartlagt et område som ikke har tilstrekkelig sikkerhet mot steinsprang ved påhugg for forlenget Fløyfjelltunnel. Det er vurdert behov for sikringstiltak i dette området. Det er også nødvendig med sikring ved påhuggsområde for Fløyfjelltunnelen, hovedløp og ramper, i Eidsvåg.
Flom i vassdrag	Tiltak gitt i flomvurderingene som er oppsummert i teknisk forprosjekt (ref. 1.5.29) må implementeres. I prosjektet skal krav til sikkerhet mot flom gitt i TEK 17 benyttes, og vegnormalen N200 Vegbygging og akseptkriteriene for flom gitt i denne, legges til grunn for dimensjonering og utførelse av veganlegg.
Ekstremnedbør/overvann	Videre detaljprosjektering må legge til grunn dimensjonerende nedbør med klimapåslag (ref. 1.5.4) og VA-rammeplan som skal utarbeides til planforslaget.
Eksisterende kraftforsyning og VA-infrastruktur	Eksisterende kraftforsyning og VA-infrastruktur innenfor planområdet må ivaretas i forbindelse med anleggsarbeidet og sees i sammenheng med etablering av annen infrastruktur i tilknytning til prosjektet.
Fremkommelighet for utrykningskjøretøy	Det må i forbindelse med anleggsarbeidet, og for ferdig løsning (driftsfase) tilrettelegges for god fremkommelighet for utrykningskjøretøy. SHA-vurderinger må også ha fokus på dette.
Sårbare bygg	Sårbare bygg (figur 4.3-6) må hensyntas i anleggsfase og i ferdig løsning.
Elektromagnetiske felt	Vurderer trase for omlagt kraftlinje slik at den legges lengst mulig unna bebyggelse som skal bevares i området.
Dambrudd	Dammen i vestenden av Jordalsvatnet er i 2021 søkt nedlagt, og er planlagt nedlagt innen 2023 (ref. 1.5.30). Nedleggelse innebærer helt eller delvis å tilbakeføre området slik det var naturlig, slik at det ikke lenger holdes vann tilbake. Vurderingen om liten sårbarhet knyttet til dambrudd er basert på dette.
Drikkevannskilder	I forbindelse med planlegging av anleggsgjennomføring i området må Bergen vann KF involveres. Entreprenør må ha en egen beredskapsplan som omfatter denne type hendelser, i tillegg må det være plassert ut beredskapsutstyr for oppsamling ved evt. lekkasje. I beredskapsplanen må det inngå eget punkt om umiddelbar varsling av Bergen Vann KF ved hendelser. Under er en liste med foreslåtte tiltak. Listen er ikke uttømmende.

	<p>I anleggsperioden bør det etableres et system med lenser som kan fange opp hydrokarboner som legger seg på vannet.</p> <p>Drivstoffanlegg etableres som overgrunnstanker, det vil forenkle inspeksjon og kontroll av tankene.</p> <p>Det bør vurderes krav om at drivstofftanker som benyttes i området er doble tanker for økt sikkerhet mot lekkasje.</p> <p>Riggområdet med drivstoffpåfylling må utformes med tett plate og oppsamlingsvern for tanklagring, oppsamlingsvern må ha større volum enn tankvolumet.</p> <p>Avskjærende grøfter og oppsamling av overvann fra riggområdet. Overvann fra området må føres ut av klausuleringssonen gjennom tett avløp.</p> <p>Det bør etableres rutiner slik at det ikke plasseres mindre lagertanker ut i terreng hvor utslipp kan nå Jordalsvatnet. Samtidig bør det være oppsamlingsarrangement rundt denne type mindre lagertanker også.</p> <p>Etablere plan og rutiner for hvor påfylling av anleggsmaskiner skal gjøres, disse områdene bør ligge så langt unna Jordalsvatnet som praktisk mulig, men der en også må hensynta unødvendig transport av anleggsmaskiner for påfylling.</p> <p>Entreprenør må ha en egen beredskapsplan som omfatter denne type hendelser, i tillegg må det være plassert ut beredskapsutstyr for oppsamling ved. evt. lekkasje. I beredskapsplanen må det inngå eget punkt om umiddelbar varsling av Bergen Vann KF ved hendelser.</p> <p>I anleggsperioden bør det etableres et system med lenser som kan fange opp hydrokarboner som legger seg på vannet.</p> <p>Vurdere krav om bruk av elektriske anleggsmaskiner ved arbeid tett på Jordalsvatnet.</p> <p>I anleggsperioden bør det etableres et system med lenser som kan fange opp hydrokarboner som legger seg på vannet.</p> <p>For vegarealer gjennom klausuleringsområdet tilrådes det at det etableres tett oppsamlingssystem for avrenning fra veggen som føres bort fra området</p> <p>Vurdere skilting av med oppfordring om varsling av 110 ved ulykker pga. at veggen går gjennom klausuleringssonen til drikkevannskilden.</p> <p>I forbindelse med fremtidige reguleringsplaner for sentrumsområder må hensynet til vannkilden vurderes særskilt i tilhørende ROS-analyser.</p>
--	--

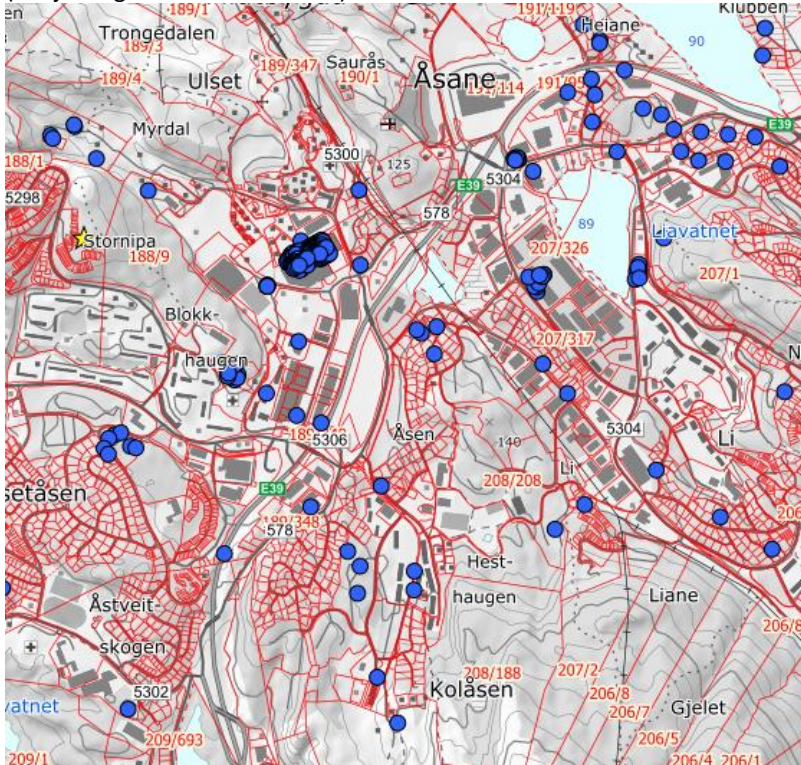
7 Delstrekning 4, Tertneskrysset - Vågsbotn

7.1 Innledende farekartlegging DS4

Nedenfor følger en oversikt over relevante farer for planområdet. Oversikten tar utgangspunkt i DSBs veiledning *Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging* (1.4.8), men tar også for seg forhold som etter faglig skjønn vurderes som relevante for dette analyseobjektet.

Tabell 7.1: Oversikt over relevante farer

Fare	Vurdering
NATURBASERTE FARER: naturlige, stedlige farer som gjør arealet sårbart og utsatt for uønskede hendelser	
Skredfare bratt terreng (snøskred, steinsprang, jord- og flomskred)	Planområdet er berørt av aktsomhetsområder for snøskred, steinsprang og jord-/flomskred. (NVE Atlas). Temaet vurderes videre.
Ustabil grunn (områdestabilitet)	Planområdet ligger over marin grense. Marin grense angir det høyeste nivået der marin leire (med potensial for kvikkleire) kan forekomme. Det er heller ikke registrerte kvikkleireområder i eller i relevant nærhet til planområdet. Det foretatt geoteknisk vurdering av områdestabilitet (ref. 1.5.26) iht. NVE veileder 1/2019 som konkluderer med ikke er risiko for områdeskred. <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i>
Flom i vassdrag (herunder isgang)	Deler av planområdet ligger innenfor aktsomhetsområde flom (NVE Atlas). Temaet vurderes.
Havnivåstigning, stormflo og bølgepåvirkning	Planområdet og tiltaket ligger ikke sjønært og temaet er ikke relevant. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Vind/ekstremnedbør (overvann)	Planområdet og tiltaket vurderes ikke spesielt utsatt for vind som kan forårsake fare for liv og materielle verdier. Forventninger om fremtidens klima viser at det trolig blir mer nedbør i Norge, og da særlig i form av periodevis ekstremnedbør. Dette krever lokale og gode løsninger for håndtering av overvann. Temaet vurderes med hensyn på ekstremnedbør/overvann.
Skog- / lyngbrann	Planområdet er i urbane omgivelser og tiltaket vurderes ikke å være spesielt utsatt gitt en brann i vegetasjonen omkring. Det er allikevel spredte områder med noe skog og annen vegetasjon og det tilrådes derfor å etablere en brannberedskap i anleggsfasen. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Radon	Det planlagte tiltaket tilrettelegger ikke for bygg for langvarig personopphold. <i>Temaet er ikke aktuelt.</i>
VIRKSOMHETSBASERT FARE	
Brann/eksplosjon ved industrianlegg	Det er ingen industrianlegg med slikt potensial i drift i eller i umiddelbar nærhet til planområdet. Det skal heller ikke etableres bygg for varig opphold som en del av dette tiltaket. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Kjemikalieutslipp og annen akutt forurensning	Det vurderes ikke å være slike anlegg i relevant nærhet. Tiltaket legger heller ikke til rette for slik virksomhet. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Transport av farlig gods	Det transporteres farlig gods i umiddelbar nærhet til planområdet. Temaet vurderes.
Elektromagnetiske felt	Tiltaket tilrettelegger ikke for tiltak som medfører økt elektromagnetiske felt, eller for langvarig personopphold. <i>Temaet er ikke aktuelt.</i>
Dambrudd	Det ligger ikke damanlegg i relevant nærhet som vurderes å kunne påvirke planområdet eller tiltaket. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
INFRASTRUKTUR	
VA-anlegg/-ledningsnett	Det er utarbeidet en VA-rammeplan inkludert infrastrukturplan til planforslaget. Planen har som funksjon å sikre en helhetlig løsning av

Fare	Vurdering
	vannforsyning, spillvann- og overvannshåndtering, samt sikre tilstrekkelig dekning for sløkkevann. Det forutsettes at eksisterende VA-infrastruktur ivaretas i anleggsfasen. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Trafikkforhold	Trafikksikkerhet er ivaretatt gjennom vurdering av aktuelle løsninger, blant annet mht. signalanlegg og siktlinjer, for å ivareta sikkerheten til myke trafikanter. Det er lagt til grunn strengere krav enn SVVs håndbok mht. sykkelfelt. TS-revisjon (ekstern part) skal også gjennomføres i forbindelse med høring av planforslaget. Det forutsettes at tiltak som fremkommer av TS-revisjonen hensyntas i videre prosjektering. <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i>
Eksisterende kraftforsyning	Det går en høyspent luftledning på tvers av planområdet ved Forvatnet. Området ligger ikke innenfor konsesjonsområde for fjernvarme. To master ligger i planområdet, én ved rundkjøringen med Salhusvegen og én i krysset mellom Liamyrane og Litleåsvegen. Eksisterende kraftforsyning innenfor planområdet må ivaretas i forbindelse med anleggsarbeidet. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Drikkevannskilder/ grunnvannskilder	<p>Det er ingen inntakspunkter for drikkevann innenfor eller i relevant nærhet til planområdet (Inntakspunkter Mattilsynet). Det er imidlertid flere registrerte grunnvannsborehull innenfor og tett på planområdet (Nasjonal grunnvannsdatabase).</p>  <p>Grunnvannsborehullene i området er registrert som fjellbrønner (blå punkter). Videre prosjektering må hensynta disse. <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i></p>
Fremkommelighet for utrykningskjøretøy	Fremkommelighet for utrykningskjøretøy må ivaretas i anleggsfase og i driftsfase gjennom detaljprosjektering. <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i>
SÅRBARE OBJEKTER	
Sårbare bygg*	Innenfor, eller tett på, planområdet ligger det flere sårbare bygg. Kyrkjekrinsen skole, Ulset sykehjem, Ulsetskogen skole, Ulset barnehage, Åsane videregående skole, Blokkhaugen skole, Blokkhaugen barnehage,

Fare	Vurdering
	Rolland skole, Rolland-Ulsetåsen barnehage, Midtbygda sjukeheim, Tertnes videregående og Tertnesparken barnehage. Temaet vurderes.
TILSIKTEDE HANDLINGER: Forhold ved analyseobjektet som gjør det sårbart for tilsiktede handlinger	
Tilsiktede handlinger	Samferdselsanlegg og stasjoner knyttet til dette kan generelt være utsatt for tilsiktede handlinger. Det er imidlertid ingen spesielle forhold ved dette analyseobjektet som gjør at det vurderes som sårbart for tilsiktede handlinger gitt dagens trusselbilde.

*"Sårbare bygg" samsvarer med datasettet i kartinnsynsløsningen til DSB og omfatter barnehager, lekeplasser, skoler, sykehus, sykehjem, bo- og behandlingssenter, rehabiliteringsinstitusjoner, andre sykehjem/aldershjem og fengsler.

7.2 Sårbarhetsvurdering DS4

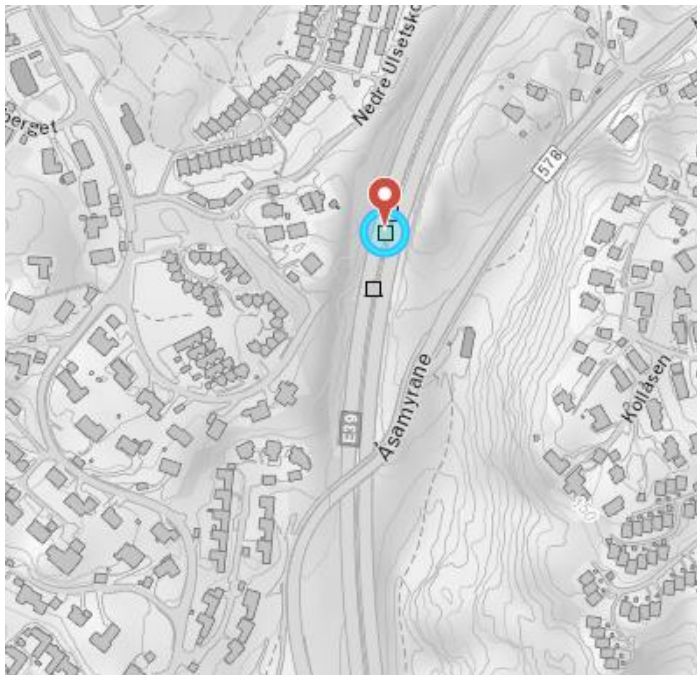
Følgende farer fremsto i fareidentifikasjonen som relevante, og det gjøres en sårbarhetsvurdering av disse:

- Skredfare bratt terreng
- Flom
- Ekstremnedbør/overvann
- Transport av farlig gods
- Sårbare bygg

7.2.1 Sårbarhetsvurdering skredfare bratt terreng

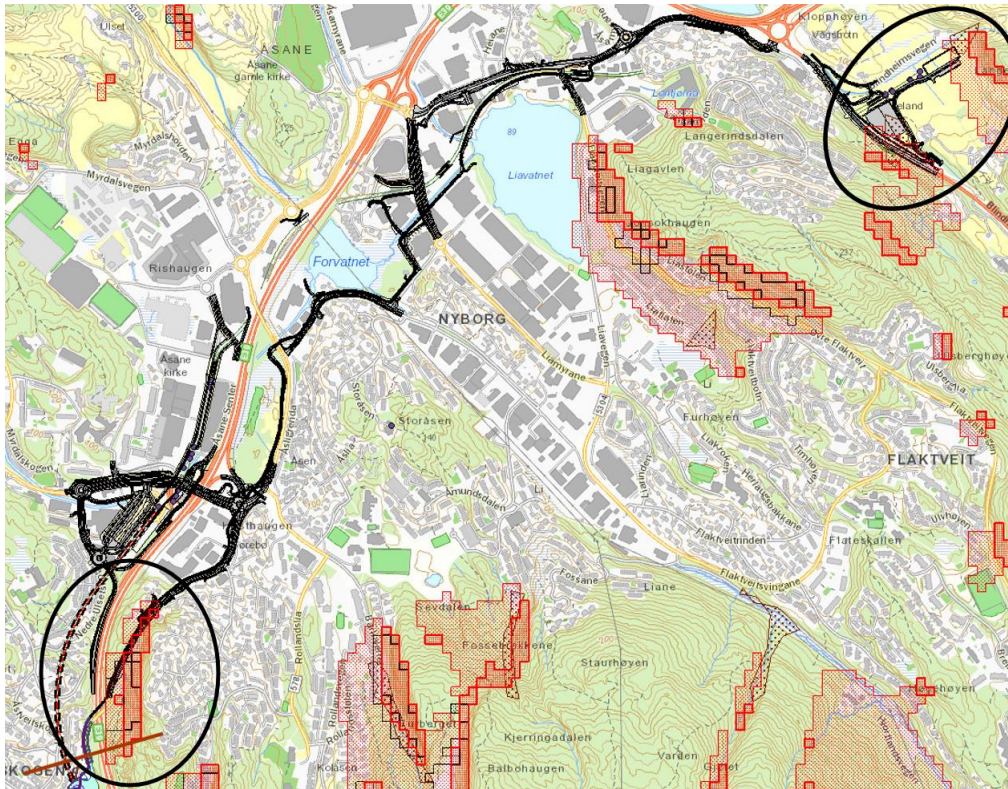
Det er utført en skredfarevurdering av (ref. 1.5.2) og følgende er hentet fra denne.

Det er registrert et steinsprang i Stamskaret, fra eksisterende vegskjæring, i 2011 og 2 ganger i 2021.



Figur 7.3-1 Registrert skredhendelse i Stamskaret som er innenfor planområdet for DS4, fra NVE Atlas.

Aktsomhetsområder for snøskred, steinsprang og jord- og flomskred er vurdert i notat NO-DS4-011. Vurderingen konkluderer med at det er tilstrekkelig sikkerhet mot alle skredtyper i planområdet.



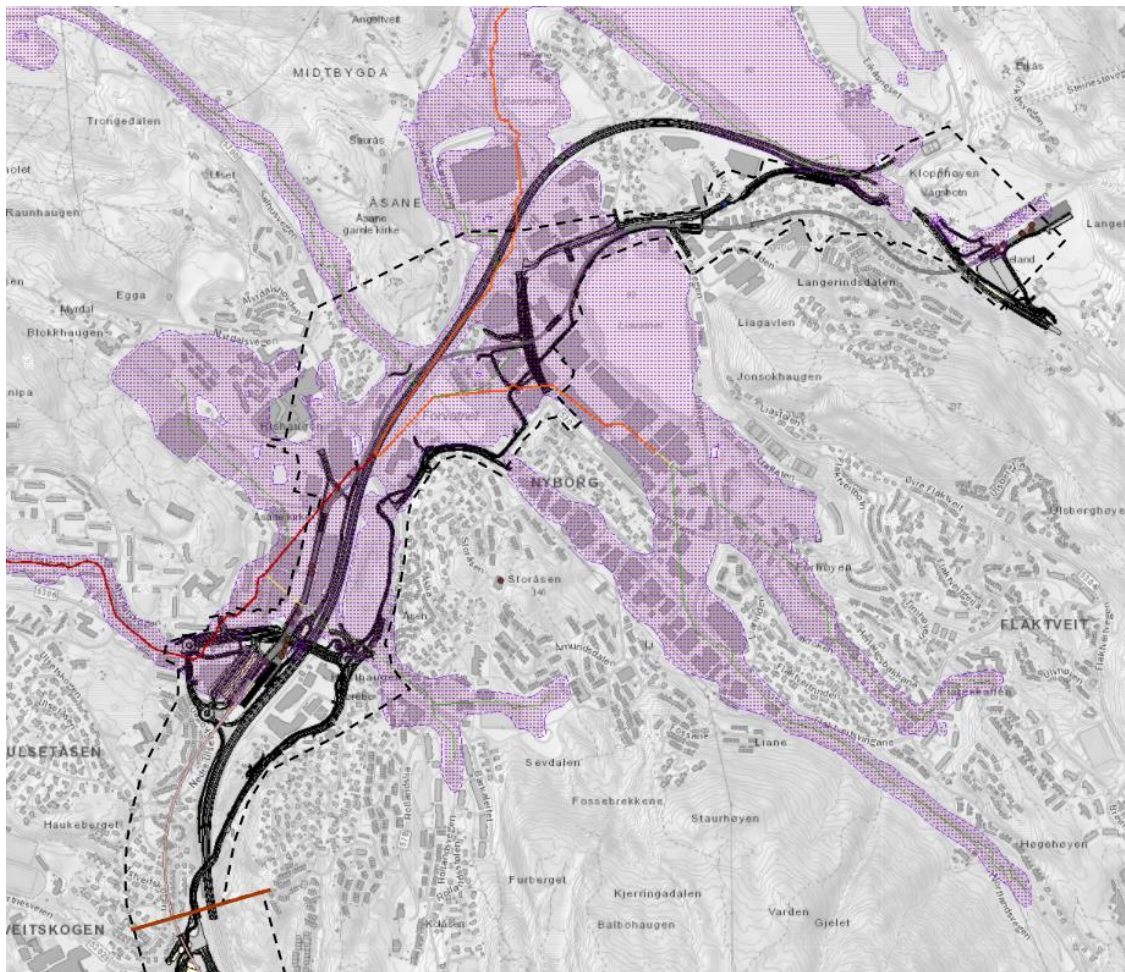
Figur 7.3-2 Aktsomhetskart på DS4. Det er utført skredfarevurderinger av innringede områder, se notat NO-DS4-011.

Planområdet vurderes som lite sårbart for skred i bratt terreng.

7.2.2 Sårbarhetsvurdering flom

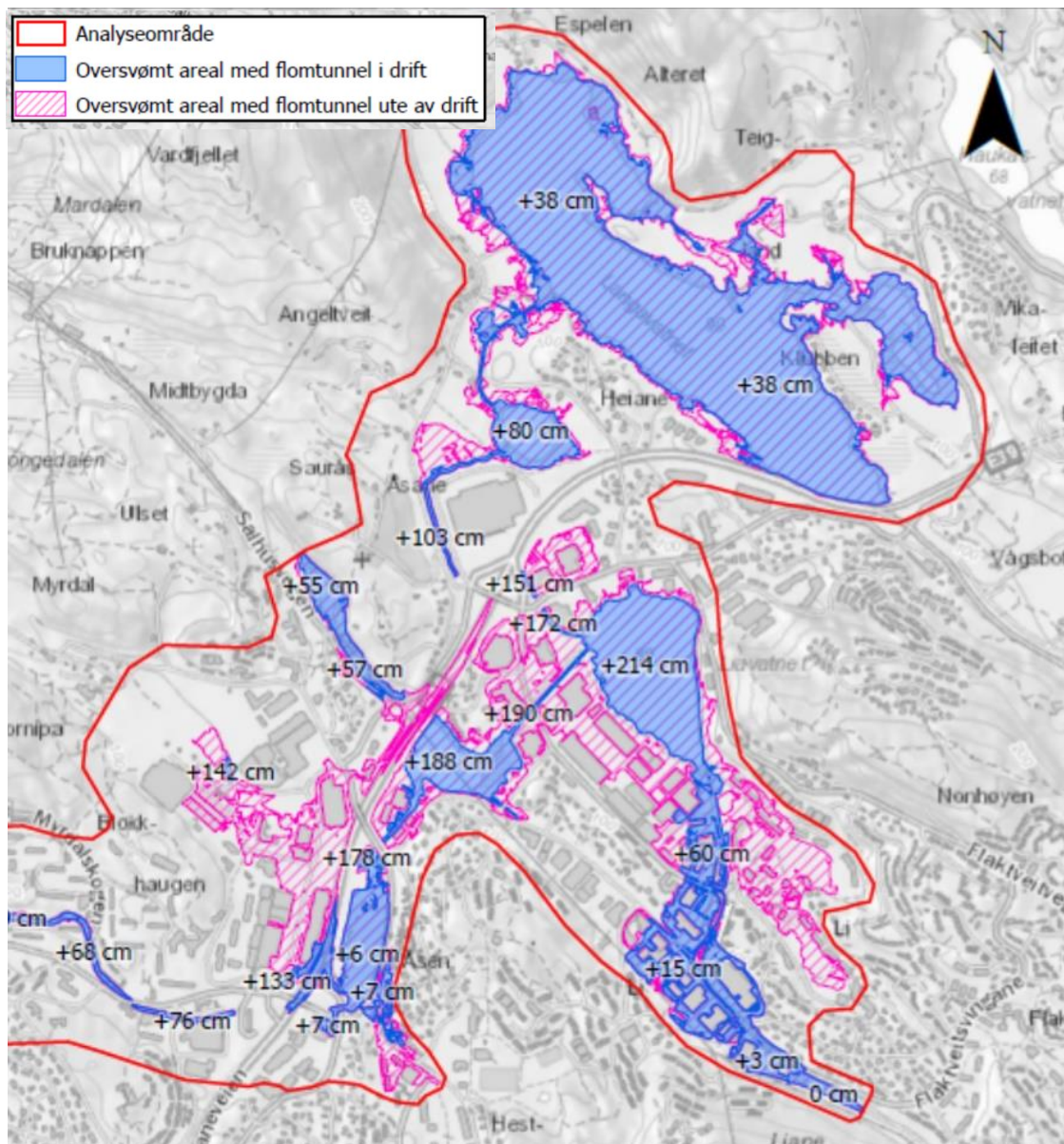
Store deler av planområdet er berørt av aktsomhetskart flom (NVE), se figur 7.3-4.

Områder som dekkes av aktsomhetskart flom er arealene rundt Åsane terminal, senterområdet og C-tomten, planområdet mellom C-tomten og Forvatnet og videre til Liavatnet. Områdene nord for Flaktveitvegen og Heiane går klar, mens det lengst nord i planområdet er mindre områder som er flomutsatte, ved rundkjøringen mellom Arnavegen og Steinestøvegen og ved myrflaten ved Vågsbotn. I KDP for overvann blir det påpekt behov for flomsonekartlegging for vassdraget fra Langavatnet til Dalelva til utløp ved Kvernevika mellom Tertnes og Morvik.



Figur 7.3-4: NVEs aktsomhetskart flom i Åsane (BT5 Webkart)

På oppdrag fra Bergen kommune, har Asplan Viak våren 2021 utarbeidet en flomsonekartlegging av Midtbygdevassdraget (ref. 1.5.31). Den viser at bebyggelse i det urbane vassdraget er delvis utsatt for flom. Kartleggingen er utført både for situasjon hvor flomtunnel i vassdraget er i drift, og for situasjon hvor den er ute av drift. Resultatene viser at flommer vil bre seg i terrenget i den øvre delen av vassdraget, hvor det er svært flatt. Området ved Hjortlandsdalen og Liaflaten er spesielt utsatt, som følge av manglende kapasitet i kulverter og flominntak knyttet til Hjortlandselven. Flomutbredelse i den øvre delen av vassdraget er betydelig mindre i situasjon hvor flomtunnel er i drift, sammenlignet med når den er ute av drift. Vedlikehold av flomtunnelen og inntak er viktig for å hindre oversvømmelse.



Figur 7.3-5: Utsnitt av kartillustrasjon over flomsituasjonen med flomtunnel i drift og ute av drift, ved 200 års flom med klimapåslag. Verdier angir modellert økning i vannstand når flomtunnelen er ute av drift. Illustrasjon fra Midtbygdavassdraget flomsonekartlegging, Bergen kommune, 25.mai 2021.

I tilknytning til dette bybaneprosjektet er det også gjennomført flomvurdering av planlagt vogndepot på Vågsbotn, kanal på Nyborg (nye broer over eksisterende elv) og ved Hesthaugvegen (ny banelinje, veg og Åsane terminal).

I prosjektet skal krav til sikkerhet mot flom gitt i TEK 17 benyttes, og vegnormalen N200 Vegbygging (ref. 1.5.19) og akseptkriteriene for flom gitt i denne, legges til grunn for dimensjonering og utførelse av veganlegg. Forutsatt dette, vurderes planområdet og tiltaket som lite sårbart for flom. Det vises også til sårbarhetsvurderingen av overvann.

7.2.3 Sårbarhetsvurdering ekstremnedbør/overvann

Det er forventet at fremtidens klima vil medføre mer nedbør i Norge, og periodevis ekstremnedbør. I Klimaprofil for Hordaland (nå Vestland) (ref. 1.5.4) er det gjort vurderinger av forventede klimaendringer som påvirker årsnedbøren:

Årsnedbøren i Hordaland er beregnet å øke med ca. 15 %. Nedbørendringen for de fire årstidene er beregnet til:

- Vinter: +15 %
- Vår: +10 %
- Sommer: +10 %
- Høst: +15 %

Nedbørøkningen i millimeter blir størst for de nedbørrike områdene nær kysten. Det er ventet at episoder med kraftig nedbør øker vesentlig både i intensitet og frekvens. Nedbørmengden for døgn med kraftig nedbør er ventet å øke med ca. 10 %. Intensiteten i kortvarige regnskyll er ventet å øke enda mer.

For å unngå økt skaderisiko som følge av ventet økning i kraftig nedbør tilrådes et klimapåslag på dagens dimensjonerende nedbør hentet fra IVF-kurver. Disse kurvene er tilgjengelige på klimaservicesenter.no.

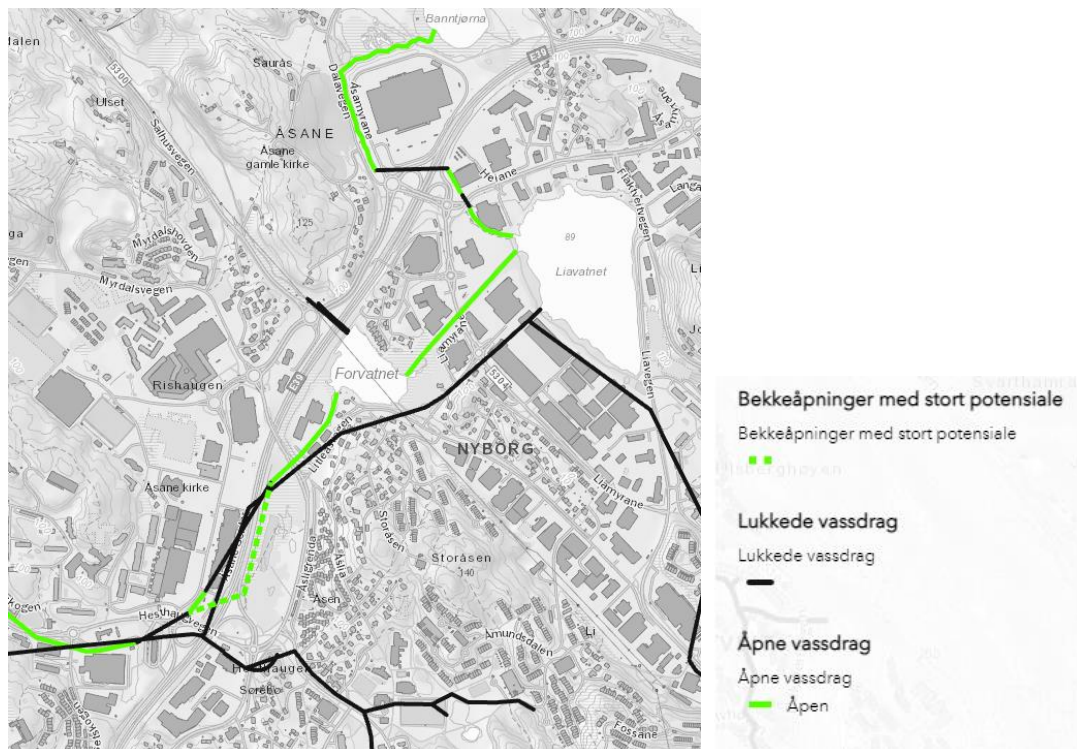
Det er tidligere anbefalt et klimapåslag på minst 40 % på dimensjonerende nedbør på regnskyll som varer under 3 timer. Denne anbefalingen kan fremdeles benyttes.

Dersom en ønsker en mer nyansert tilnærming for ulike varigheter og gjentakintervall, kan en benytte et klimapåslag på dimensjonerende nedbør som vist i tabellen under.

Tabellen nedenfor viser klimapåslag utarbeidet fra rapporten *Klimapåslag for korttidsnedbør* (ref. 1.5.21) basert på ventet endring i dimensjonerende nedbør fram til slutten av hundreåret.

	Dimensjonerende gjentakintervall < 50 år	Dimensjonerende gjentakintervall ≥ 50 år
≤ 1 time	40 %	50 %
>1 – 3 timer	40 %	40 %
>3 – 24 timer	30 %	30 %

Figur 4.3-6 nedenfor viser lukkede og åpne vassdrag samt bekkeåpninger innenfor og i nærheten av planområdet.



Figur 7.3-6: KDP for overvann viser lukkede og åpne vassdrag samt bekkeåpninger.

Det er utarbeidet en VA-rammeplan som iht. arealdelen i kommuneplanens bestemmelser pkt. 20 skal inngå i alle reguleringsplaner i Bergen kommune. Planen har som funksjon å sikre en helhetlig løsning av vannforsyning, spillvann- og overvannshåndtering, samt sikre tilstrekkelig dekning for slokkevann. Planen skal utarbeides i tråd med krav til VA-rammeplan i VA-norm for Bergen kommune. VA-rammeplan vil håndtere de tiltak som vurderes som nødvendig.

Basert på dette vurderes planområdet og tiltaket som lite til moderat sårbart for temaet ekstremnedbør/overvann.

7.2.4 Sårbarhetsvurdering transport av farlig gods

Det transporteres farlig gods på følgende veger i og i nærheten til planområdet: Åsaneveien, Salhusvegen og Åsamyrane.

DSB mottar på landsbasis årlig mellom 40-70 hendelser som inkluderer farlig gods. 55 hendelser i 2015 (DSBs uhellstatistikk for 2015). Det har i Bergen kommune vært 3 uhell med farlig gods mellom 2006 og 2015. Tallene omfatter også hendelser med farlig gods på jernbane og ferge. Det settes ofte en evakueringsradius på 500 meter ved slike tilfeller.

Det er rimelig å anta at hendelser med farlig gods vil forekomme hyppigst i de områdene hvor det fraktes mest gods (rundt de store byene og langs hovedtrafikkårene). I de fleste tilfellene fører en hendelse med farlig gods til akutt utslipp til grunnen og til luft, og med små konsekvenser for liv og helse. Andelen hendelser hvor det vil oppstå en brann eller eksplosjon er erfaringsmessig svært lav.

Planforslaget tilrettelegger ikke for langvarig personopphold som boliger, mv, og vil raskt kunne evakueres dersom behov. Planområdet og planlagt tiltak vurderes som lite sårbart for transport av farlig gods.

7.2.5 Sårbarhetsvurdering sårbare bygg

Innenfor, eller tett på, planområdet ligger Kyrkjekrinsen skole, Ulset sykehjem, Ulsetskogen skole, Ulset barnehage, Åsane videregående skole, Blokkhaugen skole, Blokkhaugen barnehage, Rolland skole, Rolland-Ulsetåsen barnehage, Midtbygda sjukeheim, Tertnes videregående og Tertnesparken barnehage.

Det vil være nødvendig å hensynta disse byggene og deres funksjon gjennom dialog med eierne, både i anleggsfase gjennom SHA-vurderinger, og i ferdig løsning. I anleggsfasen må trygg skoleveg sikres for myke trafikanter (SHA-vurderinger). Gitt dette vurderes temaet som lite sårbart.

7.3 Konklusjon DS4 og oppsummering av tiltak

Planområdet fremstår generelt, med de tiltak som er beskrevet og forutsatt fulgt, som lite til moderat sårbart.

Det har blitt gjennomført en innledende fareidentifikasjon og sårbarhetsvurdering av de temaer som gjennom fareidentifikasjonen fremsto som relevante. Følgende farer har blitt utredet:

- Skredfare bratt terreng
- Flom
- Ekstremnedbør/overvann
- Transport av farlig gods
- Sårbare bygg

Planområdet fremstod som lite- og lite til moderat sårbart for disse farene, og det er derfor ikke utført hendelsesbaserte risikoanalyser, jf. kap. 3.1.

Det er likevel, gjennom fareidentifikasjon og sårbarhetsvurdering, identifisert tiltak som det ut fra samfunnsikkerhetshensyn er nødvendig å gjennomføre for å unngå å bygge sårbarhet inn i dette planområdet. Tiltakene er sammenfattet nedenfor og må følges gjennom prosjektering.

Fare	Sårbarhets- og risikoreduserende tiltak
Flom	Tiltaket legger ikke til rette for etablering av bygg med langvarig personopphold. I prosjektet skal krav til sikkerhet mot flom gitt i TEK 17 benyttes, og vegnormalen N200 Vegbygging (ref. 1.5.19) og akseptkriteriene for flom gitt i denne, legges til grunn for dimensjonering og utførelse av veganlegg.
Ekstremnedbør/overvann	Videre detaljprosjektering må legge til grunn dimensjonerende nedbør med klimapåslag (ref. 1.5.4) og VA-rammeplan som skal utarbeides til planforslaget.
Eksisterende kraftforsyning og VA-infrastruktur	Eksisterende kraftforsyning og VA-infrastruktur innenfor planområdet må ivaretas i forbindelse med anleggsarbeidet og sees i sammenheng med etablering av annen infrastruktur i tilknytning til prosjektet.
Fremkommelighet for utrykningskjøretøy	Det må i forbindelse med anleggsarbeidet, og for ferdig løsning (driftsfase) tilrettelegges for god fremkommelighet for utrykningskjøretøy. SHA-vurderinger må også ha fokus på dette.
Grunnvannsborehull	Registrerte grunnvannsborehull (Nasjonal grunnvannsdatabase) innenfor og i relevant nærhet til planområdet må gjennom videre prosjektering ivaretas i anleggsfasen og ved ferdig løsning.
Sårbare bygg	Hensynta sårbare bygg og deres funksjon gjennom dialog med eierne, både i anleggsfase gjennom SHA-vurderinger, og i ferdig løsning. I

	anleggsfasen må trygg skoleveg sikres for myke trafikanter (SHA-vurderinger).
--	---

8 Hovedsykkelrute Festningskaian - Sandviksveien

8.1 Innledende farekartlegging DSS

Nedenfor følger en oversikt over relevante farer for planområdet. Oversikten tar utgangspunkt i DSBs veiledning *Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging* (1.4.8), men tar også for seg forhold som etter faglig skjønn vurderes som relevante for dette analyseobjektet.

Tabell 8.1 – Oversikt over relevante farer

Fare	Vurdering
NATURBASERTE FARER: naturlige, stedlige farer som gjør arealet sårbart og utsatt for uønskede hendelser	
Skredfare bratt terreng (snøskred, steinsprang, jord- og flomskred)	Planområdet er berørt av aktsomhetsområder for snøskred og jord-/flomskred. (NVE Atlas). Dette er beskrevet i skredfarevurderingen for DSS (ref. 1.5.36) og konkludert med at det er tilstrekkelig sikkerhet for alle skredtyper. <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i>
Ustabil grunn (områdestabilitet)	Deler av planområdet er under marin grense. Temaet vurderes videre.
Flom i vassdrag (herunder isgang)	Det er ingen større vassdrag i relevant nærhet til planområdet og Mulelven er lagt i rør gjennom planområdet. Videre vurdering gjøres i forbindelse med temaet ekstremnedbør/overvann. <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i>
Havnivåstigning, stormflo og bølgepåvirkning	Planområdet og tiltaket ligger nær sjø og deler av strekningen er utsatt. Temaet vurderes videre.
Vind/ekstremnedbør (overvann)	Planområdet og tiltaket vurderes ikke spesielt utsatt for vind som kan forårsake fare for liv og materielle verdier. Forventninger om fremtidens klima viser at det trolig blir mer nedbør i Norge, og da særlig i form av periodevis ekstremnedbør. Dette krever lokale og gode løsninger for håndtering av overvann. <i>Temaet vurderes med hensyn på ekstremnedbør/overvann.</i>
Skog- / lyngbrann	Det er ikke relevant omfang av vegetasjon og skog i eller i nærhet til planområdet. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Radon	Tiltaket tilrettelegger for etablering av veg/sykkelveg. Det vil ikke være langvarig personopphold. <i>Temaet er ikke aktuelt.</i>
VIRKSOMHETSBASERT FARE	
Brann/eksplosjon ved industrianlegg	Det er ingen industrianlegg i drift i eller i umiddelbar nærhet til planområdet. Det er heller ikke identifisert forhold ved dette tiltaket som vurderes å påvirke fareområdet for brannsmitte (kommuneplanens arealdel. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Kjemikalieutslipp og annen akutt forurensning	Det vurderes ikke å være slike anlegg i relevant nærhet. Tiltaket legger heller ikke til rette for slik virksomhet. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Transport av farlig gods	Det transporteres farlig gods i umiddelbar nærhet til planområdet. Temaet vurderes.
Elektromagnetiske felt	Tiltaket tilrettelegger ikke for tiltak som medfører økt elektromagnetiske felt, eller for langvarig personopphold. <i>Temaet er ikke aktuelt.</i>
Dambrudd	Storediket ligger oppstrøms planområdet. Temaet vurderes.
INFRASTRUKTUR	
VA-anlegg/-ledningsnett	Det er utarbeidet en VA-rammeplan inkludert infrastrukturplan til planforslaget. Planen har som funksjon å sikre en helhetlig løsning av vannforsyning, spillvann- og overvannshåndtering, samt sikre tilstrekkelig dekning for slokkevann. Det forutsettes at eksisterende VA-infrastruktur ivaretas i anleggsfasen. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Trafikkforhold	Det er gjennomført TS-revisjon til planforslaget som skal tilrettelegge for økt trafiksikkerhet. Det er forutsatt at skiltet fartsgrensen blir enten 30 km/t for strekningen. Det forutsettes at tiltak som fremkommer av TS-revisjonen hensyntas i videre prosjektering. <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i>

Fare	Vurdering
Eksisterende kraftforsyning	Eksisterende kraftforsyning innenfor planområdet må ivaretas, og sees i sammenheng med etablering av fremtidig fjernvarme, strømledninger og VA-infrastruktur. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Drikkevannskilder	Det er ingen kjente drikkevannskilder i eller i umiddelbar nærhet til planområdet. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Fremkommelighet for utrykningskjøretøy	Fremkommelighet for utrykningskjøretøy må ivaretas i anleggsfase og i driftsfase gjennom detaljprosjektering. <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i>
SÅRBARE OBJEKTER	
Sårbare bygg*	Rothaugen skole og Skuteviksklinikken ligger i relevant nærhet og må ivaretas gjennom videre planlegging av anleggsfase og SHA-vurderinger, herunder tilrettelegge for myke trafikanters sikkerhet. <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i>
TILSIKTEDE HANDLINGER: Forhold ved analyseobjektet som gjør det sårbart for tilsiktede handlinger	
Tilsiktede handlinger	Det er ingen forhold med analyseobjektet som gjør det sårbart for tilsiktede handlinger gitt dagens trusselbilde.

*"Sårbare bygg" samsvarer med datasettet i kartinnsynsløsningen til DSB og omfatter barnehager, lekeplasser, skoler, sykehus, sykehjem, bo- og behandlingssenter, rehabiliteringsinstitusjoner, andre sykehjem/aldershjem og fengsler.

8.2 Sårbarhetsvurdering DSS

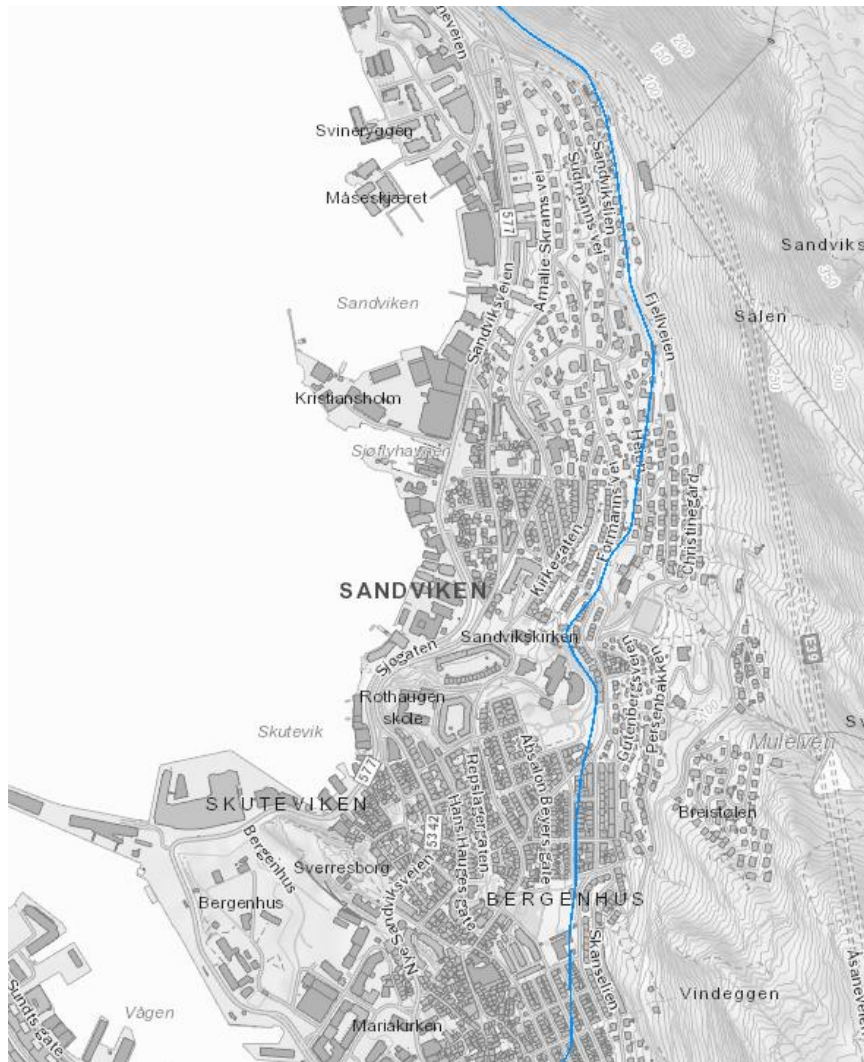
Følgende farer fremsto i fareidentifikasjonen som relevante, og det gjøres en sårbarhetsvurdering av disse:

- Ustabil grunn (områdestabilitet)
- Stormflo
- Ekstremnedbør/overvann
- Transport av farlig gods
- Dambrudd

8.2.1 Sårbarhetsvurdering ustabil grunn (områdestabilitet)

Planområdet ligger under marin grense, se figur 8.3-1. Den marine grensen viser det høyest mulig nivå for løsmasser som opprinnelig er avsatt i hav og fjord som noen steder har utviklet seg til kvikkleire.

Det er ikke identifiserte kartlagte kvikkleiresoner i eller i nærheten av planområdet (NVE Atlas).



Figur 8.3-1 Marin grense ved planområdet i Sandviken (kilde: NVE Atlas).

Terrenget for DSS fra Festningsgaten/Bontelabo og nordover i Sjøgaten til kryss med Sandviksvegen er mellom sjø og et hellende og relativt skrått terreng østover. Utenfor vegen er det i stor grad eldre, men også fornyede næringsbygg. Vegen ligger under marine grense på den opprinnelige strand og i foten av det relativt tydelig skrånende terreng, stedvis med berg i dagen. Kjente grunnundersøkelser i alt vesentlig knyttet til utbygging av kaianlegg med tilhørende industribygg. I det skrånende terreng er det i det vesentlige lite løsmasser og en rekke mindre bekkedrag som i alt vesentlig er bearbeidet av det relativt tette utbygde boligområdet. Det er ikke kjente svake løsmasseavsetninger og ingen kjente betydelige rashendelser eller store geotekniske utfordringer knyttet til etablering av eksisterende bebyggelse i planområdet.

De få tilgjengelige geotekniske rapporter av utførte grunnundersøkelser speiler ikke spesielt kompliserte løsmasser. Relativt unge løsmasseavsetninger er kombinert med flere prosjekt med peling til fjell som fundamenteringsløsning av hensyn til setninger. Den største utfordring for ombygging av veg forventes knyttet til nærhet til bebyggelse, trafikkerte soner og stedvis sandige avsetninger med noe siltinnhold.

Geoteknisk sett vil de tilhørende grunne inngrep representere mindre stabilitetsutfordringer.

Løsmassemektheten er i hovedsak liten.

NADAG viser ingen registrert kvikkleire avsetninger i området.

For vurdering av fare for områdeskred av kvikkleire benyttes NVE sin veileder nr.1/2019. Det gir følgende resultat:

Prosedyre for utredning av områdeskred, jfr. NVE 1/2019

1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresonder) i området	Det er ingen registrerte faresoner i området iht. NVE Atlas.
2	Avgrens området med mulig marin leire.	Hele området for delstrekning DSS mot Åsane er under den marine grense. Berg er stedvis synlig i dagen langs traseen. Mye av terrenget mot / nær sjøen synes å være oppfylt/utfyllt materiale.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred.	Bakenforliggende terreng (mot øst) heller mot sjøen med for stor helning til at områdeskred kan utelates kun basert på topografiske forhold. Flom kan gi erosjonsmasser transportert mot sjøen. Men mektighet løsmasser er i stor grad tynt og stedvis pr geologi definert som «berg i dagen».
4	Bestem tiltakskategori.	Basert på samfunnsviktigheten og mulig konsekvens ved skredulykke vurderes hovedsykkelrute-delen av bybaneprojektet til tiltakskategori K1.

5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	<p>Topografien i området er geologisk naturlig, men sonen utenfor veg i stor grad tolket som utviklet i byggeprosesser. Det er lite mektige avsetninger med variasjoner både langs og tvers av trase retning med variasjoner fra 0 til noen meter.</p> <p>Det er tidligere utført grunnundersøkelser i gang- og sykkelveg-traseen. Niras AS har på oppdrag fra Statens vegvesen utført totalt 30 totalsonderinger og tatt opp prøver i 10 posisjoner langs hele traseen. Resultatene er oppsummert i geoteknisk datarapport: <i>Geoteknisk datarapport – E39 Sykkelstamveg Bradbenken – Sandvikstorget</i>. Rapporten er tilgjengelig i NADAG. De fleste av alle tidligere utførte grunnundersøkelser ved Bryggen er tilgjengelige i NADAG og / eller fra utførende av Norconsult. Noen undersøkelser er enkle ut fra fokusert utfordring. I hovedsak er det lite leirige masser langs DSS trase lengde.</p> <p>Utførte grunnundersøkelser viser stort sett sandige/grusige masser. Det er ikke registrert finkornige avsetninger og ingen mistanke om sensitive materialer i grunnen i planområdet. Områdestabiliteten vurderes derfor som tilfredsstillende.</p> <p>Vurdering av områdeskred for Bybanen i DSS kan avsluttes.</p>
---	--	--

Konklusjon

Skred av enhver type nær sykkeltrase DSS er svært lite sannsynlig, men noe erosjon og lokale små ras er ikke usannsynlig hvis ekstreme nedbørsforhold. Det er ikke kjente kvikkleire avsetninger nær denne trase og Bergen sentrum generelt. Kvikkleire er påvist steder på ytre øyer og i Os.

Basert på tidligere utførte grunnundersøkelser er det konkludert med at det ikke er kvikkleire i planområdet og sikkerhet mot områdeskred er dermed tilfredsstillende.

Planområdet og tiltaket vurderes som lite sårbart for temaet.

8.2.2 Sårbarhetsvurdering stormflo

Kravene til sikkerhet mot flom og stormflo som skal benyttes ved kommunal planlegging er beskrevet i TEK 17 §7-2. Tallene i tabellen nedenfor er hentet fra Kartverket og gjelder for Bergen kommune. Tallene er basert på det nyeste datagrunnlaget for vannstand og stormflo, og er tilsvarende det som finnes i DSBs veileder *Havnivåstigning og stormflo – samfunnssikkerhet i kommunal planlegging* (ref. 1.5.13), ferdig regnet om i forhold til NN2000, men med oppdaterte tall for stormflo. Som klimapåslag for fremtidig havnivå er det brukt framskrivningens øvre del (95-persentilen) for RCP8.5, og for perioden 2081-2100 relativt til 1986-2005.

Tabell 8.2 Stormflonivå med klimapåslag for ulike sikkerhetsklasser gitt i TEK 17 (kilde: Kartverket).

Sikkerhetsklasse 1 (TEK10/17) med klimapåslag	194 cm over NN2000	Sikkerhetsklasse 2 (TEK10/17) med klimapåslag	206 cm over NN2000	Sikkerhetsklasse 3 (TEK10/17) med klimapåslag	213 cm over NN2000
---	---------------------------------	---	---------------------------------	---	---------------------------------

Dette planforslaget legger ikke til rette for etablering av bygg, men et veganlegg. Det vil si at sikkerhetsklassene i vegnormalen N200 Vegbygging (ref. 1.5.19) gjelder foran TEK 17. I N200 er det oppgitt sikkerhetsklasser basert på ÅDT og omkjøringsmuligheter. Med beregnet ÅDT for strekningen som omfattes av dette planforslaget vil sikkerhetsklasse V2 være aktuelt, med returperiode 100 år, som innebærer en høyde på kote 203.

Som det beskrives i notatet om stormflo og havnivåstigning for BT5 (ref. 1.5.22) har de høyeste stormfloene i Bergen ingen vind, eller havvind fra sørvestlig retning. Ekstremværet «Nina» (2015) skapte høye bølger på Skuteviken på grunn av høy vindhastighet fra nordvestlig retning. Med denne vindretningen er det ingen ekstra vannforskyvning mot kysten. De høyeste bølgene og den høyeste vannstanden sammenfaller normalt ikke og Sjøgaten var åpen for trafikk mens ekstremværet «Nina» pågikk.

Det planlegges at overvann som dreneres ovenfor Sjøgaten må gis avrenning til sjø gjennom å etablere en flomveg ved Skuteviken (se sårbarhetsvurdering av ekstremnedbør/overvann). Det innebærer at det må søkes fravik fra N200 fordi vegen må legges noe lavere enn kote 203, som en 100-års hendelse (sikkerhetsklasse V2). Ved dagens havnivå vil ikke den planlagte strekningen være berørt. Legges havnivå i 2090 til grunn vil det være behov for å etablere fysisk flomvern ved Skutevikstorget i perioder med stormflo. Parallelt med dette planarbeidet pågår det arbeid med en infrastrukturplan for Sandvikstorget og Kristiansholm. I denne baseres vern mot stormflo på tilført materiell, som for eksempel sandsekker, vannfylte flompølser eller lignende.

Planforslaget omfatter et veganlegg og legger ikke til rette for langvarig personopphold. Det forutsettes at veganlegget konstrueres slik at det tåler oversvømmelse, slik at materielle skader og tap ikke oppstår. Gitt at vegen ved Skuteviken planlegges å legges marginalt lavere enn kote 203, vurderes det at fremkommelighet for utrykningskjøretøy kan opprettholdes, og i verste fall er det også omkjøringsmulighet. Planområdet og tiltaket vurderes som lite til moderat sårbart gitt dette.

8.2.3 Sårbarhetsvurdering ekstremnedbør/overvann

Det er forventet at fremtidens klima vil medføre mer nedbør i Norge, og periodevis ekstremnedbør. I Klimaprofil for Hordaland (nå Vestland) (ref. 1.5.4) er det gjort vurderinger av forventede klimaendringer som påvirker årsnedbøren:

Årsnedbøren i Hordaland er beregnet å øke med ca. 15 %. Nedbørendringen for de fire årstidene er beregnet til:

- Vinter: +15 %
- Vår: +10 %
- Sommer: +10 %
- Høst: +15 %

Nedbørøkningen i millimeter blir størst for de nedbørrike områdene nær kysten. Det er ventet at episoder med kraftig nedbør øker vesentlig både i intensitet og frekvens. Nedbørmengden for døgn med kraftig nedbør er ventet å øke med ca. 10 %. Intensiteten i kortvarige regnskyll er ventet å øke enda mer.

For å unngå økt skaderisiko som følge av ventet økning i kraftig nedbør tilrådes et klimapåslag på dagens dimensjonerende nedbør hentet fra IVF-kurver. Disse kurvene er tilgjengelige på klimaservicesenter.no.

Det er tidligere anbefalt et klimapåslag på minst 40 % på dimensjonerende nedbør på regnskyll som varer under 3 timer. Denne anbefalingen kan fremdeles benyttes.

Dersom en ønsker en mer nyansert tilnærming for ulike varigheter og gjentakintervall, kan en benytte et klimapåslag på dimensjonerende nedbør som vist i tabellen under.

Tabellen nedenfor viser klimapåslag utarbeidet fra rapporten *Klimapåslag for korttidsnedbør* (ref. 1.5.20) basert på ventet endring i dimensjonerende nedbør fram til slutten av hundreåret.

	Dimensjonerende gjentakintervall < 50 år	Dimensjonerende gjentakintervall ≥ 50 år
≤ 1 time	40 %	50 %
>1 – 3 timer	40 %	40 %
>3 – 24 timer	30 %	30 %

Det er utarbeidet en VA-rammeplan som iht. arealdelen i kommuneplanens bestemmelser pkt. 20 skal inngå i alle reguleringsplaner i Bergen kommune. Planen har som funksjon å sikre en helhetlig løsning av vannforsyning, spillvann- og overvannshåndtering, samt sikre tilstrekkelig dekning for slokkevann. Planen skal utarbeides i tråd med krav til VA-rammeplan i VA-norm for Bergen kommune. VA-rammeplan vil håndtere de tiltak som vurderes som nødvendig.

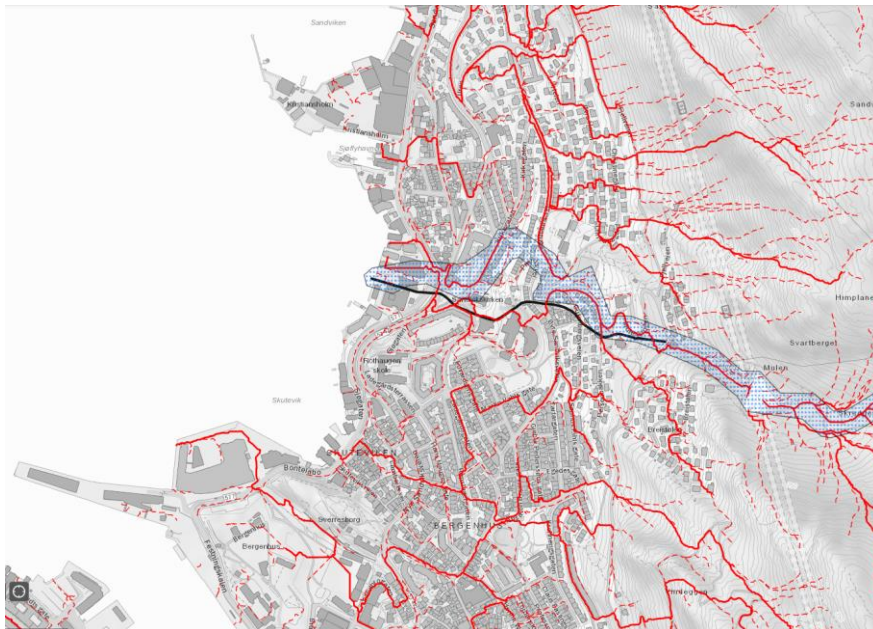
Figur 8.3-2 viser avrenningslinjer og flomveger ned mot planområdet. Overvannet i området føres i hovedsak til sjø.

I forbindelse med reguleringsarbeidet for DSS, skal VA-rammeplanen legges til grunn for videre detaljprosjektering. I Skuteviken er det planlagt terrengendringer for å kunne håndtere overvann ovenfor Sjøgaten, som skal ledes ut til sjøen. Bergen kommunes temakart (KDP Overvann) viser en stor avrenningslinje her (figur 8.3-2). Denne stoppes i dag av Sjøgaten, som ligger høyere enn det vernede bygningsmiljøet på innsiden, og som dermed er en effektiv

demning under flomhendelser. Planforslaget vil prioritere å få ledet flomvann ut i sjø, og Sjøgaten må derfor legges noen centimeter lavere enn kote 203 i et lavbrekk, der flomvegen planlegges. Sikring mot stormflo må derfor løses med fysisk flomvern, som beskrevet i sårbarhetsvurderingen av stormflo.

Som nevnt i sårbarhetsvurderingen av stormflo skal det søkes om fravik fra N200 fordi vegen ved Skuteviken må legges noe lavere enn kote 203 (sikkerhetsklasse V2, 100-års returintervall) for å prioritere at overvann skal gå til sjø der det planlegges flomveg. Totalt vurderes dette å forbedre situasjonen i området da flomsituasjoner knyttet til overvann og ekstremnedbør vurderes å opptre hyppigere enn stormflo med 100-års returintervall. Planforslaget gjelder et veganlegg og legger ikke til rette for langvarig personopphold. Det forutsettes at veganlegget konstrueres slik at det tåler oversvømmelse i disse områdene, slik at materielle skader og tap ikke oppstår.

Basert på dette vurderes planområdet og tiltaket som lite til moderat sårbart for temaet ekstremnedbør/overvann.



Figur 8.3-2 Utsnitt av Bergen kommunes KDP for overvann. Røde streker er avrenningslinjer for overvann. Fet, heltrukken er store avrenningslinjer. Skravert blått areal er aktsomhetszone for flom, mens svart linje viser lukket vassdrag.

8.2.4 Sårbarhetsvurdering transport av farlig gods

Det transporteres farlig gods i Sjøgaten og Sandviksveien. I tillegg transporteres farlig gods i et større omfang i Fløyfjellstunnelen.

DSB mottar på landsbasis årlig mellom 40-70 hendelser som inkluderer farlig gods. 55 hendelser i 2015 (DSBs uhellstatistikk for 2015). Det har i Bergen kommune vært 3 uhell med farlig gods mellom 2006 og 2015. Tallene omfatter også hendelser med farlig gods på jernbane og ferge. Det settes ofte en evakueringsradius på 500 meter ved slike tilfeller.

Det er rimelig å anta at hendelser med farlig gods vil forekomme hyppigst i de områdene hvor det fraktes mest gods (rundt de store byene og langs hovedtrafikkårene). I de fleste tilfellene fører en hendelse med farlig gods til akutt utslipp til grunnen og til luft, og med små

konsekvenser for liv og helse. Andelen hendelser hvor det vil oppstå en brann eller eksplosjon er erfaringsmessig svært lav.

Eventuelle hendelser i Fløyfjellstunnelen vil ikke påvirke planområdet og tiltaket.

Planforslaget tilrettelegger ikke for langvarig personopphold som boliger, mv, og vil raskt kunne evakueres dersom behov. Planområdet og planlagt tiltak vurderes som lite sårbart for transport av farlig gods.

8.2.5 Sårbarhetsvurdering dambrudd

I ROS-analysen til kommuneplanens arealdel 2018 (ref. 1.5.3) er det vurdert at Storediket er en dam som kan medføre dambrudd og som kan føre til flom (dambruddsbølge) nedstrøms dammen. Det er i analysen vurdert som usannsynlig at dammer som Bergen kommune har ansvar for vil bli utsatt for dambrudd. Konsekvensene ved et dambrudd ved Storediket, som er i konsekvensklasse 4 iht. NVEs regelverk, vil i henhold til ROS-analysen (ref. 1.5.3) være i kategori katastrofal for liv og helse, ytre miljø og økonomiske verdier. Vurdering er basert på dagens arealbruk. Ved endring nedstrøms dammen, mht. bebyggelse, infrastruktur (veg/jernbane, mm), vernestatus, mv, må det foretas ny vurdering av dammens konsekvensklasse.

Det vurderes at tiltaket ikke medfører noen ytterligere større økning av risikobildet nedstrøms dammen, det legger heller ikke til rette for langvarig personopphold. I februar 2022 besluttet Byrådet i Bergen å anbefale nedleggelse av Dam Storediket, med gjennomføring i 2022/ 2023. Trolig vil den altså være nedbygd som dam på det tidspunktet denne reguleringsplanen kommer til gjennomføring. Planområdet vurderes som lite sårbart for temaet.

8.3 Konklusjon DSS og oppsummering av tiltak

Planområdet fremstår generelt, med de tiltak som er beskrevet og forutsatt fulgt, som lite til moderat sårbart.

Det har blitt gjennomført en innledende fareidentifikasjon og sårbarhetsvurdering av de temaer som gjennom fareidentifikasjonen fremsto som relevante. Følgende farer har blitt utredet:

- Ustabil grunn
- Stormflo
- Ekstremnedbør/overvann
- Transport av farlig gods
- Dambrudd

Planområdet fremsto som lite- og lite til moderat sårbart for disse farene, og det er derfor ikke utført hendelsesbaserte risikoanalyser, jf. kap. 3.1.

Det er likevel, gjennom fareidentifikasjon og sårbarhetsvurdering, identifisert tiltak som det ut fra samfunnsikkerhetshensyn er nødvendig å gjennomføre for å unngå å bygge sårbarhet inn i dette planområdet. Tiltakene er sammenfattet nedenfor og må følges opp gjennom prosjektering.

Fare	Sårbarhets- og risikoreducerende tiltak
Stormflo	Tiltaket legger ikke til rette for langvarig personopphold. Det forutsettes at veganlegget konstrueres slik at det tåler oversvømmelse i områdene som oversvømmes ved stormflo ved et fremtidig havnivå i 2090, slik at materielle

	skader og tap ikke oppstår. Ved fremtidige stormflohendelser ved Skutevikstorget og Sandvikstorget, planlegges etablering av fysisk flomvern.
Ekstremnedbør/overvann	Videre detaljprosjektering må legge til grunn dimensjonerende nedbør med klimapåslag (ref. 1.5.4) og VA-rammeplan som er utarbeidet til planforslaget. Det planlegges etablert flomveg ved Skuteviken for å sikre avrenning til sjø. Det forutsettes at veganlegget konstrueres slik at det tåler oversvømmelse, slik at materielle skader og tap ikke oppstår.
Eksisterende kraftforsyning og VA-infrastruktur	Eksisterende kraftforsyning og VA-infrastruktur innenfor planområdet må ivaretas i forbindelse med anleggsarbeidet og sees i sammenheng med legging av annen teknisk infrastruktur i bakken.
Fremkommelighet for utrykningskjøretøy	Det må i forbindelse med anleggsarbeidet, og for ferdig løsning (driftsfase) tilrettelegges for god fremkommelighet for utrykningskjøretøy. SHA-vurderinger må også ha fokus på dette.

9 Fløyfjelltunnelen, forlengelse til Eidsvåg

9.1 Innledende farekartlegging DSF

Nedenfor følger en oversikt over relevante farer for planområdet. Oversikten tar utgangspunkt i DSBs veiledning *Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging* (1.4.8), men tar også for seg forhold som etter faglig skjønn vurderes som relevante for dette analyseobjektet.

Tabell 9.1: Oversikt over relevante farer

Fare	Vurdering
NATURBASERTE FARER: naturlige, stedlige farer som gjør arealet sårbart og utsatt for uønskede hendelser	
Skredfare fra bratt terreng (snøskred, steinsprang, jord- og flomskred)	Det er avdekket skredfare knyttet til portalområdet i Eidsvåg og ved Glass Knag. Dette håndteres i ROS-analysene for hhv. DS2 og DS3, <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i>
Ustabil grunn (områdestabilitet)	Tiltaket skal etableres i berg og det er utarbeidet en ingeniørgeologisk og hydrogeologisk rapport (ref. 1.5.32) som gir en beskrivelse av grunnforhold, samt ingeniørgeologiske observasjoner og vurderinger. Temaet vurderes.
Flom i vassdrag (herunder isgang)	Plantiltaket omfatter tunnel og planlagt med sikkerhet mot flom med 1000-års gjentaksintervall. Tekniske installasjoner skal ivaretas med lukket anlegg og tilbakeslagsanlegg. Øvrige vurderinger knyttet til vanninnlekkasje, og anbefalinger av tiltak fremkommer av ingeniørgeologisk og hydrogeologisk rapport (ref. 1.5.32). <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i>
Havnivåstigning, stormflo og bølgepåvirkning	Plantiltaket omfatter en tunnel og ligger ikke sjønært. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Vind/ekstremnedbør (overvann)	Vind er ikke relevant for dette tiltaket i fjell. Området har begrenset med løsmasser, og er i hovedsak naturareal, uten bebyggelse, bortsett fra rampene inn mot Sandviken. Kombinert med bratt terreng gjør dette at mye av nedbøren danner overflateavrenning og renner raskt til de sentrale områdene med vannene på Fløyfjellet, eller ut av området. Vurderinger av hydrologiske forhold og anbefalinger av tiltak fremkommer av ingeniørgeologisk og hydrogeologisk rapport (ref. 1.5.32). <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i>
Skog- / lyngbrann	Plantiltaket (tunnelen) vil ikke påvirkes av dette. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Radon	Det planlagte tiltaket tilrettelegger ikke for bygg for langvarig personopphold, kun tunnel. <i>Temaet er ikke aktuelt.</i>
VIRKSOMHETSBASERT FARE	
Brann/eksplosjon ved industrianlegg	Det er ingen industrianlegg med slikt potensial i drift i eller i umiddelbar nærhet til planområdet. Det skal heller ikke etableres bygg for varig opphold som en del av dette tiltaket. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Kjemikalieutslipp og annen akutt forurensning	Det vurderes ikke å være slike anlegg i relevant nærhet. Tiltaket legger heller ikke til rette for slik virksomhet. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Transport av farlig gods	Det vil transporteres farlig gods i tunnelen. Temaet vurderes.
Elektromagnetiske felt	Tiltaket tilrettelegger ikke for tiltak som medfører økt elektromagnetiske felt, eller for langvarig personopphold. <i>Temaet er ikke aktuelt.</i>
Dambrudd	Munkebotsvatnet, som har et damanlegg, og potensialet for vanninnlekkasje er vurdert i ingeniørgeologisk og hydrogeologisk rapport og det er formulert tiltak for å hindre dette (ref. 1.5.32). <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
INFRASTRUKTUR	

Fare	Vurdering
VA-anlegg/-ledningsnett	Det utarbeides ikke VA-rammeplan for foreliggende planforslag da dette ikke anses nødvendig. VA- anlegg som tunnelvann, overvann og slokkevann omtales i teknisk forprosjekt og behov for tiltak i dagen håndteres i reguleringsplanene for dagstrekningene. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Trafikkforhold	Tunnelrisikoanalysen (ref. 1.5.33) omhandler trafiksikkerhet for tunnelen og det henvises til denne. Aktuelle risikoreduserende tiltak fra denne rapporten fremkommer også under temaet transport av farlig gods som vurderes nedenfor. <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i>
Kraftforsyning	Tunnelen skal etableres med redundant strømforsyning. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Drikkevannskilder	Avgrensningen av denne ROS-analysens analyseområde er kun tunnel i fjell. Det skal imidlertid etableres et riggområde ved drikkevannskilden Jordalsvatnet – dette dekkes av ROS-analysen for DS3. Det er imidlertid grunnvannsbrønner i berg og dette vurderes videre.
Fremkommelighet for utrykningskjøretøy og slokkevann	Brannvesenet har kort innsatstid og flere adkomstveger. Overkjøringsrampen utenfor portaler kan benyttes som beredskapsåpning, og vil gi nødetatene, herunder brannvesenet, ekstra adkomstveg. Det er slokkevann med trykksatt løsning gjennom hele tunnelen, og brannvesenet forsynes med slokkevann fra Eidsvåg og Nygårdstangen. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
SÅRBARE OBJEKTER	
Sårbare bygg*	Det er sårbare bygg i nærheten av riggområdet – dette vurderes i ROS-analysen for DS3. <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i>
TILSIKTEDE HANDLINGER: Forhold ved analyseobjektet som gjør det sårbart for tilsktede handlinger	
Tilsktede handlinger	Det er ingen spesielle forhold ved dette analyseobjektet som gjør at det vurderes som sårbart for tilsktede handlinger gitt dagens trusselbilde. <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i>

*"Sårbare bygg" samsvarer med datasettet i kartinnsynsløsningen til DSB og omfatter barnehager, lekeplasser, skoler, sykehus, sykehjem, bo- og behandlingssenter, rehabiliteringsinstitusjoner, andre sykehjem/aldershjem og fengsler.

9.2 Sårbarhetsvurdering DSF

Følgende farer fremsto i fareidentifikasjonen som relevante, og det gjøres en sårbarhetsvurdering av disse:

- Grunnforhold
- Transport av farlig gods
- Grunnvannsbrønner

9.2.1 Sårbarhetsvurdering grunnforhold

Det er utarbeidet en ingeniørgeologisk og hydrogeologisk rapport for delstrekningen (ref. 1.5.32) som gir en beskrivelse av grunnforhold, samt ingeniørgeologiske observasjoner og vurderinger knyttet til forlengelsen av Fløyfjellstunnelen. Den inkluderer også hydrogeologiske vurderinger. Som vedlegg til rapporten er det utarbeidet ingeniørgeologiske plan- og profiltegninger.

Planlagt forlengelse av Fløyfjellstunnelen, inkludert av- og påkjøringsramper og tunnelpåhugg, er plassert i pålitelighetsklasse CC/RC 3 basert på en vurdering av kompleksitet og konsekvenser ved brudd eller funksjonssvikt for anlegget. Vanskelighetsgraden vurderes som høy. Følgelig er tiltaket plassert i geoteknisk kategori 3, begrenset til området bergteknikk.

Rapporten gir anbefalinger til tiltak og videre forundersøkelser. Planområdet vurderes som lite til moderat sårbart for grunnforhold gitt at rapportens vurderinger og tiltak følges opp videre gjennom detaljprosjektering.

9.2.2 Sårbarhetsvurdering transport av farlig gods

Det transporteres ifølge DSBs kartinnsynsløsning farlig gods på E39 gjennom Fløyfjellstunnelen.

DSB mottar på landsbasis årlig mellom 40-70 hendelser som inkluderer farlig gods. 55 hendelser i 2015 (DSBs uhellstatistikk for 2015). Det har i Bergen kommune vært 3 uhell med farlig gods mellom 2006 og 2015. Tallene omfatter også hendelser med farlig gods på jernbane og ferge. Det settes ofte en evakueringsradius på 500 meter ved slike tilfeller.

Det er rimelig å anta at hendelser med farlig gods vil forekomme hyppigst i de områdene hvor det fraktes mest gods (rundt de store byene og langs hovedtrafikkårene). I de fleste tilfellene fører en hendelse med farlig gods til akutt utslipp til grunnen og til luft, og med små konsekvenser for liv og helse. Andelen hendelser hvor det vil oppstå en brann eller eksplosjon er erfaringsmessig svært lav.

Plantiltaket vurderes som moderat sårbart for transport av farlig gods og det gjennomføres en risikoanalyse i kap. 9.3.

9.2.3 Sårbarhetsvurdering grunnvannsbrønner

Det er registrert en del grunnvannsbrønner i berg, se figur 9.4-1, men ingen er i dirkete nærhet til tunnelen, eller påkjøringsrampene. Kartlegging av brønner bør gjennomføres i detaljplanfasen.

Det anbefales at eksisterende brønner, både til vannforsyning og energiformål, kartlegges med registrering av vannivå og kapasitet. Utvalgte brønner bør overvåkes for å dokumentere naturlige variasjoner i vannivå. Gitt dette vurderes planområdet og tiltaket som lite sårbart for temaet.



Figur 9.2-1 Grunnvannsbrønner markert med blå punkter, området for planlagt tunnel er vist med stiplet linje

9.3 Risikovurdering DSF

Hendelse 1 – Uhell med transport farlig gods hvor det oppstår brann/eksplosjon

Drøfting av sannsynlighet:

Det transporteres ifølge DSBs kartinnsynsløsning farlig gods på E39 gjennom Fløyfjellstunnelen.

DSB mottar årlig 40-70 hendelser med farlig gods. Bergen kommune hadde 3 hendelser med farlig gods mellom 2006-2015. En hendelse som forårsaker en brann/eksplosjon vil kunne påvirke planområdet, og det settes ofte en evakueringsradius på 500 m ved slike tilfeller. Erfaringsmessig er andelen ulykker med farlig gods der det oppstår brann eller eksplosjon svært lav (2-3 årlige branntilfeller), i de fleste tilfellene fører en hendelse med farlig gods til akutt utslipp til grunnen og til luft.

Det antas at ulykker med transport av farlig gods inntreffer oftest der det fraktes mye gods, som er rundt store byer og langs hovedtrafikkårer.

Basert på historiske data, og at det her legges til rette for trafikksikre løsninger for tunnelen, (ref. 1.5.33) vurderes sannsynligheten for uhell med transport av farlig gods som forårsaker brann/eksplosjon i tunnelen til *én hendelse per 20-200 år*.

Drøfting av konsekvens:

Liv og helse: Hvis en ulykke med transport av farlig gods som forårsaker brann/eksplosjon skjer i tunnelen, vurderes konsekvensen av dette som *betydelig/kritisk*.

Miljø: En slik hendelse i tunnelen vurderes å kunne få en *mindre alvorlig* konsekvens for miljø.

Materielle verdier: En slik hendelse i tunnelen kan medføre *betydelig/kritisk* konsekvens for materielle verdier.

Oppsummering:

Verdi	Sannsynlighet					Konsekvens					Risiko			
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
Liv og helse		X						X					X	
Miljø		X					X				X			
Materielle verdier		X						X				X		

Tiltak: Det vises til risikoreduserende tiltak fremkommet i risikoanalysen for tunnelen (ref. 1.5.33). Det vurderes at disse tiltakene også vil være risikoreduserende når det gjelder ulykker med farlig gods i tunnelen.

9.4 Konklusjon DSF og oppsummering av tiltak

Planområdet fremstår generelt, med de tiltak som er beskrevet og forutsatt fulgt, som lite til moderat sårbart.

Det har blitt gjennomført en innledende fareidentifikasjon og sårbarhetsvurdering av de temaer som gjennom fareidentifikasjonen fremsto som relevante. Følgende farer har blitt utredet:

- Grunnforhold (områdestabilitet)
- Transport av farlig gods
- Grunnvannsbrønner

Planområdet og tiltaket er vurdert som moderat sårbart for transport av farlig gods, og det er gjennomført en risikoanalyse der hendelsen fremstår med et akseptabelt risikonivå. For øvrige farer fremstod planområdet som lite- og lite til moderat sårbart.

Det er gjennom fareidentifikasjon, sårbarhetsvurdering og risikoanalyse identifisert tiltak som det ut fra samfunnssikkerhetshensyn er nødvendig å gjennomføre for å unngå å bygge sårbarhet inn i dette planområdet. Tiltakene er sammenfattet nedenfor og må følges opp gjennom prosjektering.

Fare	Sårbarhets- og risikoreduserende tiltak
Grunnforhold og hydrogeologi	Ingeniørgeologisk og hydrogeologisk rapport (ref. 1.5.32) gir anbefalinger til tiltak og videre forundersøkelser. Rapportens vurderinger og tiltak må følges opp videre gjennom detaljprosjektering.
Transport av farlig gods	Det vises til risikoreduserende tiltak fremkommet i risikoanalysen for tunnelen (ref. 1.5.33). Det vurderes at disse tiltakene også vil være risikoreduserende når det gjelder ulykker med farlig gods i tunnelen.

Grunnvannsborehull	Det anbefales at eksisterende brønner, både til vannforsyning og energiformål, kartlegges med registrering av vannivå og kapasitet. Utvalgte brønner bør overvåkes for å dokumentere naturlige variasjoner i vannivå
--------------------	--

10 Samlet konklusjon samfunnssikkerhet BT5

Alle delstrekningene/planområdene fremstår, med de tiltak som er beskrevet og forutsatt fulgt, som lite til moderat sårbare.

Det er ikke funnet risiko- og sårbarhetsforhold som gjør at prosjektet ikke kan realiseres ut ifra et samfunnssikkerhetsperspektiv.

I tråd med analysens metode er det utført risikoanalyser av farer som fremstod med forhøyet sårbarhet.

Detaljerte risiko- og sårbarhetsreducerende tiltak er fremmet avslutningsvis under hver vurdert delstrekning. Disse må følges opp gjennom videre planlegging og detaljprosjektering.