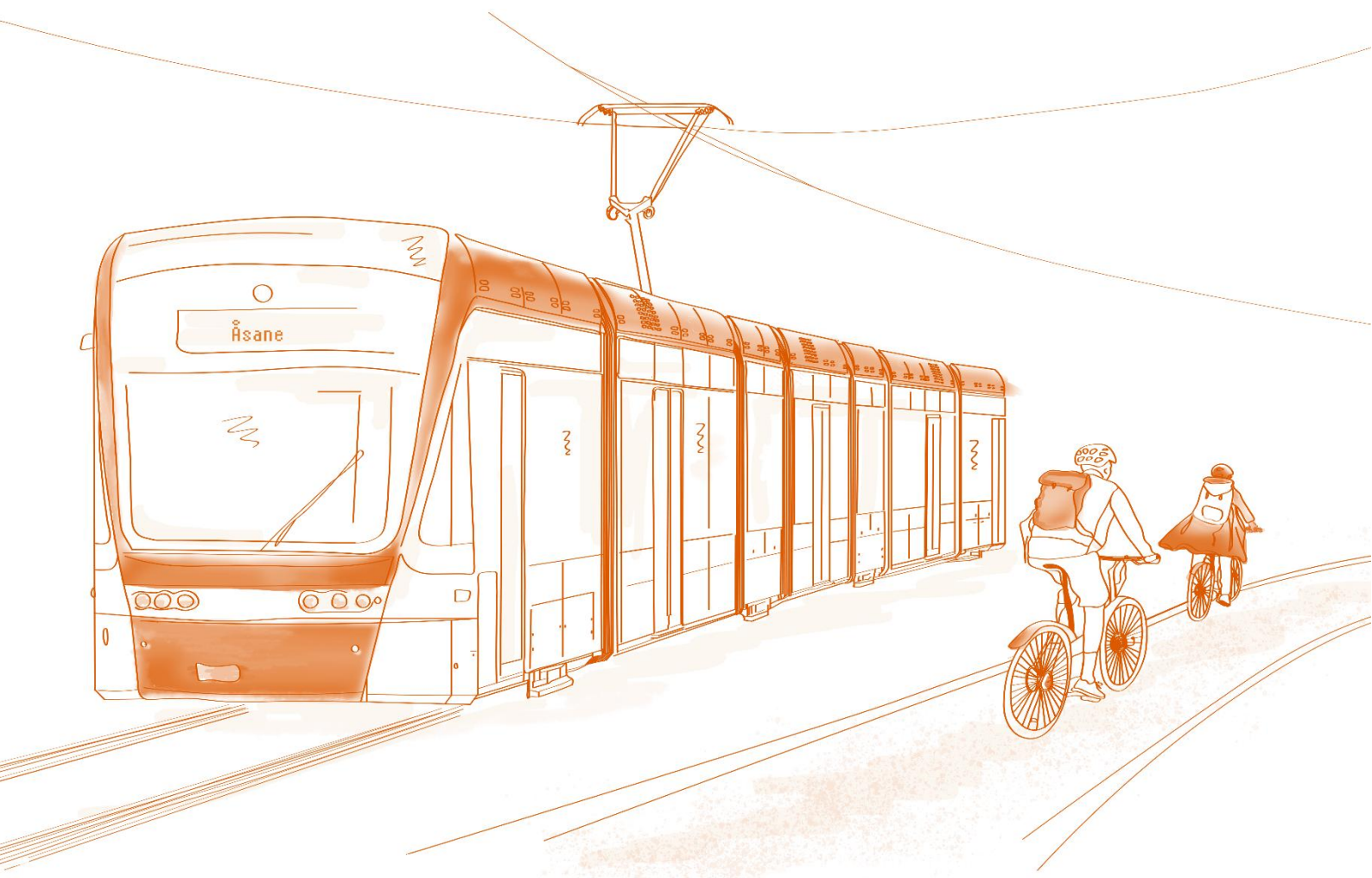


Reguleringsplaner og teknisk forprosjekt

BYBANEN OG HOVEDSYKKELROUTE FRA SENTRUM TIL SANDVIKEN



Reguleringsplanene:

Bybanen. Kaigaten-Sandviken - PlanID: 71720000

Hovedsykkelroute Torget Skuteviken: PlanID: 71730000

Risiko- og sårbarhetsanalyse

RA-B-010
RA-S-006

Oppdragsgiver: Bergen kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Torhild Wiklund
Rådgiver: Norconsult Group
Oppdragsleder: Ivar Øvretvedt
Fagansvarlig: Kevin H. Medby
Andre nøkkelpersoner: Tore Andre Hermansen

Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
J02	2026-09-25	For bruk	ToAHe	KHMe	OYSKO
A01	2026-06-26	Ikke fagkontrollert utkast	ToAHe	MarElv	

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. 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.

Forord

Reguleringsplaner for Bybanes byggetrinn 5 til Åsane med bybane og hovedsykkelrute fra sentrum til Åsane, ble vedtatt i 2023. Her ble det, blant annet, regulert inn bybanetrasé langs Bryggen. I sak 334/24, «Avtale med Vestland fylkeskommune om tunneltrasé for Bybanen gjennom sentrum», vedtok Bystyret 2. oktober 2024 at det skulle utarbeides en ny reguleringsplan for strekningen mellom sentrum og Sandviken. Formålet var å unngå at Bybanen skulle føres langs Bryggen.

Som en oppfølging av dette vedtok Byrådet i januar 2025 oppstart av offentlig detaljreguleringsplan for Bybanen og hovedsykkelrute på strekningen sentrum – Sandviken. Det fremmes to detaljreguleringsplaner med teknisk forprosjekt:

1. Bybanen, delstrekning Kaigaten – Sandviken, Plan ID 71720000
2. Hovedsykkelrute, Torget – Skuteviken, Plan ID 71730000

Denne rapporten omhandler samfunnssikkerhet og ivaretagelse av dette i detaljreguleringsplanene for Bybanen fra Kaigaten til Sandviken og hovedsykkelruten fra Torget til Skuteviken.

Bergen 25.09.2026

Sammendrag

Planområdene 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 og setninger)
- Flom i vassdrag
- Havnivåstigning, stormflo og bølgepåvirkning
- Ekstremnedbør/overvann
- Brann i anleggsfase
- Transport av farlig gods
- VA-anlegg/-ledningsnett, kraftforsyning og datakommunikasjon
- Trafikkforhold
- Sårbare bygg
- Tilsiktede handlinger

Planområdene fremsto med forhøyet sårbarhet for skogbrann i anleggsfasen. Det ble derfor utført en hendelsesbasert risikoanalyse for denne hendelsen. Det ble vurdert akseptabel risiko, men der tiltak skal vurderes. Det er fremmet tiltak om å sikre god brannberedskap i tørre perioder, i forbindelse med anleggsarbeidet.

Det er videre avdekket fare for grunnvannssenkning med påfølgende setninger ved bygging av bybanetunnel og underjordisk holdeplass på strekningen Heggebakken – Sandviken. Med hensyn til samfunnssikkerhet så er dette knyttet til tap av materielle verdier.

Det er også, gjennom fareidentifikasjon og sårbarhetsvurdering, identifisert tiltak som det ut fra samfunnssikkerhetshensyn er nødvendig å gjennomføre for å unngå å bygge sårbarhet inn i disse planområdene. Tiltakene er sammenfattet i kapittel 5.2 og må følges opp i videre prosjektering.

Innhold

1	INNLEDNING	5
1.1	BAKGRUNN	5
1.2	FORUTSETNINGER OG AVGRENSNINGER	5
1.3	BEGREPER OG FORKORTELSER	5
1.4	STYRENDE OG VEILEDENE DOKUMENTER	6
2	OM ANALYSEOBJEKTET	8
2.1	BESKRIVELSE AV ANALYSEOMRÅDE OG TILTAK	8
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	14
3.6	KRAV I BYGGTEKNISK FORSKRIFT	14
4	FAREIDENTIFIKASJON OG SÅRBARHETSVURDERING	16
4.1	INNLEDENDE FAREKARTLEGGING	16
4.2	VURDERING AV USIKKERHET	19
4.3	SÅRBARHETSVURDERING	19
5	KONKLUSJON OG OPPSUMMERING AV TILTAK	41
5.1	KONKLUSJON	41
5.2	OPPSUMMERING AV TILTAK OG OPPFØLGING	41
6	VEDLEGG 1 – RISIKOANALYSE	45
	REFERANSER	46

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Plan- og bygningsloven (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2008) 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."

Byggteknisk forskrift (TEK 17) gir sikkerhetskrav til naturpåkjenninger (TEK 17 § 7-1 til § 7-4), og det er gitt et generelt krav om at byggverk skal utformes og lokaliseres slik at det er tilfredsstillende sikkerhet mot fremtidige naturpåkjenninger. Ved planlegging av veier gjelder sikkerhetskrav i Statens vegvesens N200 Vegbygging (fra 2024). Videre stiller NVEs retningslinjer 2-2011 «Flaum og skredfare i arealplanar» (Norges vassdrags- og energidirektorat, 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 under anleggsfasen avdekkes.
- Analysen omhandler enkelthendelser, ikke flere uavhengige og sammenfallende hendelser.

1.3 Begreper og forkortelser

Tabell 1-1 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

Uttrykk	Beskrivelse
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 konsekvensreduserende tiltak
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

1.4 Styrende og veiledende dokumenter

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

Tabell 1-2 Styrende og veiledende dokumenter

Tittel	Dato	Utgiver
NS 5814:2021 Krav til risikovurderinger	2021	Standard Norge
Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)	2008	Kommunal- og moderniseringsdepartementet
Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift – TEK 17). FOR-2017-06-19-840	2017	Kommunal- og moderniseringsdepartementet
Veiledning om tekniske krav til byggverk	2017	Direktoratet for byggkvalitet
Brann- og eksplosjonsvernloven	2002	Justis- og beredskapsdepartementet
Storulykkeforskriften	2016	Justis- og beredskapsdepartementet
Forskrift om strålevern og bruk av stråling	2016	Helse- og omsorgsdepartementet
Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging	2017	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
NVEs retningslinjer 2-2011 Flaum og skredfare i arealplanar. Revidert 22. mai 2014	2014	Norges vassdrags- og energidirektorat
Retningslinjer for Fylkesmannens bruk av innsigelse i plansaker etter plan- og bygningsloven	2014	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap

Tittel	Dato	Utgiver
Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning	2024	Kommunal- og moderniseringsdepartementet
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
NVE-veileder Nr. 3/2022: Sikkerhet mot flom. Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak.	2022	Norges vassdrags- og energidirektorat
NVE-veileder Nr. 4/2022: Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar	2022	Norges vassdrags- og energidirektorat
Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak.	2020	Norges vassdrags- og energidirektorat
Nasjonale og vesentlige regionale interesser innen NVEs saksområder i arealplanlegging - Grunnlag for innsigelse.	2017	Norges vassdrags- og energidirektorat
Samfunnssikkerhet i planlegging og byggesaks-behandling. Rundskriv H-5/18	2018	Kommunal- og moderniseringsdepartementet
Bebyggelse nær høyspenningsanlegg	2017	Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet
NCCS report 1/2024 Sea-Level Rise and Extremes in Norway: Observations and Projections Based on IPCC AR6	2024	Klimaservicesenteret
Havnivåstigning og høye vannstander i samfunnsplanleggingen.	2024	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen - Veiledning	2017	Mattilsynet mfl.
Nasjonal trusselvurdering	2026	Politiets sikkerhetstjeneste
Politiets trusselvurdering	2026	Politidirektoratet

2 Om analyseobjektet

2.1 Beskrivelse av analyseområde og tiltak

Bybanen delstrekning Kaigaten – Sandviken og hovedsykkelrute fra Torget til Sandviken vil være en del av prosjektet Bybanens byggetrinn 5 til Åsane med bybane og hovedsykkelrute fra sentrum til Åsane.

Gjeldende reguleringsplan for Bybanens byggetrinn 5 består av seks reguleringsplaner;

- Delstrekning 1, Kaigaten – Sandbrogaten (DS1)
- Delstrekning 2, Sandbrogaten – Eidsvågtunnelen (DS2)
- Delstrekning 3, Eidsvågtunnelen – Tertneskrysset (DS3)
- Delstrekning 4, Tertneskrysset – Vågsbotn (DS4)
- Hovedsykkelrute Festningskaia – Sandviksveien (DSS)
- Fløyfjelltunnelen, forlengelse til Eidsvåg (DSF)

De to reguleringsplanene som nå skal behandles, skal erstatte reguleringsplanene DS1 og DSS samt deler av DS2. Øvrige deler av DS2 samt reguleringsplanene for DS3, DS4 og DSF vil gjelde som før.

Banetraseen starter i sør ved holdeplass for Bybanen i Kaigaten, foran Gulating og Rådhuset vis-a-vis Byparken og Festplassen. Traseen fortsetter nord-østover gjennom Christies gate og deretter inn Allehelgens gate. I Allehelgens gate reguleres en holdeplass, som skal fungere som avlastning for den andre sentrumsholdeplassen i Kaigaten for de reisende fra nord.



Figur 2-1: Forslag til ny banetrasé fra Kaigaten til Sandviken sykehus

Banen fortsetter deretter i Nygaten mot Heggebakken der den går inn i tunnel. Ved Sverresborg etableres en underjordisk holdeplass med utganger ved Fredens bolig (Ladegårdsgaten) og ved Sandbrogaten/ Nye Sandviksveien.

Banen kommer ut av tunnelen i muren ved Sjøgaten like nord for Rothaugen skole. Den fortsetter langs Sjøgaten til Sandvikstorget der det etableres en holdeplass. Deretter går den videre langs Sjøgaten til like nord for «Gjensidigekrysset» der den fortsetter langs Åsaneveien opp til et nytt tunnelinnslag nær Munkebotstunnelen. Det etableres også en holdeplass her ved Munkebotn.

I perioder kan det være aktuelt å kunne vende passasjerlinjer fra sør i sentrum. Dette for å kunne sikre tilstrekkelig kapasitet på alle deler av linjenettet i forhold til etterspørsel. Planforslaget legger opp til etablering av driftsvending fra sør inne i fjell i forlengelsen av underjordisk holdeplass ved Sverresborg.

I noen situasjoner vil det ikke kunne være gjennomgående trafikk gjennom sentrum (for eksempel på 17.mai). I slike tilfeller kan vending fra sør gjøres ved Bystasjonen, som i dagens system, mens vending fra nord enten kan gjøres ved Allehelgens gate, eller Sverresborg holdeplass. Planen legger opp til at det etableres sporkryss i Nygaten og i tunnel nord for Sverresborg slik at begge deler er mulig.



Figur 2-2: Forslag til ny trasé for sykkel vist i planforslagene. Sykkelnettet i sykkelstrategien er også vist på figuren.

Når det gjelder hovedsykkelruten forutsettes det at syklister må dele areal med fotgjengere eller øvrig trafikk mellom Rasmus Meyers allé og nedre Torgallmenningen. Et eget tilbud for syklister retning Åsane starter derfor på Torget. Mellom Torget og sykkeltunnelen ved Rothaugen, reguleres sykkeltilbudet i egen detaljreguleringsplan, se planbeskrivelsen for «Hovedsykkelrute Torget– Skuteviken», planID: 71730000. Sykkeltunnelen (den gamle jernbanetunnelen under Rothaugen) benyttes som del av hovedsykkelruten. Det etableres en rampe fra sykkeltunnelen og opp til Nye Sandviksveien. I Nye Sandviksveien, Ekregaten og deler av Amalie Skrams vei vil det være sykling i blandet trafikk med unntak av et ca 25m langt sykkelfelt i Ekregaten inn mot krysset med Nye Sandviksvei. Nordre del av Amalie Skrams vei vil være gang/ sykkelvei som går over i sykkelvei med fortau helt i nord. Denne kobles mot gang- og sykkelbro ved Munkebotn der den møter hovedsykkelruten slik den er regulert i gjeldende reguleringsplaner for Bybanen.

Det ligger til grunn en omfattende omlegging av eksisterende infrastruktur langs traseen.

Det legges til grunn at det kan etableres midlertidige rigg- og anleggsområder i Rådhuskvartalet, på Vågsallmenningen, ved Katedralskolen i Heggebakken og på Koengen. I tillegg må det etableres noen mindre rigg- og anleggsområder langs traseen. Det må vurderes å benytte eksisterende bygg som kontor- og brakkerigg for å redusere behov for areal.

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* (Norsk standard, 2021). Analysen følger også retningslinjene i DSBs veiledning *Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging* (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, 2017).

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.

Gjennom fareidentifikasjonen, sårbarhetsanalysen og risikovurderingene, vil det bli fremmet tiltak som foreslås implementert. Disse sårbarhets- og risikoreduserende tiltakene oppsummeres i kapittel 5.2.

3.2 Fareidentifikasjon

En fare er en kilde til en hendelse, eksempelvis brann, ekstrem vind, 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 kapittel 4.1 gjøres det en systematisk gjennomgang av analyseobjektet i en tabell basert på DSBs veiledning *Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging* (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, 2017) 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 motstå uønskede hendelser eller varige påkjenninger, samt å opprettholde eller gjenoppta sin funksjon etterpå. Robusthet er det motsatte, - fravær av sårbarhet.

De farer som fremstår som relevante gjennom innledende farekartlegging, tas videre til en sårbarhetsvurdering i kapittel 4.3. I denne analysen graderes sårbarhet slik:

Tabell 3-1 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 i kapittel 4.3, tas videre til en detaljert hendelsesbasert risikoanalyse i Vedlegg I.

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

Konsekvensene er vurdert med hensyn til "Liv og helse", "Stabilitet" og "Materielle verdier".

Tabell 3-2 Sannsynlighetskategorier

Sannsynlighetskategori	Beskrivelse (frekvens)
1. Lite sannsynlig	Sjeldnere enn en gang hvert 1000 år
2. Moderat sannsynlig	Gjennomsnittlig hvert 100-1000 år
3. Sannsynlig	Gjennomsnittlig hvert 10-100 år
4. Meget sannsynlig	Gjennomsnittlig hvert 1-10 år
5. Svært sannsynlig	Oftere enn en gang per år

Tabell 3-3 Konsekvenskategorier

Konsekvenskategori	Beskrivelse
1. Svært liten konsekvens	Ingen personskade Ingen skade på eller tap av stabilitet* Materielle skader < 100 000 kr
2. Liten konsekvens	Personskade Ubetydelig skade på eller tap av stabilitet* Materielle skader 100 000 -1 000 000 kr
3. Middels konsekvens	Alvorlig personskade

Konsekvenskategori	Beskrivelse
	Kortvarig skade på eller tap av stabilitet* Materielle skader 1 000 000 - 10 000 000 kr
4. Stor konsekvens	Dødelig skade, en person Skade på eller tap av stabilitet med noe varighet* Store materielle skader 10 000 000 - 100 000 000 kr
5. Meget stor konsekvens	Dødelig skade, flere personer Varige skader på eller tap av stabilitet* Svært store materielle skader > 100 000 000 kr

* Med stabilitet menes svikt i kritiske samfunnsfunksjoner og manglende dekning av grunnleggende behov hos befolkningen.

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 risikomatrise gitt av hendelsenes sannsynlighet og konsekvens.

Risikomatrisen 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 risikomatrisen nedenfor.

Tabell 3-4 Risikomatrise

SANNSYNLIGHET	KONSEKVENNS				
	1. Svært liten	2. Liten	3. Middels	4. Stor	5. Meget stor
5. Svært sannsynlig					
4. Meget sannsynlig					
3. Sannsynlig					
2. Moderat sannsynlig					
1. Lite sannsynlig					

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 Byggteknisk forskrift

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

TEK 17 § 7-2 Sikkerhet mot flom og stormflo

(1) Byggverk som er avgjørende for nasjonal eller regional beredskap og krisehåndtering skal ikke plasseres i flomutsatt område, dersom konsekvensen av flom vil føre til at beredskapen svekkes.

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

Tabell 3-5 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) Bygninger som er avgjørende for nasjonal eller regional beredskap og krisehåndtering skal ikke plasseres i skredfarlig område, dersom konsekvensen av et skred, herunder sekundærvirkninger av et skred, vil føre til at beredskapen svekkes.

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

Tabell 3-6 Sikkerhetsklasse for skred

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

4 Fareidentifikasjon og sårbarhetsvurdering

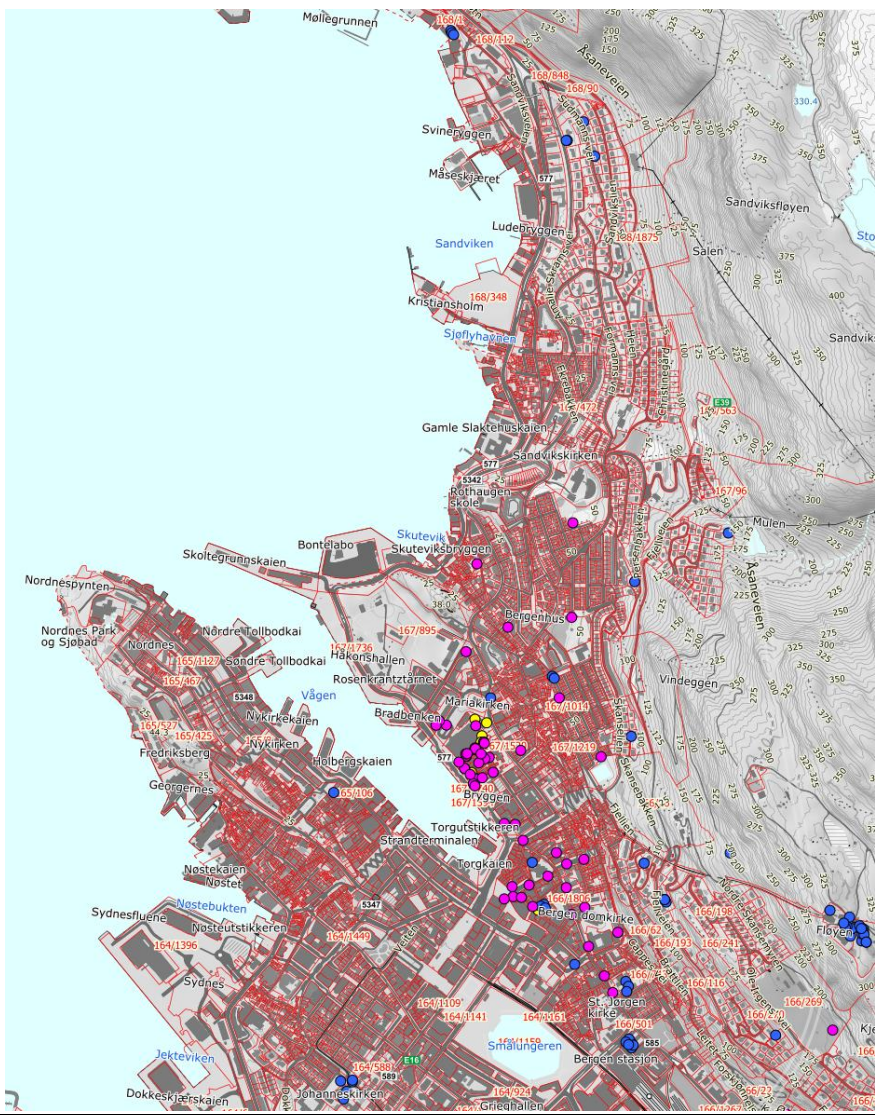
4.1 Innledende farekartlegging

Nedenfor følger en oversikt over relevante farer for planområdene. Oversikten tar utgangspunkt i SVVs veileder for ROS-analyser i vegplanlegging (Statens vegvesen, 2020) og DSBs veiledning *Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging* (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, 2017), samt 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 (snø, steinsprang, jord- og flomskred)	Planområdene ligger innenfor kartlagte faresoner for skred i bratt terreng (NVE Atlas). Temaet vurderes.
Ustabil grunn (områdestabilitet)	Planområdene ligger under marin grense som angir det høyeste nivå som havet nådde etter siste istid, og der marint avsatte sedimenter og kvikkleireforekomster kan forekomme. Det er aktsomhetsområder for kvikkleireskred i planområdene (NVE Atlas) Temaet vurderes.
Fjellskred (herunder flodbølge)	Det er ikke kartlagte fjellområder som viser at planområdene vil kunne bli påvirket av fjellskred, med påfølgende flodbølge. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
Flom i vassdrag (herunder isgang)	Planområdene ligger innenfor aktsomhetsområder for flom (NVE Atlas). Temaet vurderes.
Havnivåstigning, stormflo og bølgepåvirkning	Planområdene ligger utsatt for fremtidig havnivå og stormflo (Kartverket, Se havnivå). Temaet vurderes.
Vind/ekstremnedbør (overvann)	Ifølge klimaprofilen for Vestland (Klimaservicesenteret, 2025) forventes det trolig liten endring i vindforhold, men det ventes mer nedbør i form av periodevis ekstremnedbør. Dette krever lokale løsninger for håndtering av overvann. Temaet vurderes med hensyn på ekstremnedbør (overvann).
Brann i anleggsfase	Planområdene ligger i et ubygget område, men med trær og vegetasjon mot nordøst i nordlig del. Antennelse av nærliggende bygg kan også være en fare. Temaet vurderes.
Radon	Det skal ikke etableres bygg for varig opphold som følge av dette tiltaket. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
VIRKSOMHETSBASERT FARE	
Brann/eksplosjon, kjemikalieutslipp eller annen akutt forurensning ved industrianlegg	Det er ingen industrianlegg eller virksomheter med slikt potensial i drift i eller i umiddelbar nærhet til planområdene. Det skal heller ikke etableres bygg for varig opphold som en del av dette tiltaket. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>

Fare	Vurdering
Transport av farlig gods	Det fraktes ifølge DSBs kartinnsynsløsning farlig gods på flere veier innenfor og nær planområdene. 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. <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i>
Dambrudd	Dam Storediket er tidligere vurdert som en dam der det kan oppstå dambrudd med påfølgende dambruddbølge nedstrøms dammen. Dammen tilfredsstiller ikke lenger damsikkerhetsforskriften sine krav til sikkerhet og flomavledning og legges derfor ned som vassdragsanlegg, og vassdraget tilbakeføres til sin naturlige stand. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>
INFRASTRUKTUR	
VA-anlegg/-ledningsnett, kraftforsyning og datakommunikasjon	Tiltaket krever etablering av ny infrastruktur og ivaretagelse av eksisterende. Temaet vurderes.
Trafikkforhold	Tiltaket vil påvirke trafikkbildet i området. Temaet vurderes.
Drikkevannskilder	Det er ingen inntakspunkter for drikkevann innenfor eller i relevant nærhet til planområdene (Inntakspunkter Mattilsynet). Det er imidlertid flere registrerte grunnvannsborehull innenfor og tett på planområdene (Nasjonal grunnvannsdatabase). I kartet nedenfor vises fjellbrønner med blå punkt, løsmassebrønner er gule og sonderboringer er rosa. Videre prosjektering må hensynta disse. <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i>

Fare	Vurdering
	
Fremkommelighet for utrykningskjøretøy	Fremkommelighet for utrykningskjøretøy må ivaretas i anleggsfase og i driftsfase gjennom detaljprosjektering. Temaet vurderes ikke videre her.
SÅRBARE OBJEKTER	
Sårbare bygg*	Det er skoler, barnehager og sykehjem som vil bli berørt av anleggsfasen. 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. Temaet vurderes.

*"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 Vurdering av usikkerhet

Denne analysen har lagt til grunn eksisterende dokumenter og kunnskap om planområdene. 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.

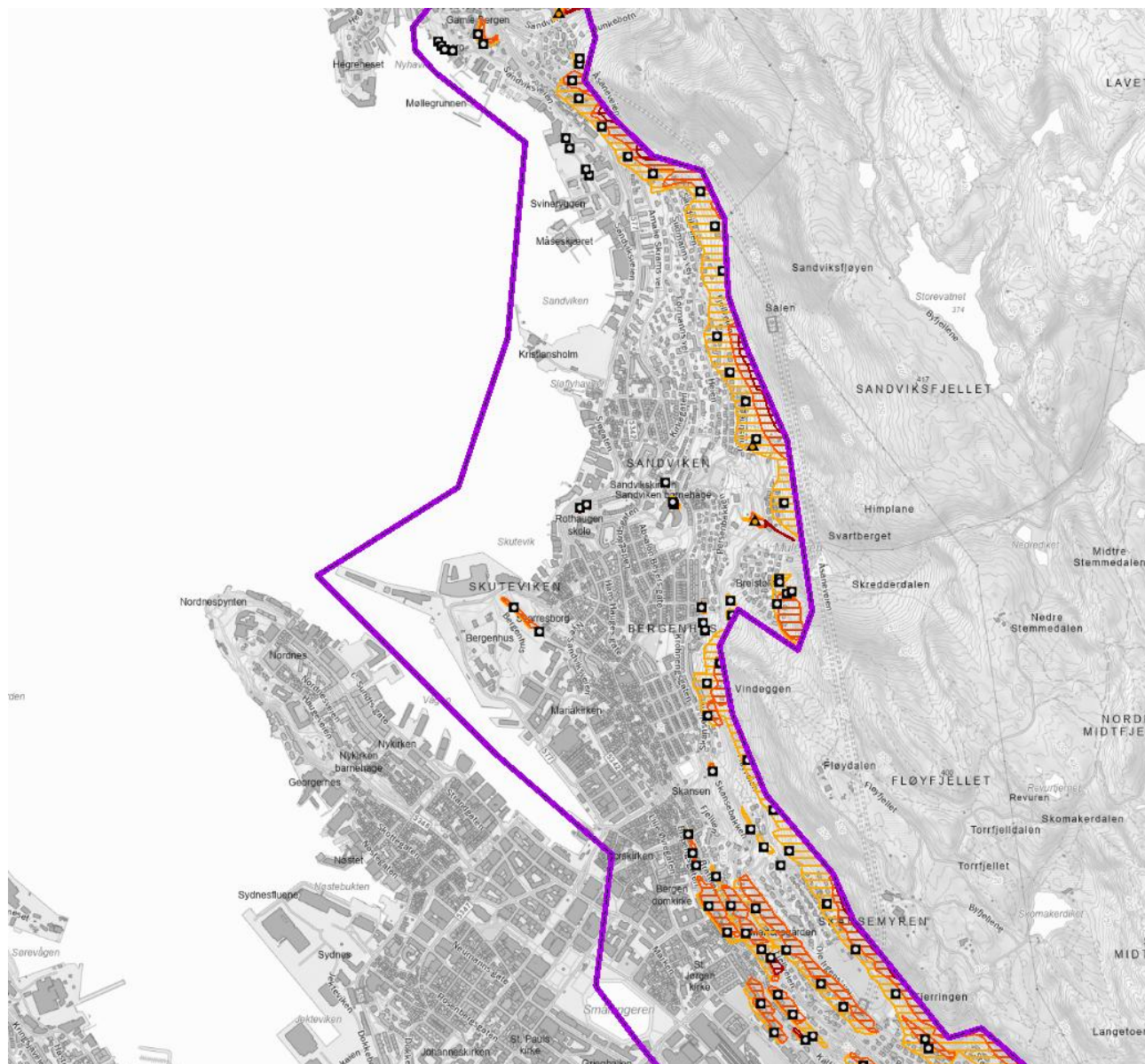
4.3 Sårbarhetsvurdering

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

- Skredfare bratt terreng
- Ustabil grunn (områdestabilitet og setninger)
- Flom i vassdrag
- Havnivåstigning, stormflo og bølgepåvirkning
- Ekstremnedbør/overvann
- Brann i anleggsfase
- Transport av farlig gods
- VA-anlegg/-ledningsnett, kraftforsyning og datakommunikasjon
- Trafikkforhold
- Sårbare bygg
- Tilsiktede handlinger

4.3.1 Sårbarhetsvurdering – skredfare bratt terreng

Planområdene inngår i et område som er faresonekartlagt med hensyn på skredfare fra bratt terreng (NVE Atlas), se figur 4-1.



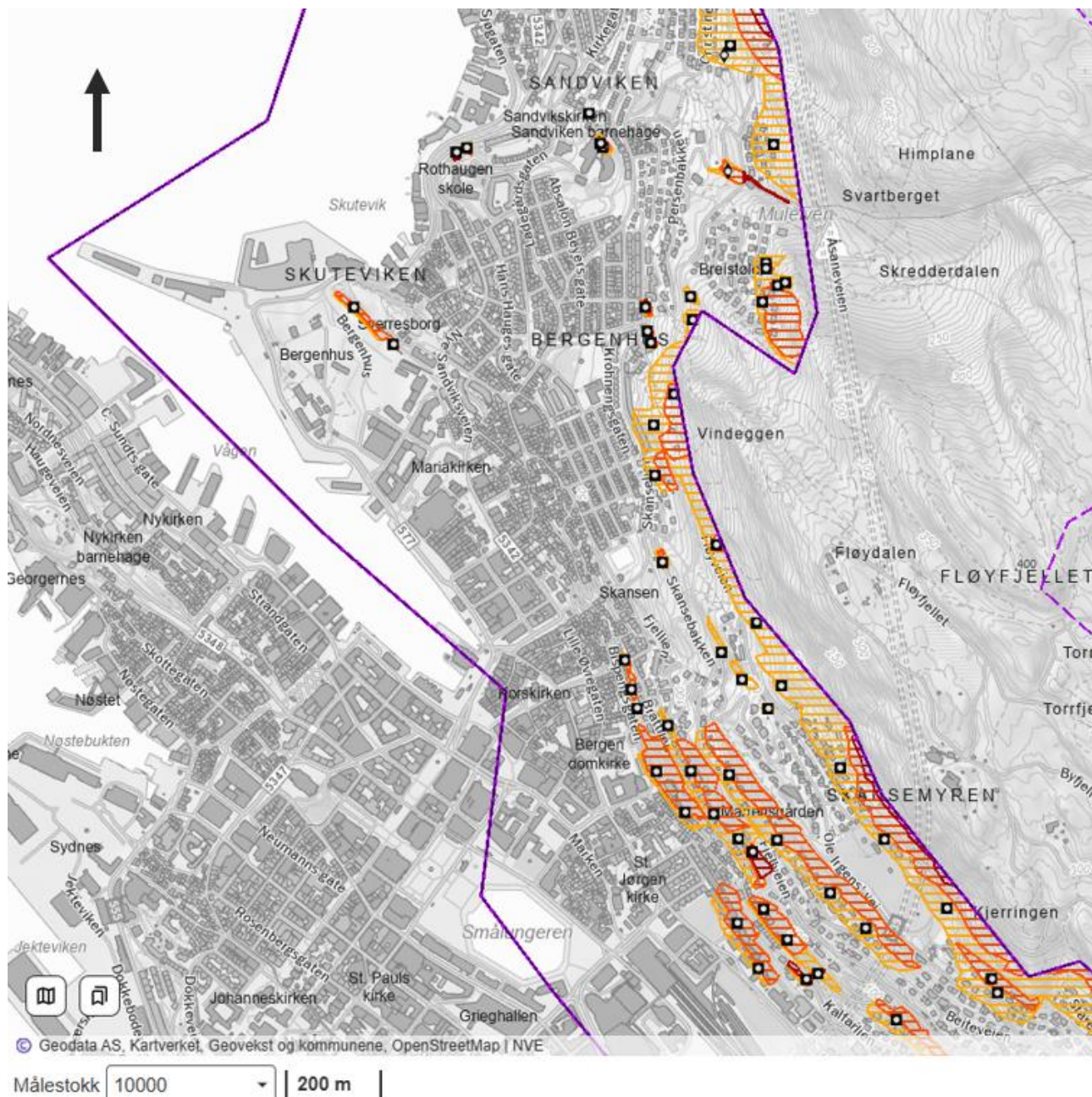
Figur 4-1: Faresoner skredfare bratt terreng (NVE Atlas).

Strekning tunnel Heggebakken – Sandviken

Norconsult utførte skredfarevurderinger for ny bybanetrasé og hovedsykkelrute i forbindelse med arbeid med reguleringsplan for BT5 i 2021-2022. Notatet NO-DS0-038 (DS0 - Vurdering av skredfare. Bybanen til Åsane - BT5. Reguleringsplan med teknisk forprosjekt., 2022) gir en oversikt over alle utførte vurderinger, og dekker tilsvarende område som ny Bybanetunnel på strekningen Heggebakken – Sandviken.

Etter forrige arbeid med reguleringsplan er det utført en ny faresonekartlegging som dekker hele planområdet. Dette arbeidet er utført av Multiconsult, som en større bestilling fra NVE (Multiconsult, 2023).

Faresoner er områder der det er en avklart reell skredfare. Faresonekartene har høyere detaljeringsgrad enn aktsomhetskart og erstatter disse i arealplanlegging for områdene som faresonenekartene dekker.



Figur 4-2: Faresoner for skred i bratt terreng. Kartleggingsområdet er vist med lilla linje (NVE Atlas).

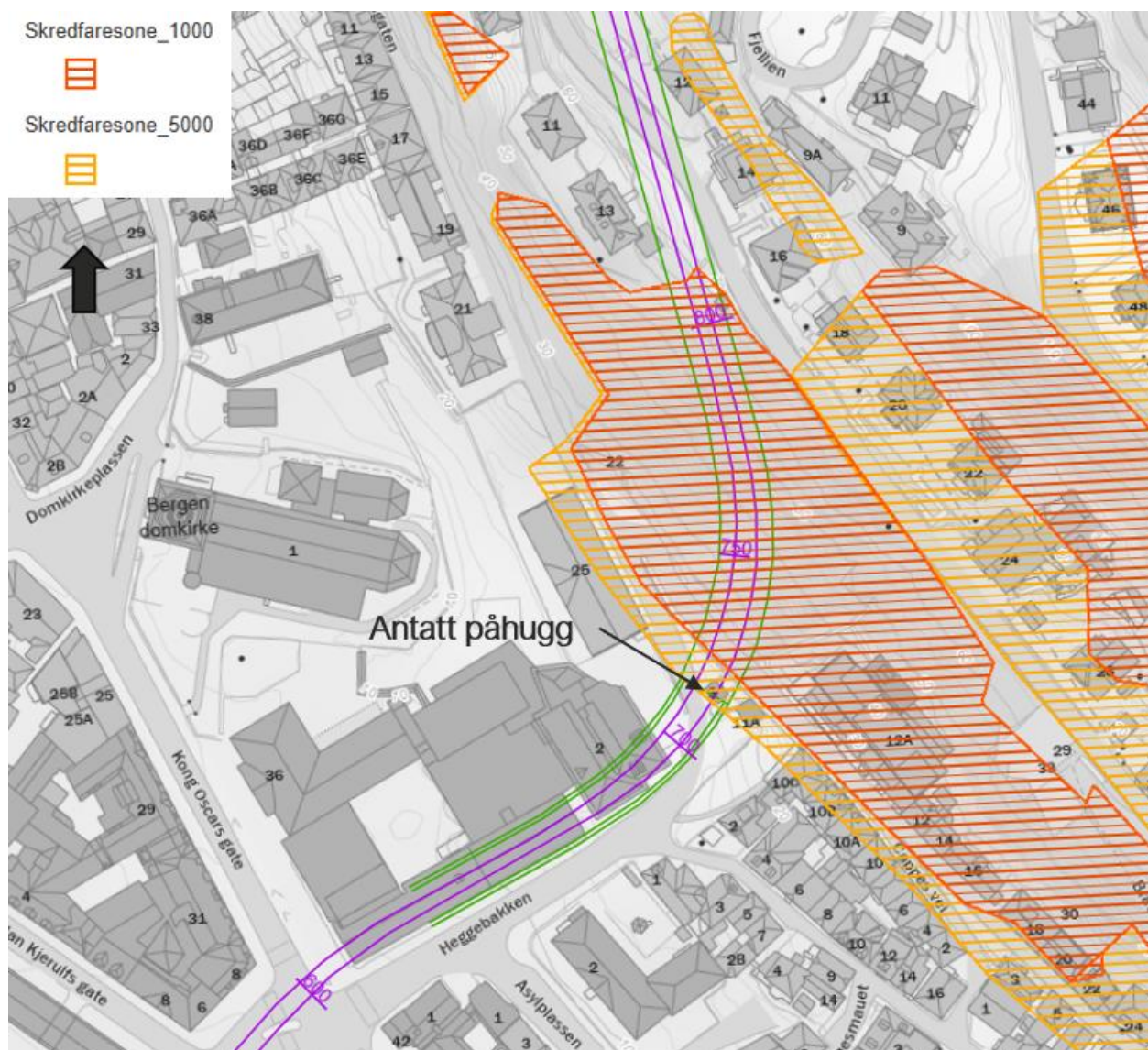
Fra NVE Atlas vises kartlagte faresoner for skred i bratt terreng nær påhugget i Heggebakken samt ved anleggsområdet på Koengen (figur 4-2). Ved begge lokaliteter gjelder faresonene steinsprang fra eksisterende bergskjæringers/skrenter.

Utover disse to lokalitetene er det ikke kartlagt faresoner langs den planlagte bybanetraseen i dagen.

Påhugg Heggebakken

Nordøst og øst for forskjæring og påhugg i Heggebakken kan det være fare for steinsprang langs Bispengsgaten og Cappes vei. Det skal ikke utføres tiltak i Cappes vei, men påhugget kommer så vidt innenfor området der det er vist fare for steinsprang med sannsynlighet 1/5000. Det er tidligere utført sikringstiltak i form av fanggjerder, steinsprangnett og bergbolter både over Bispengsgaten og lenger sør i Cappes vei, der det har vært historiske hendelser (Multiconsult, 2023).

Bergskjæring og overliggende sideterreng langs Cappes vei nord for nr. 12A bør kartlegges nærmere ved detaljprosjektering med tanke på å identifisere eventuelle løse blokker og vurdere lokale sikringstiltak. Sør for Cappes vei 12 A er det ikke reell fare for steinsprang mot planområdet grunnet tett bebyggelse.



Figur 4-3: Faresone for steinsprang langs Cappes vei. Fra NVE Atlas. NB Profilering langs bybanetraseen er ikke oppdatert.

Midlertidig riggområde Koengen

Det kan være fare for steinsprang fra eksisterende bergskjæring langs Sverresborg festningsområde. Skjæringen bør kartlegges nærmere ved detaljprosjektering med tanke på å identifisere eventuelle løse blokker og vurdere lokale sikringstiltak.



Figur 4-4: Faresone for steinsprang ved riggområde Koengen. Fra NVE Atlas. Områder for tiltak i dagen for adkomst til Sverresborg holdeplass vist med røde sirkler. Bybanetrasé i tunnel (profilering er ikke oppdatert).



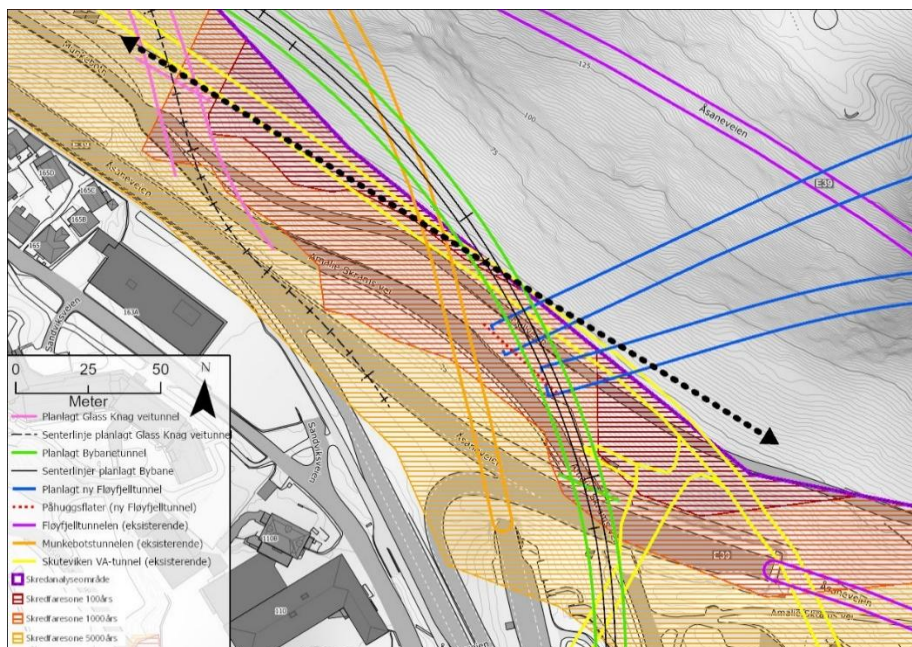
Figur 4-5: Riggområde Koengen, sett mot nord/innkjøring fra Bontelabo. Bergskjæring med potensiell fare for steinsprang (rød pil).

Strekning Rothaugen til Sandviken Sykehus

Norconsult har utført skredfarevurdering av overliggende terreng med hensyn på påhugg for hhv. rampetunneler til forlenget Fløyfjelltunnel og sørlige påhugg til Bybanetunnelen og veitunnelen i området, se notat NO-DSF-010 (NOAV, 2020). Multiconsult har også utført en skredfarevurdering i området som en del av en større bestilling fra NVE (NVE/Multiconsult, 2023). Det er godt samsvar mellom de to vurderingene i området, men Multiconsult sin vurdering dekker et større område. Kartleggingsområdet til Multiconsult dekker også nordlige påhugg til Bybanetunnelen og veitunnelen i området.

For sørlige påhugg til Bybanetunnelen og veitunnelen i området har skredfareutredningene funnet at steinsprang er dimensjonerende skredtype, og det er konkludert med at tiltakene ikke tilfredsstiller krav til sikkerhet iht. TEK17 for sikkerhetsklasse S2, eller krav i N200 til vei med ÅDT > 12 000, se Figur 4-6. Det er dermed behov for å gjennomføre skredsikringstiltak for å oppnå akseptabel sikkerhet mot skred. Det er blant annet pekt på fanggjerde langs Fjellveien som aktuelt skredsikringstiltak for disse forskjæringene. Detaljprosjektering av skredsikringstiltak i området må utføres i neste planfase, men det må medtas plass til tiltaket i reguleringsplanen. Plassbehovet for et fanggjerde avhenger av dimensjonerende høyde. For å bestemme dette nøyaktig må det utføres simuleringer av steinsprang. Innledningsvis bør det settes av minimum 12 m bredde ovenfor Fjellveien langs et ca. 250-300 m langt strekke for etablering av fanggjerde og tilhørende nødvendig vegetasjonsrensk, se Figur 4-6. Merk at det da er avsatt plass til tiltak i overkant av forskjæringen til både ny Bybanetunnel og ny veitunnel fra Munkebotn.

For nordlige påhugg til Bybanetunnelen og veitunnelen i området er det ikke kartlagt noen faresoner for skred og det forventes derfor ikke behov for skredsikring ifm. disse påhuggene.



Figur 4-6: Kart over sørlige påhuggsområder til Bybanetunnelen og veitunnelen i Sandvikenområdet, som viser resultater fra Multiconsult sin skredfarevurdering (NVE, 2026; NVE/Multiconsult, 2023). Sort toveispil viser aktuell strekning for etablering av skredsikringstiltak i overkant av Fjellveien. Omfangsbestemmelse og detaljprosjektering av tiltaket må utføres i en senere planfase.

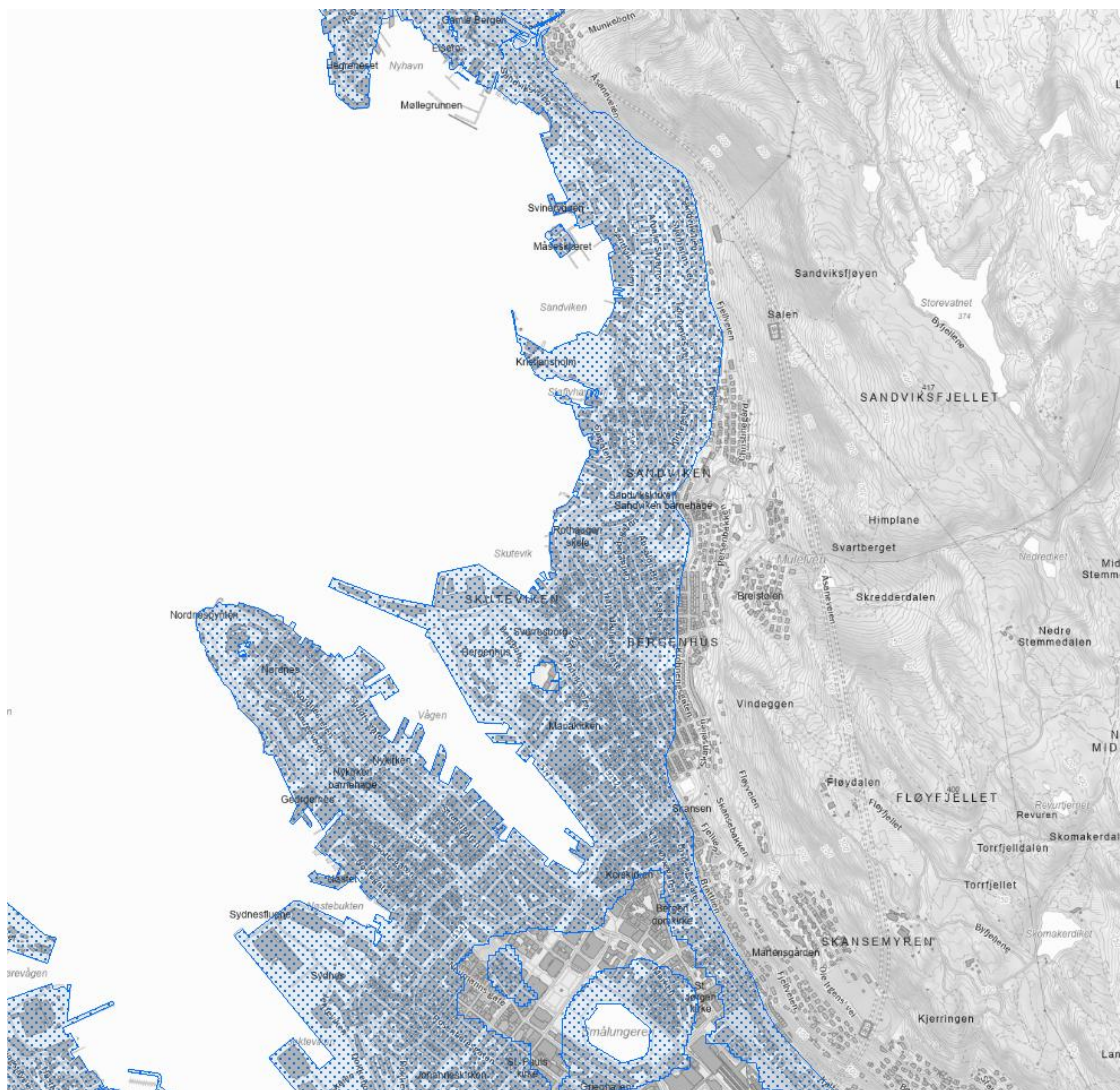
Oppsummering sårbarhet

Med beskrevne tiltak for å sikre steinsprang fra eksisterende bergskjæringar ved midlertidig riggområde på Koengen og over påhugget ved Heggebakken, vurderes sårbarheten som liten.

4.3.2 Sårbarhetsvurdering – ustabil grunn (områdestabilitet og setninger)

Områdestabilitet

Planområdene ligger under marin grense og innenfor aktsomhetsområde for kvikkleireskred (NVE Atlas), se figur 4-7. Det skal derfor gjøres en vurdering av områdeskredfare iht. NVEs veiledning 1/2019 Krav til sikkerhet mot kvikkleireskred (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2019), for å svare ut kravet om å avklare reell skredfare senest på siste plannivå (Kommunal- og distriktsdepartementet, 2018).



Figur 4-7: Aktsomhetsområde kvikkleireskred (NVE Atlas).

Det er i RA-B-015 Geoteknisk rapport (Norconsult Norge AS, 2026) vurdert at mer eller mindre hele strekningen er under marin grense og har generelt såpass stor terrenghelning at man er innenfor det som defineres som aktsomhetsområder for kvikkleireskred iht. NVE veileder 1/2019. Totalt sett foreligger det informasjon fra et stort totalt antall av tidligere og nylige utførte geotekniske grunnundersøkelser, og det er ikke påvist eller mistanke om sprøbruddmateriale eller kvikkleire i noen punkt langs trasé for Bybane eller sykkelrute. Utredning kan dermed avsluttes direkte på det som er angitt som steg 5-7 i veilederen uten behov for videre utredning.

Det er ikke fare for områdeskred.

Setninger

Andre forhold knyttet til ustabil grunn er setninger som følge av uønsket påvirkning på grunnvann ved bygging av bybanetunnel og underjordisk holdeplass på strekningen Heggebakken – Sandviken. Hydrogeologiske forhold og vurderinger er omtalt i fagrapportene RA-B-017 Hydrogeologisk rapport for tunnel Heggebakken – Sandviken (Norconsult Norge AS, 2026) og RA-B-004 Ingeniørgeologisk og hydrogeologisk rapport (Norconsult Norge AS, 2026). Følgende forhold trekkes frem som særlig utfordrende:

Den regionale grunnvannstrømningen er fra høyereliggende områder i øst og nordøst mot Vågen og Vågsbunn i vest. I sentrum ligger grunnvannstanden relativt grunt under terreng. I umiddelbar nærhet til Vågen påvirkes grunnvannstanden av variasjoner i flo og fjære.

Problemstillinger rundt grunnvann i Bergen sentrum er i hovedsak knyttet til kulturlag. Kulturlag som ligger under grunnvannstand, blir beskyttet av at det under grunnvannstand er lite tilførsel av oksygen. Oksygen fører til forvitring av kulturlag som består av organisk materiale. Ved reduksjon av grunnvannstand grunnet endringer i dreneringsforhold vil kulturlag forvitte raskere pga. økt tilgang på oksygen. Dette vil kunne føre til setninger på bygg og infrastruktur fundamentert på kulturlag og føre til at fredede kulturlag blir ødelagt for evig tid eller kommer i dårligere forfatning. Ved bl.a. Sandbrogaten, Bryggen, Hanseatisk museum og Vågsbunn er det fredede kulturlag som er spesielt viktig å ta vare på.

Det er derfor viktig at tiltak gjøres for at grunnvannstand ikke reduseres som følge av Bybanen, og etterfølger krav fra Riksantikvaren. Tiltak som fører til en stabil grunnvannstand, vil være positivt. Aktuelle tiltak vil være å tette berget rundt tunnel, holdeplassen, vendesløyfen, sjakter og tunnelpåhugg ved forinjeksjon, og eventuelt etablere vanntett udrenert utstøping av tunnelprofilen. Det vil være nødvendig med midlertidige infiltrasjonsbrønner ved tunnelpåhugg og langs den søndre delen av tunnelanlegget og holdeplassen. Det vil være behov for omfattende overvåkning av grunnvann i både løsmasser og berg som kan registrere eventuell grunnvannssenkning under anleggsfasen. Overvåkningsprogrammet må etableres minimum ett år før byggestart og fortsette i lang tid etter tunnelen er ferdigstilt (flere år), for å kunne fange opp ev. permanent grunnvannssenkning.

Selv med omfattende tiltak kan det likevel ikke utelukkes helt at tiltaket kan påvirke grunnvannet i ømfintlige områder med fredede kulturlag. Sårbarheten i samfunnssikkerhetssammenheng er knyttet til tap av materielle verdier, og vurderes som moderat sårbar. Det gjøres ingen ytterligere risikoanalyse av denne faren da de hydrogeologiske fagrapportene gir den beste faglige tilnærmingen for vurdering av dette.

4.3.3 Sårbarhetsvurdering – flom i vassdrag

Planområdene ligger innenfor aktsomhetsområde for flom ved Sandviken, se figur 4-8. Det skal derfor gjøres en vurdering av flomfare, for å svare ut kravet om å avklare reell flomfare senest på siste plannivå (Kommunal- og distriktsdepartementet, 2018). I tidligere planarbeider for Bybanen er det lagt til grunn at banetraseen skal tilfredsstille kravene til sikkerhetsklasse F2 i TEK17 (Norconsult Norge AS, Asplan Viak, 2023).



Figur 4-8: Aktsomhetsområde flom (NVE Atlas).

Det er i forbindelse med planarbeidet utarbeidet en flomfarevurdering for Muleelven mellom Fjellveien og utløp i sjø ved Sandviken (Norconsult Norge AS, 2026). Det er i dag ingen synlige bekkeløp i området. Flomsonekart er utarbeidet som følge av at kulvert fra Fjellveien til sjøen er kollapset/tett og gjelder for dagens situasjon. Historisk sett har det vært tilfeller av tett kulvert eller kollaps i kulverten som har medført skader i området. Vi mener derfor at det er rett å vurdere en situasjon der man ikke medregner kapasitet i

bekkelukkingen for å vurdere flomfaren fra vassdrag. Det er utarbeidet flomfarekart for 200-årflom med klimapåslag i Muleelven, der det er brukt 40% klimapåslag på beregnet 200-årsflom.

Flomberegningen bygger på resultat fra flomberegninger for dammene i vassdraget og som er godkjent av NVE etter regelverket i gjeldende damsikkerhetsforskrift. Flomberegningen er tillagt klimapåslag etter anbefalinger fra NVE og verdier fra oppdatert klimaframskrivning.

Utbredelsen av vassdragsflom i terrenget er basert på simuleringer på digital høydemodell for dagens situasjon.

Flomvurderingen viser at området vil være utsatt for flom fra Muleelvassdraget. Beregnet kapasitet i kulvert uten tilstopping er ikke utført i denne rapporten, men tidligere beregninger har indikert kapasitet på 11-15 m³/s.

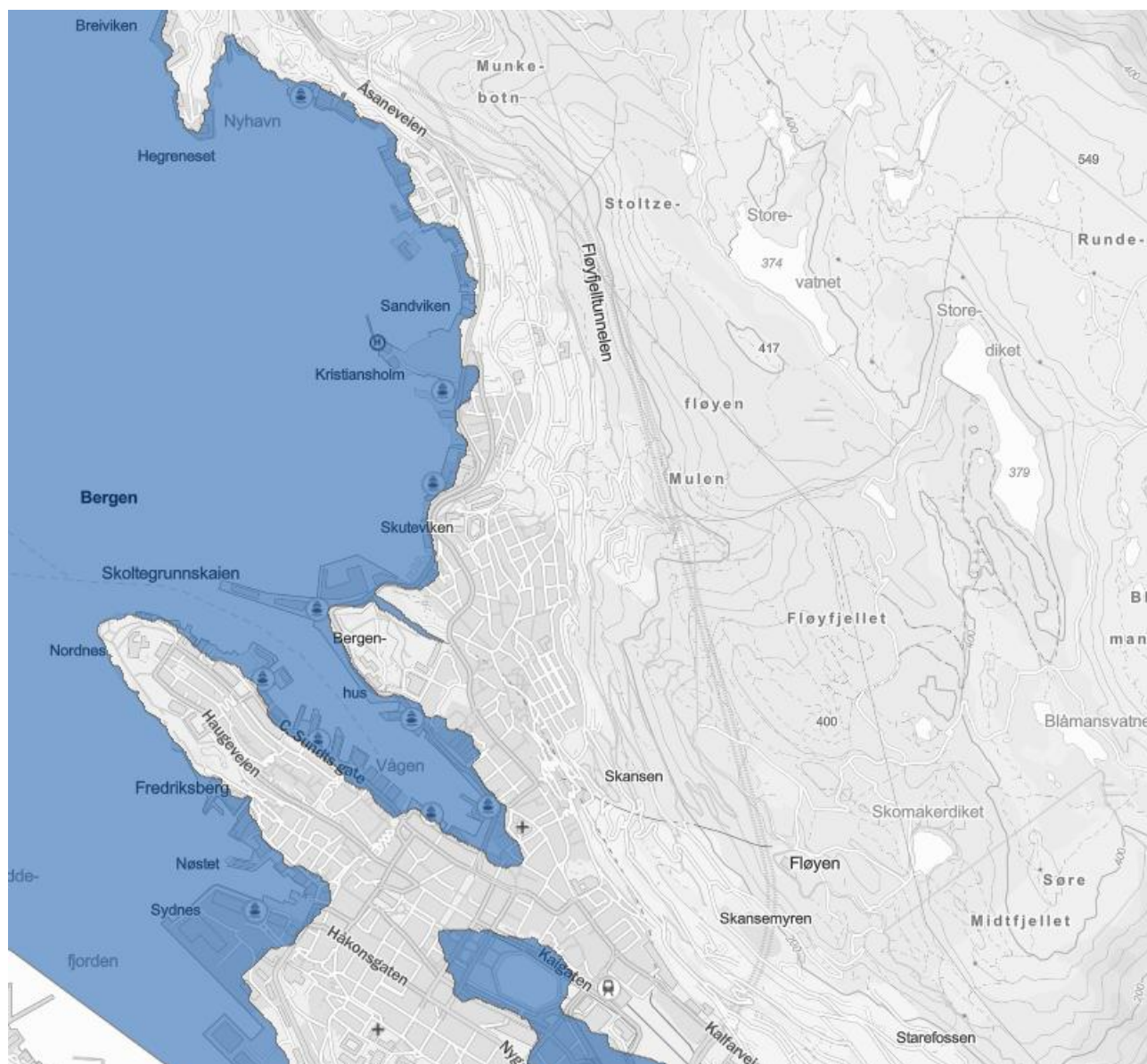
Simuleringene viser at flomvannet i stor grad vil følge eksisterende veinett. Simulerte vanddyp er i stor grad lave og simulert vannhastighet varierer også. Simuleringene viser en forholdsvis stor andel av vannføringen i området ved krysset Kirkegaten- Ladegårdsagaten – Sandviksveien vil kunne flomme over muren og ned på Sjøgaten. Og en del av flomvannføringen vil følge Johan Mohrs gate nordover/nedover mot Sjøgaten og renne ut i sjø lenger nord.

Fremtidig 200-årsstormflo er beregnet til kote 2,20 moh. og er inkludert klimafremskriving og landheving. For vurdering av flomutbredelse fra vassdragsflom er det brukt kote 1,90 moh. for nivå for fremtidig 1-årsstormflo som nedre grensebetingelse.

Det anbefales generelt at tiltak legges utenfor flomsoner. Ved tiltak innenfor flomsonen må det sikres at kravene til sikker byggegrunn er oppfylt (dimensjonering eller sikring mot flom). Dette gjelder også fare for erosjon. Det må videre sikres at tiltaket ikke utsetter tilstøtende terreng for økt flomrisiko, som følge av tiltaket. Gitt dette vurderes sårbarheten knyttet til flom fra vassdrag som liten.

4.3.4 Sårbarhetsvurdering – havnivåstigning, stormflo og bølgepåvirkning

Planområdene ligger utsatt for fremtidig havnivå og 200 års stormflo i år 2100, se kartutsnittet nedenfor.

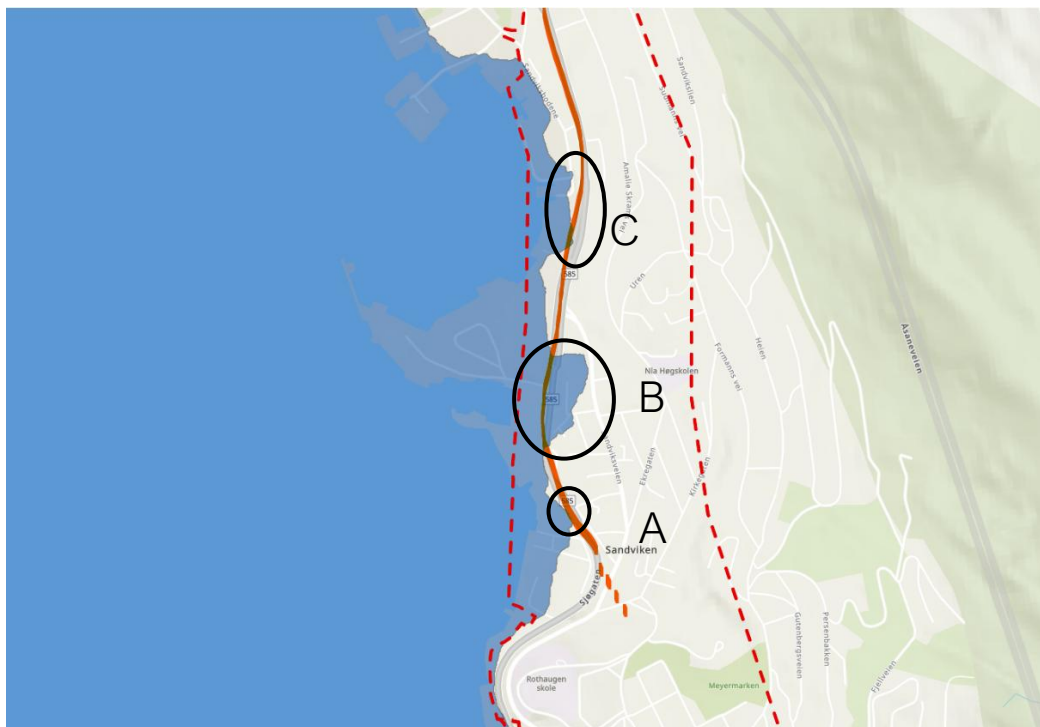


Figur 4-9: Aksomhetsområde stormflo 200-år i 2100. Vannstand +2,41 m NN2000 (Norconsult).

Banetraseen

I tidligere planarbeider for Bybanen er det lagt til grunn at banetraseen skal tilfredsstille kravene til sikkerhetsklasse F2 i TEK17 (Norconsult Norge AS, Asplan Viak, 2023). Dette innebærer at bybanetraseen må sikres mot den samlede effekten fra stormflo- og bølgepåvirkning med 200-års returperiode inkludert havnivåstigning fram til år 2100.

I forbindelse med dette planforslaget er det gjort vurderinger av trygge kotehøyder og forslag til avbøtende tiltak mot effekten fra stormflo og bølger for planområdet (Norconsult Norge AS, 2026), der de utsatte områdene er angitt som A, B og C.



Figur 4-10: Blå skravur viser oversvømte områder i en 200 års stormflo situasjon i år 2100. Vannstand +2,41 m NN2000. Den oransje linjen viser omtrentlig planlagt bybanetrasé. Områdene A, B og C langs planlagt banetrasé risikerer å bli oversvømt av stormflo og/eller bølgeoppskyll.

Kravene til sikkerhet mot stormflo og bølger kan oppfylles ved å enten legge banetraseen på flomsikkert nivå eller ved å tilpasse den slik at den tåler påkjenningene. På generelt grunnlag er det anbefalt at nye byggverk inkludert banetraseen legges på et flomsikkert nivå, da oversvømmelse vil gi innstillinger i avganger og kan føre til korrosjon på skinnene. I lavtliggende områder kan det likevel være aktuelt å tillate oversvømmelse der andre hensyn veier tyngre. Det forutsettes da at traseen tilpasses slik at det ikke fører til fare for menneskeliv eller større materielle skader.

For å tilfredsstille kravene til flomsikkerhet iht. TEK17 § 7-2 må Bybanen legges på minimum +2,2 m NN2000 og aller helst på minimum +2,41 m NN2000. I tillegg må det sikres mot effekten fra bølger. Analysen i denne rapporten har konkludert med at bølger ikke utgjør noen spesiell fare. Det forutsettes da at Bybanen legges på landsiden av Sjøgaten i område A og landsiden av Sandviksveien i område C, og at terrenget ligger med fall mot sjøen eller vekk fra Bybanen.

Av hensyn til tilpasning mot eksisterende kulturminner og flomveier, er det utfordrende å legge skinnegangene over kote +1,78 m NN2000 ved Sandvikstorget. Det tilsvarer 40 cm under 200 års stormflonivå inkludert antatt havnivåstigning iht. Kartverkets verdier.

Ved å legge skinnegangene på kote +1,78 m NN2000 vil banetraseen være godt rustet mot flom de neste årene. Det er først når havet stiger som antatt at traseen kan oversvømmes. Ved å legge til grunn klimascenario SSP 3-7,0 +83-prosentil finner vi følgende:

- I år 2026 tilsvarer kote +1,78 m NN2000 en stormflohendelse med gjentakintervall rett i underkant av 1 000 år iht. Norconsults beregninger, og godt over 1 000 år iht. Kartverkets beregninger.

- Dersom havet stiger som antatt fram mot år 2050, tilsvarer kotehøyden et stormflonivå med gjentaksintervall på 30 år iht. Norconsults beregninger og rundt 1000 år iht. Kartverkets beregninger.
- I år 2100 vil risikerer man at banen oversvømmes ca. en til to ganger iht. Kartverkets og Norconsults beregninger dersom havet stiger som antatt.

Avhengig av hvilket beregningsunderlag man velger og hvor mye havet faktisk vil stige, kan man konkludere med at oversvømmelse på grunn av stormflo og havnivåstigning først kan bli et problem fra og med år 2050 og utover. Dersom havet stiger som antatt, vil Sandvikstorget oversvømmes ca. en gang hvert andre år i 2100.

De materielle konsekvensene ved oversvømmelse kan holdes lave ved å benytte materialer som tåler vann, samtidig som faren for tap av menneskeliv anses som usannsynlig, da man kan forutsi når stormflo vil inntreffe på forhånd.

De materielle konsekvensene ved oversvømmelse av banetraseen vurderes som begrensede. Sårbarheten ligger i valg av materialer på konstruksjoner/skinner og oversvømmelse av teknisk anlegg som kan ta skade av flom. De materielle skadene kan begrenses ved å benytte materialer som tåler oversvømmelse, samtidig som teknisk infrastruktur sikres mot vanninntrenging eller flyttes til flomsikkert område.

Sjøsprøyt og stormflo kan legge et ugunstig belegg på skinnene (Statens Havarikommisjon for Transport, 2015). Etter en hendelse med oversvømmelse / sterk storm med sjøsprøyt bør det utføres kontroller som sikrer at risiko identifiseres og tiltak iverksettes før man åpner opp Bybanen for trafikk. Det er også viktig at førerne er oppmerksomme på relevante farer, oppdaterer ledelsen om forholdene langs banen og tar dette med i vurderingen av hastighet.

Konsekvenser ved oversvømmelse vil først og fremst være innstillinger i avganger, noe som vil påvirke trafikanter og kollektivreisende. Ved å tillate oversvømmelse bør det gjennomføres en analyse av konsekvensene det gir for trafikksikkerheten og fremkommeligheten under ekstreme stormflohendelser.

Oversvømmelse vil kunne føre til korte nedstenginger av Bybanen i framtiden. Ved å legge seg på +1,78 m NN2000 og tilhørende nødvendige stengninger på grunn av stormflo, vil man være innenfor målet om at banen skal operativ 99,9% av tiden. Men det må vurderes sammen med Bergen kommune og Statsforvalteren om de samfunnsmessige konsekvensene forårsaket av nedetid ved stormflo kan aksepteres.

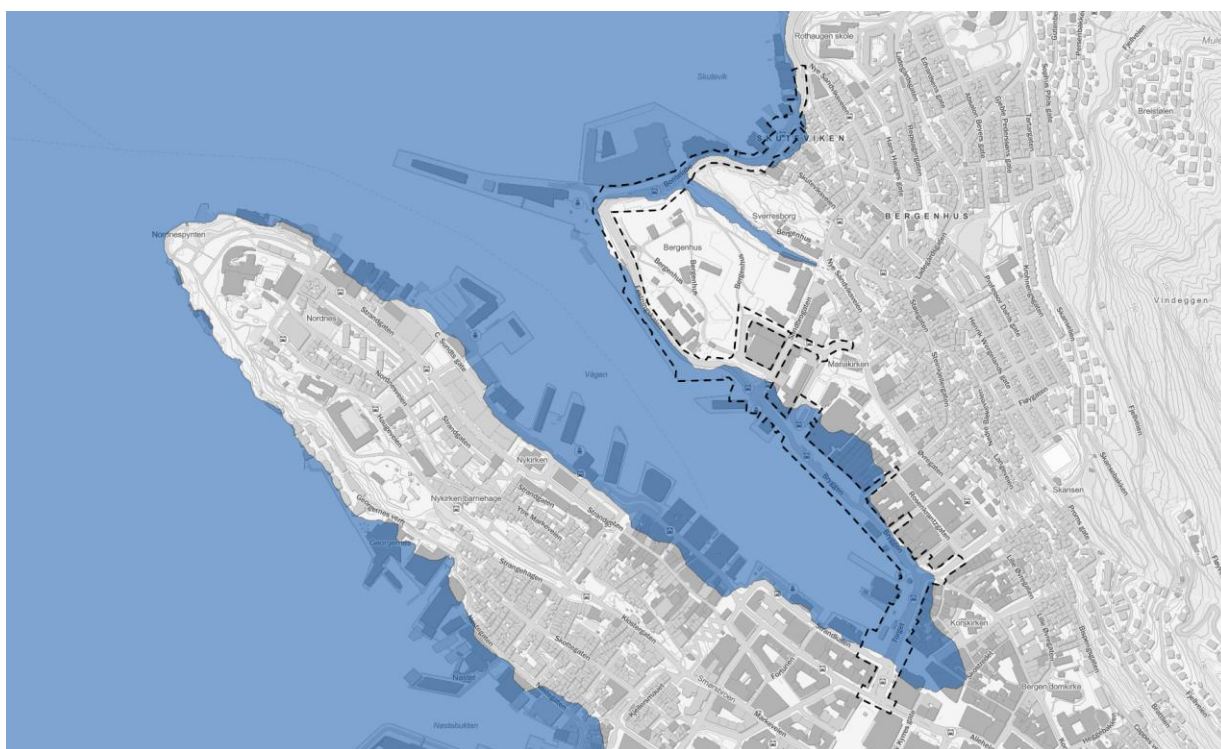
Mulige avbøtende tiltak:

- Utforme holdeplassen på Sandvikstorget slik at den tåler oversvømmelse.
- Unngå etablering av sporveksler i områder som kan oversvømmes for å redusere fare for rust på bevegelige deler som følge av sjøvann.
- Unngå etablering av teknisk infrastruktur (for eksempel likerettere) i områder som kan oversvømmes.
- Sikre teknisk anlegg mot vanninntrenging
- Spyling/rensing av skinner kan være aktuelt for å redusere fare for rust etter oversvømmelse/sjøsprøyt i tørrværs perioder.
- Det er mulig å forutsi og melde når og hvor høy vannstand vil opptre på forhånd. Dette vil redusere faren og eventuelle beredskapstjenester kan varsles før hendelsen inntreffer.

- Ved lavbrekk, som er utsatt mot stormflo, bør man utforme terrenget for at det raskt og sikkert skal kunne etableres midlertidig flomvern ved hjelp av mobile løsninger.
- Buss for bane ved å følge for eksempel Sandviksveien og Nye Sandviksveien mellom holdeplassen på Munkebotn og Allehelgens gate. Denne strekningen har allerede flere bussholdeplasser, og er uansett planlagt med parallell bussrute.

Sykkeltraseen

Figur 4-11 viser oversvømte områder i en 200-års stormflo i år 2100 og plangrensen for Hovedsykkelrute Torget Skuteviken: PlanID: 71730000. Fra figuren ser man at lengre strekninger av sykkelveien risikerer å bli oversvømt. Sykkelveien må derfor tilpasses slik at den tåler belastningen fra oversvømmelse og man må sørge for at faren for menneskeliv er redusert til et akseptabelt nivå.



Figur 4-11 Oversvømte arealer i en 200-års stormflo i år 2100. Vannstand +2,41 m NN2000. Svart stiplet strek viser plangrensen for sykkelveien.

Stormflo regnes som en saktevoksende flom og medfører normalt ikke direkte fare for menneskeliv. Vannstanden stiger gradvis over timer i takt med tidevannet, lavtrykk og sterk pålandsvind. Dette gir som regel god tid til evakuering og sikring. Livstruende situasjoner kan oppstå i situasjoner med sammenfallende høye bølger, indirekte gjennom skader på annen infrastruktur, lite oversiktlige områder hvor bølgeoppskyll kan komme overraskende på brukere og/eller i isolerte områder uten retrett muligheter.

Vågen er bare delvis skjermet mot bølger fra nordvestlige retninger. Det anslås at 200-års signifikant bølgehøyde ligger rundt 0,8 m langs Festningskaiaen og 0,5–0,6 m ved Bryggen. Stormflo i Bergen er i hovedsak forbundet med pålandsvind fra sørvest. Ved sørvestlige vindretninger er Vågen imidlertid godt skjermet mot bølger. Sammenfall mellom høy vannstand og høye bølger inne i Vågen vurderes derfor som

mindre sannsynlig. Derimot ligger terrenget ved Bryggen og Torget forholdsvis lavt, og det kan ikke utelukkes at vannstanden kan nå opp til eller over kaikanten også ved nordvestlige vindretninger.

Mellom Torget og Bradbenken er oversikten mot sjøen god samtidig som det finnes mange retrettmuligheter til tørt land mellom bygningsmassen. Brukere av sykkelveien vil kunne oppfatte faren ved bølger og stormflo fra avstand. Det vurderes som OK at sykkelveien ligger på begge sider av fylkesveien langs denne strekningen med tanke på fare fra bølger og stormflo.

Langs Festningskaaien mellom Bradbenken og sørenden av Skoltegrunnskaaien ligger kaikant mellom kote +1,5 og +1,9 m før terrenget stiger gradvis mot fylkesvei 577. Ved dimensjonerende 200-års stormflo kan vannstanden stå opp til fylkesveien. Selv om sannsynligheten er lav for at høy vannstand opptrer samtidig med høye bølger inne i Vågen, kan vi ikke utelukke at en viss vannstrøm fra bølger kan skylle opp til sykkelveien. Avstanden til sjøen er forholdsvis lang og bølgene vil dempes ut før de treffer sykkelveien. Derimot finnes det få retrett muligheter opp til Håkonshallen langs denne strekningen.

Fra nordsiden av Skoltegrunnskaaien og videre østover mot Skuteviken ligger kystlinjen direkte eksponert mot fjordbølgene dannet i Byfjorden. Her ligger fylkesvei 577 på landsiden av flere bygninger som danner en bølgebarriere. På øst- og vestsiden av Bontelabo ligger terrenget rundt +1,9 m NN2000. Eventuelle bølger som skyller inn mot fylkesveien langs byggets flanker vil dempes ut og spres før de treffer sykkelveien. Bølgeoppskyllet av en viss størrelse er kun aktuelt mellom bygningene i svingen vest for Skuteviksbryggen i den svarte sirkelen vist i figur 4-12. Også ved Skuteviken vil bølger kunne skylle opp mellom bygningene, men vannstrømmen vil dempes over land før de treffer sykkelveien.

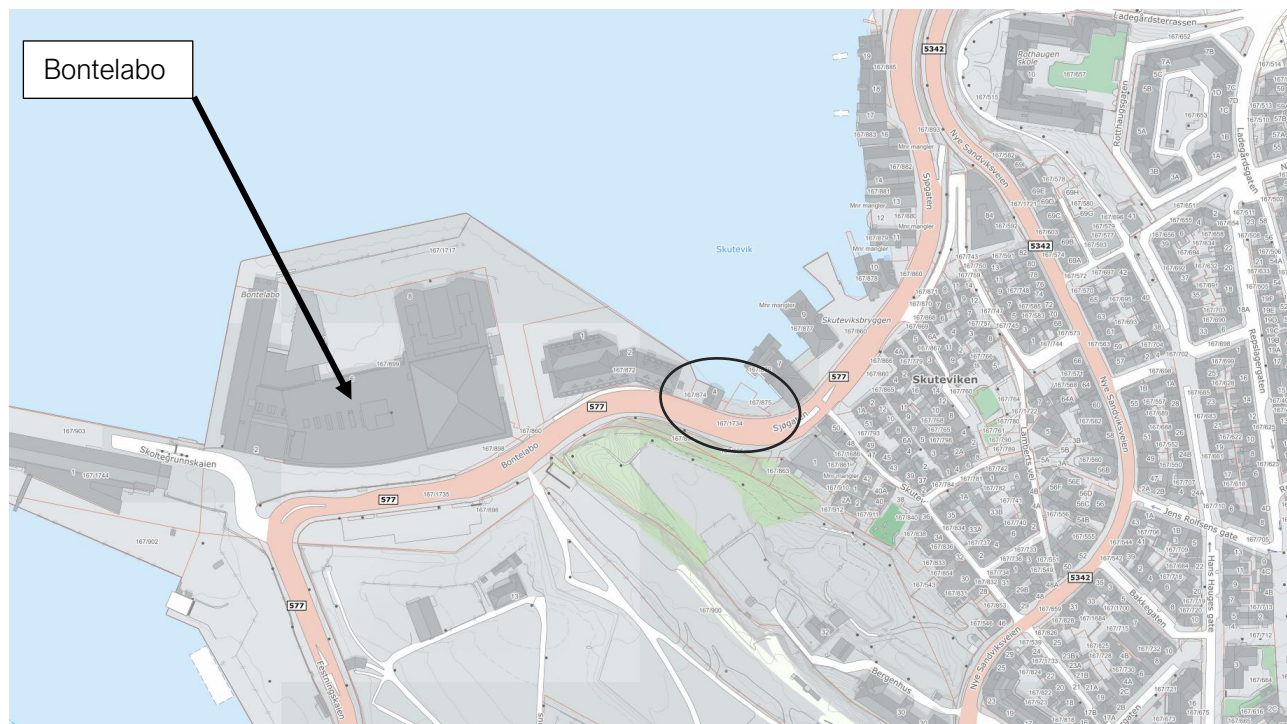
Det konkluderes med at det er trygt å benytte sykkelveien i normalsituasjoner, men at sykkelveien må stenges i perioder med oversvømmelse ved meldt høy vannstand. Faren for menneskeliv som følge av bølgeoppskyllet vurderes som lav. I ekstreme tilfeller kan bølgeoppskyllet gjøre syklistene våte, men vil ikke være av en størrelse som gir større personskader eller dra dem tilbake i sjøen. Det forutsettes da at sykkelveien ligger på landsiden av fylkesvei 577 mellom Bradbenken og Skuteviken.

Det foreligger restrisiko i svingen ved den svarte sirkelen i figur 4-12 i tilfeller der vannstanden står omtrent på nivå med fylkesveien. Her kan syklistene komme tørrskodd fra begge retninger og hvor bølgeoppskyllet kan skape et overraskelsesmoment. En forhøyning av den eksisterende kanten, som ligger langs kystlinjen, kan vurderes for å redusere bølgeoppskyllet mot fylkesveien og sykkelveien.

En sykkelvei tåler normalt å stå under vann i noen timer uten større materielle skader. Det er først i kombinasjon med høye bølger at det kan oppstå skader på asfalten og/eller utvasking av veikroppen. Langs strekningene hvor bølgene kan oppnå en viss størrelse er sykkelveien anlagt på landsiden på fylkesveien. Det anses som lite sannsynlig at bølger og stormflo kan gi skader på sykkelveien. Noe opprydding etter en

stormflohendelse må regnes med i større deler av byen inkludert sykkelveien. Eventuell infrastruktur som legges i eller med sykkelveien må sikres mot vanninntrenging.

Hovedutfordringen ved høy vannstand er framkommelighet. Det finnes omkjøringsmuligheter mellom Torget og Skuteviken/Sandviken som kan benyttes ved meldt høy vannstand. Avbøtende tiltak inkluderer stenging av fylkesveien/sykkelveien og skilting om omkjøringsmuligheter.



Figur 4-12 Skuteviken. Størst fare for bølgeoppskyll er identifisert ved den svarte sirkelen.

Oppsummering sårbarhet

Planområdene og tiltak vurderes med disse forutsetningene og tiltakene som lite til moderat sårbare, og sårbarheten er hovedsakelig knyttet til mulig tap av materielle verdier.

4.3.5 Sårbarhetsvurdering – ekstremnedbør/overvann

Det er forventet at fremtidens klima vil medføre mer nedbør i Norge, og periodevis ekstremnedbør. I Klimaprofil for Vestland (Klimaservicesenteret, 2025) er det gjort vurderinger av forventede klimaendringer.

Årsnedbøren i Vestland er beregnet å øke med ca. 10 %. Nedbørmengden for døgn med svært kraftig nedbør forventes å øke med cirka 5 %.

Det er tidligere anbefalt et klimapåslag på minst 40 % på dimensjonerende nedbør på regnskyll som varer under 3 timer. Denne tilrådingen kan fremdeles benyttes. Dersom en ønsker en mer nyansert tilnærming for

ulike varigheter og gjentakintervall, kan det benyttes et klimapåslag på dimensjonerende nedbør som vist i tabellen nedenfor.

Tabell 4-1: Klimapåslag på dimensjonerende nedbør (Kilde: Klimaservicesenteret)

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

Det er i VA-rammeplanene som er utarbeidet til planområdene beskrevet at det ikke er tillatt å slippe økte overvannsmengder inn på offentlig ledningsnett. Overvannet må håndteres lokalt i tråd med VA-normen for Bergen kommune, «Retningslinjer for overvannshåndtering», samt i tråd med Kommunedelplan overvann.

Det legges opp til at de fleste sluk og sandfang langs tiltaket (veg/sykkelveg/fortau), bybanetraseen og i tilhørende sideareal etableres som enten standard eller grunne infiltrasjonssandfang. Dette vil være gunstig både for å kunne oppfylle krav om å ikke øke overvannsmengden til offentlig nett samt bidra til å opprettholde vannbalansen i området. Der det er en fare for at grunnvannstanden kan bli for høy må det etableres overløpssystem for håndtering av overskytende vannmengder. Løsning med grunne sandfang er særlig viktig i områder med fare for konflikt med kulturlag.

Overvannsnettets i planområdene 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 både oppstrøms og i planområdene. Alle nedslagsfelt i planområdene (unntatt B2 Fredens bolig) vil ha utløp til resipient (Indre Vågen, Byfjorden eller Lille Lungegårdsvann) som er betraktet som nedstrøms felt. Vannstand i resipient vil påvirke kapasitet på overvannsnettets og det må vurderes behov for tilbakeslagssikring for utløpsledningene ved detaljprosjektering.

Med nødvendig klimapåslag og videre prosjektering iht. VA-rammeplanene, vurderes planområdene som lite til moderat sårbare for ekstremnedbør/overvann.

4.3.6 Sårbarhetsvurdering – brann i anleggsfase

Planområdene ligger i et ubygget område, men med trær og vegetasjon mot nordøst i nordlig del. Faren for skogbrann er blant annet knyttet til naturlige forhold som treslag, alder og skoggrunn. Antennelse av nærliggende bygg kan også være en fare. Årsaken til brann er derimot nesten alltid menneskelig aktivitet¹. Dette kan være blant annet anleggsaktivitet, og sårbarheten øker når det i tillegg er tørt og varmt.

¹ Kronikk: Også ditt ansvar å unngå skogbrann | Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (dsb.no)

Planområdene vurderes moderat sårbart for brann i anleggsfasen, og det er utført en risikoanalyse i vedlegg 1.

4.3.7 Sårbarhetsvurdering – transport av farlig gods

Ifølge DSBs kartinnsynsløsning transporteres det per i dag farlig gods i Småstrandgaten, Torget, Bryggen, Slottsgaten og Sandbrogaten, innenfor planområdene. 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).

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. Planområdene og planlagt tiltak vurderes som lite sårbart for transport av farlig gods.

4.3.8 Sårbarhetsvurdering - VA-anlegg/-ledningsnett, elektroanlegg og datakommunikasjon

VA-anlegg

I teknisk forprosjekt (Norconsult Norge AS, 2026) beskrives at tiltaket i området vil i hovedsak bestå av omlegginger av eksisterende VA-anlegg som kommer i konflikt med planlagte vei- og banetiltak. Omlagte ledninger planlegges i hovedsak med samme dimensjon/kapasitet som eksisterende ledninger. Tiltaket i seg selv har lite behov for VA-anlegg eller tilknytning til eksisterende nett. Det begrenser seg til etablering av nye vannledninger frem til tunnelportal for å sikre tilstrekkelig brannvannsdekning til tunnelene samt etablering av overvanns- og drenssystem tilhørende vei og bane.

Bybanen skal etableres som fastspor med en fundamentplate av betong som ofte dekker dagens veiareal der store deler av eksisterende ledningsanlegg er etablert. Det er ikke tillatt å etablere langsgående VA-ledninger under Bybanen med unntak av Bybanens interne drenssystem. Planlagte ledningstraseer som etableres parallelt med Bybanen må sikres tilkomst i forhold til fremtidig tilsyn, fremgraving og vedlikehold. Vannledninger som krysser under Bybanesporet eller plattform/holdeplass skal ha varerør. Ved videre detaljprosjektering må bruk av varerør for andre ledningsanlegg vurderes for hvert enkelt tilfelle. Tilkomst til planlagte VA-ledninger må sikres i detaljprosjektering.

På avløpsanlegget skal det tilrettelegges for fremtidig separering av eksisterende avløpfellesledninger opp- og nedstrøms planområdet. Der det er mulig utføres separering av overvann fra planlagt avløpfellessystem. Eksisterende overløpsledninger skal ivaretas, men vil i fremtidig situasjon fungere som overvannsledninger. Separering på fellesnettet vil forbedre kapasiteten på avløpsnettet i aktuelle områder og redusere mengden overvann som føres til renseanlegg.

Vannforsyning i området skal i hovedsak legges om i nye traseer utenom banelegemet. Det skal ikke utføres noen endringer i forhold til kapasitet eller trykk. Planforslaget vil opprettholde og forbedre forsyningssikkerheten for vann i planområdet ved å skifte ut gamle rør og etablere nye overføringsledninger. Brannvannsdekning i området skal være uendret i forhold til dagens situasjon.

Signalanlegg

Teknisk forprosjekt (Norconsult Norge AS, 2026) beskriver også signalanlegg. I tilknytning til vegene og gatene vil det bli etablert signalanlegg som i vegtrafikklovgivningen benevnes trafikksignalanlegg. Beskrivelsen omfatter kryss og kryssingssteder som i teknisk plan og reguleringsplan er forutsatt signalregulert med trafikksignalanlegg. Bybanen vil ha eget prioriteringssystem med egne detektorer som sikrer Bybanen absolutt prioritet i alle trafikksignalanleggene. Bybanen vil få grønt/klart signal før den ankommer kryssingspunktet. Egen utkwitteringsdetektor til Bybanen sikrer hurtig veksling til en fase med grønt signal for øvrige trafikanter.

Ett eksisterende signalanlegg på planstrekningen er forutsatt fjernet/tatt ned. Åtte eksisterende signalanlegg vil bli vesentlig endret. Det er forutsatt at seks nye signalanlegg etableres. I ett eksisterende signalanlegg endres trafikkmengdene slik at det blir behov for endring av programmering av styringen i gjennomføringsfasen. Av disse totalt 16 ligger 9 anlegg i sentrum og 7 anlegg i Sandviken.

Elektroanlegg

Elektroanlegg knyttet til reguleringsplan og teknisk forprosjekt omfatter følgende anlegg:

- Banestrømanlegg og kontaktledningsanlegg
- 50 Hz lavspenningsanlegg og teleanlegg tilknyttet baneanlegget
- Belysning
- Omlegging av eksisterende elektrotekniske kraftkabler og telekabler grunnet konflikt med den planlagte traseen.

Banestrømanlegget skal sikre at Bybanen har tilstrekkelig elektrisk kraft. For reguleringsplan og teknisk forprosjekt omfatter dette i hovedtrekk regulering av areal for plassering av likeretterstasjoner og strømforsyning til likeretterstasjonene. Langs den planlagte traseen er det trange byrom, med potensielle konflikter med kulturlag og øvrig teknisk infrastruktur. Av den grunn er det i tillegg gjort vurderinger utover det som anses som normalt ved en reguleringsplan, for å sikre byggharhet for kontaktledningsanlegget. Dette innebærer forslag til plassering av KL-master og veggfester.

Teknisk forprosjekt (Norconsult Norge AS, 2026) omtaler risiko og valg av løsninger for elektroanleggene, herunder spesielle forhold knyttet til elektroanlegget på den underjordiske holdeplassen.

Oppsummering sårbarhet

Med vurderingene og de beskrevne tiltakene som er utført i teknisk forprosjekt vurderes sårbarheten knyttet til dette temaet som liten.

4.3.9 Sårbarhetsvurdering – trafikkforhold

De sentrale sikkerhetsutfordringer på strekningen er der Bybanen krysser eller går i samme trasé som tyngre kjøretøyer, krysser sykkelvei eller der det er forventet høy tetthet av gående. For å sikre et akseptabelt risikonivå på hele sentrumsstrekningen er det planlagt risikoreduserende tiltak.

Hastighet på Bybanen i sentrum påvirker risikonivå for påkjørsel av gående og syklende. Maks hastighet på strekningen er 30 km/t. En Bybanevogn vil ha en nødstopplengde på ca. 30 meter ved en hastighet på 30 km/t. Vognfører kjører på sikt i sentrumsområdet, dvs. at den skal tilpasse hastigheten etter forholdene slik at trafikksikkerheten blir ivaretatt.

Det er gjort vurderinger av trafikksikkerhet i planarbeidet. Vurderingene har tatt sikte på å belyse i hvilken grad plangrepet reduserer risikoen for ulykker med alvorlige konsekvenser, særlig ulykker med høy skadegrad og alvorlige personskader. I den forbindelse er konfliktsituasjoner mellom førere av motorkjøretøy og myke trafikanter (fotgjengere og syklister) det viktigste, siden disse gruppene er mest sårbare ved trafikkulykker.

RAMS-vurderinger

I den overordnede RAMS-vurderingen for hele strekningen (Norconsult Norge AS, 2026) beskrives at trafikksikkerhetsutfordringene på strekningen knytter seg særlig til samspill mellom bybane, buss, øvrig veitrafikk og myke trafikanter i områder med begrenset areal og komplekse trafikkmønstre. Dette gjelder både i sentrum og i Sandviken hvor Bybanen skal integreres i et tett bymiljø.

For å tilrettelegge for planlagt høy frekvens på strekningen fra sentrum til Sverresborg holdeplass (vendeanlegget), skal tunnelen deles inn i flere blokkstrekninger. Dette muliggjør at flere bybanevogner kan befinne seg i tunnelen samtidig. En konsekvens av denne løsningen er imidlertid at en bybanevogn som begynner å brenne inne i tunnelen, ikke nødvendigvis vil kunne kjøre helt frem til plattform. Dette avviker fra et viktig premiss som har ligget til grunn for tidligere byggetrinn. Dette forholdet medfører behov for nærmere vurdering, inklusivt behov for eventuelle risikoreduserende tiltak og tilhørende beredskap, herunder håndtering av hendelser i tunnel.

Det er ikke identifisert uønskede hendelser for traseen fra Kaigaten til Sandviken som vurderes å medføre at sikkerheten ikke er ivaretatt på strekningen, forutsatt at identifiserte risikoforhold håndteres videre.

På grunn av smale gater langs bybanetraseen er det ikke hensiktsmessig å følge Statens vegvesens krav om rekkverk mellom veibanen og bybanesporet. Det var derfor nødvendig å søke om fravik fra Statens vegvesens krav 3.4-1 i håndbok N101 Trafikksikkert sideterreng og veisikringsutstyr. For fravik fra rekkverkskrav er utfordringen at kjøretøy mister kontrollen og kommer inn i sporet. Det ble foreslått tilstrekkelig høyde på kantstein som tiltak for å redusere risikoen for at kjøretøy kommer inn i sporet. På grunn av lav sannsynlighet og begrenset konsekvens vurderes risikonivået uten rekkverk som akseptabelt.

Farer og tiltak som er vurdert for strekningen dokumenteres i en RAM- og farelogg. Dette legger til rette for systematisk oppfølging og lukking av forholdene i senere planfaser.

Anleggsfasen

Reguleringsplanen vil medføre tungt anleggsarbeid langs hele strekningen over flere år. For område Sentrum og område Sandviken vil den største tyngden av arbeidene omfatte omlegging av eksisterende teknisk infrastruktur innenfor fremtidig banetrasé, etterfulgt av bygging av banespor, baneinfrastruktur, kjøreveier, gang/ sykkel-veier og sideområder. De største anleggstekniske utfordringene for begge områdene er mangelen på tilgjengelig plass i byggetid, nærheten til boliger og næringsdrivende, samt behovet for å hele tiden ivareta trafikk gjennom anleggsområdene med spesielt fokus på kollektiv og myke trafikanter.

Planer for trafikkavvikling og beredskap må hensynta flere forhold:

- Se på løsninger for kollektivtrafikken og redningsetatene i trafikalt influensområde, og vise hvordan nevnte trafikantgrupper blir ivaretatt. Kollektivtransportens konkurranseevne skal opprettholdes i anleggsfasen.
- Myke trafikanter skal ivaretas på en god måte.
- Det må vurderes hvilke avbøtende tiltak som må gjennomføres for å oppnå akseptable trafikale konsekvenser.
- Arbeid med gjennomføringsplan for bybaneprojektet i sentrumsområdene skal løse det som er nødvendig for å bygge banen og hovedsykkeltur. Samtidig må tiltakene sees i sammenheng med andre prosjekter som også påvirker trafikken (bl.a. tunneloppgraderingsprosjekter). Vestland fylkeskommune og Statens vegvesen skal koordinere arbeidet med bygging av BT5 og Fløyfjelltunnelen nord og sør.
- Kartlegge hendelser og stengningssituasjoner i dagens Fløyfjelltunnelen. I tillegg til en plan for planlagte stengninger, skal det utarbeides en beredskapsplan som viser hvordan uforutsette hendelser blir håndtert.

Oppsummering sårbarhet

Overordnet vurderes trafikksikkerheten som en forbedring i forhold til dagens situasjon, da en i flere områder får tydeligere separering av trafikantgrupper og sterkt redusert mengde motorisert trafikk. Det er behov for nærmere vurdering av farer knytte til at flere bybanevogner kan befinne seg i tunnelen samtidig, inklusivt behov for eventuelle risikoreduserende tiltak og tilhørende beredskap, herunder håndtering av hendelser i tunnel. Det vil for øvrig bli utført en trafikksikkerhetsrevisjon som skal sørge for at trafikksikkerheten blir ivaretatt. Sårbarheten knyttet til trafikkforhold vurderes samlet som liten.

4.3.10 Sårbarhetsvurdering – sårbare bygg

Det ligger sårbare bygg, slik dette er definert av DSB, med nærhet til planområdene. Det vil være nødvendig å hensynta disse byggene, både i anleggsfase og i ferdig løsning. Spesielt nevnes barnehagen ved Asylplassen 1 som ligger tett på anleggsområdet.

Det er gjennom planforslaget gjort et overordnet grep med prioritering av gående og syklende. Generelt er fotgjengere høyst 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.

4.3.11 Sårbarhetsvurdering – tilsiktede handlinger

Bybanen i Bergen er i utgangspunktet lite utsatt for alvorlige tilsiktede handlinger. Det vil imidlertid være lokale forskjeller, med bakgrunn i banens tilliggende attraktive mål for terrorisme eller kriminalitet. Det kan også være forskjell i metode og målvalg mellom Bybanens hovedadministrasjon og samferdselsanlegg.

Trusselen for politisk motivert vold i Norge har vært relativt stabil de siste årene. Kollektivtrafikk i seg selv, vurderes ikke til å være spesielt utsatt. Trusselen retter seg først og fremst mot ekstremistenes meningsmotstandere, folkemengder og symbolmål. Det forventes økt voldsutøvelse fra personer med alvorlig psykisk sykdom.

Det presiseres at denne beskrivelsen av tilsiktede handlinger er basert på gjeldende nasjonale trusselvurderinger (Politiets sikkerhetstjeneste, 2026) (Politidirektoratet, 2026). Bybanens anlegg i Bergen er omfattende og vil preges av lokale forskjeller. Det vil kunne oppstå kontroversielle saker med stort engasjement enten rettet mot Bybanen eller områder som Bybanen trafikkerer. Dessuten kan den nasjonale eller lokale trusselvurderingen endres. Det anbefales derfor at kommunen har god dialog med Vest politidistrikt, for tidlig kunne avdekke endringer.

Som del av dette reguleringsplanarbeidet og teknisk forprosjekt er det også gjennomført flere sikringsvurderinger. Vurderingene er dokumentert i egne rapporter og notater, og bygger på en overordnet verdi-, funksjons- og trusselbeskrivelse for analyseobjektene. Rapportene og notatene er unntatt offentlighet.

Vurderingene omfatter blant annet holdeplasser, vendingsarrangement, tunnelportaler og foreslåtte traseer. Det er sett særskilt på underjordisk holdeplass og vendingsarrangement ved Sverresborg, ny holdeplassløsning i Kaigaten, nye holdeplasser i Munkebotn og ved Sandvikstorget, samt tunnelportaler i Sjøgaten og Heggebakken.

Flere av vurderingene anbefaler tiltak på bakgrunn av identifiserte sårbarheter, og danner samlet et grunnlag for å vurdere sikringsrelaterte sårbarheter, relevante trusler og behov for risikoreduserende tiltak i det videre arbeidet. Notatene og rapportene viser samlet at prosjektet vurderes som gjennomførbart fra et sikringsmessig ståsted, forutsatt at identifiserte sikringstiltak og anbefalinger følges opp i videre prosjektering og gjennomføring.

Planområdene og tiltaket vurderes som lite til moderat sårbart.

5 Konklusjon og oppsummering av tiltak

5.1 Konklusjon

Planområdene 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 og setninger)
- Flom i vassdrag
- Havnivåstigning, stormflo og bølgepåvirkning
- Ekstremnedbør/overvann
- Brann i anleggsfase
- Transport av farlig gods
- VA-anlegg/-ledningsnett, kraftforsyning og datakommunikasjon
- Trafikkforhold
- Sårbare bygg
- Tilsiktede handlinger

Planområdene fremsto med forhøyet sårbarhet for skogbrann i anleggsfasen. Det ble derfor utført en hendelsesbasert risikoanalyse for denne hendelsen. Det ble vurdert akseptabel risiko, men der tiltak skal vurderes. Det er fremmet tiltak om å sikre god brannberedskap i tørre perioder, i forbindelse med anleggsarbeidet.

Det er videre avdekket fare for grunnvannssenkning med påfølgende setninger ved bygging av bybanetunnel og underjordisk holdeplass på strekningen Heggebakken – Sandviken. Med hensyn til samfunnssikkerhet så er dette knyttet til tap av materielle verdier.

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

5.2 Oppsummering av tiltak og oppfølging

Tabell 5-1: Oppsummering av tiltak.

Fare	Sårbarhets- og risikoreduserende tiltak
Skredfare bratt terreng	Ved midlertidig riggområde på Koengen og over påhugget ved Heggebakken er kartlagt fare for steinsprang fra eksisterende bergskjæringer. Dette skal ivaretas av rensk og sikring i detaljprosjektering.

Fare	Sårbarhets- og risikoreduserende tiltak
Ustabil grunn (områdestabilitet og setninger)	Geoteknisk vurdering konkluderer med at det ikke er fare for områdeskred i planområdene. Når det gjelder fare for setninger ved bygging av bybanetunnel og underjordisk holdeplass på strekningen Heggebakken – Sandviken så er det anbefalt tiltak for å redusere denne faren i form av systematisk forinjeksjon av tunneler og forskjæringer, samt vanntett udrenert utstøping på tunnelstrekningen med det strengeste tettekravet. I tillegg må det etableres et overvåkningsprogram for grunnvann i berg og løsmasser, samt beredskap med midlertidige vanninfiltrasjonsbrønner. Muligheten for at tiltaket kan påvirke grunnvannet i ømfintlige områder med fredede kulturlag kan likevel ikke utelukkes helt.
Flom i vassdrag	Det er utført en flomfarevurdering knyttet til Mulelven (Norconsult Norge AS, 2026) der det er utarbeidet flomfarekart for 200-årflom med klimapåslag. Det er brukt 40% klimapåslag på beregnet 200-årsflom. Det anbefales generelt at tiltak legges utenfor flomsoner. Ved tiltak innenfor flomsonen må det sikres at kravene til sikker byggegrunn er oppfylt (dimensjonering eller sikring mot flom). Dette gjelder også fare for erosjon. Det må videre sikres at tiltaket ikke utsetter tilstøtende terreng for økt flomrisiko, som følge av tiltaket.
Havnivåstigning, stormflo og bølgepåvirkning	<u>Banetraseen</u> Oversvømmelse vil kunne føre til korte nedstenginger av Bybanen i framtiden. Ved å legge seg på +1,78 m NN2000 og tilhørende nødvendige stengninger på grunn av stormflo, vil man være innenfor målet om at banen skal operativ 99,9% av tiden. Mulige avbøtende tiltak er anbefalt: • Utforme holdeplassen på Sandvikstorget slik at den tåler oversvømmelse. • Unngå etablering av sporveksler i områder som kan oversvømmes for å redusere fare for rust på bevegelige deler som følge av sjøvann. • Unngå etablering av teknisk infrastruktur (for eksempel likerettere) i områder som kan oversvømmes. • Sikre teknisk anlegg mot vanninntrenging • Spyling/rensing av skinner kan være aktuelt for å redusere fare for rust etter oversvømmelse/sjøsprøyt i tørrværs perioder. • Det er mulig å forutsi og melde når og hvor høy vannstand vil opptre på forhånd. Dette vil redusere faren og eventuelle beredskapstjenester kan varsles før hendelsen inntreffer. • Ved lavbrekk, som er utsatt mot stormflo, bør man utforme terrenget for at det raskt og sikkert skal kunne etableres midlertidig flomvern ved hjelp av mobile løsninger.

Fare	Sårbarhets- og risikoreduserende tiltak
	- Buss for bane ved å følge for eksempel Sandviksveien og Nye Sandviksveien mellom holdeplassen på Munkebotn og Allehelgens gate. Denne strekningen har allerede flere bussholdeplasser, og er uansett planlagt med parallell bussrute. <u>Sykkeltraseen</u> - Vurderingene legges til grunn at sykkelveien ligger på landsiden av fylkesvei 577 mellom Bradbenken og Skuteviken. - Det foreligger restrisiko i svingen ved den svarte sirkelen i figur 4-12 i tilfeller der vannstanden står omtrent på nivå med fylkesveien. En forhøyning av den eksisterende kanten, som ligger langs kystlinjen, kan vurderes for å redusere bølgeoppskyllet mot fylkesveien og sykkelveien. - Eventuell infrastruktur som legges i eller med sykkelveien må sikres mot vanninntrenging. - Hovedutfordringen ved høy vannstand er framkommelighet. Det finnes omkjøringsmuligheter mellom Torget og Skuteviken/Sandviken som kan benyttes ved meldt høy vannstand. Avbøtende tiltak inkluderer stenging av fylkesveien/sykkelveien og skilting om omkjøringsmuligheter.
Ekstremnedbør/overvann	Overvannshåndteringen skal legges til grunn nødvendig klimapåslag og videre prosjektering skal gjøres iht. VA-rammeplanene for planområdene.
Brann i anleggsfase	Det må etableres forsvarlig brannberedskap under anleggsarbeidet, og sikres adkomst for utrykningskjøretøy (TEK17 § 11-17). Brannvernkrav for bygge- og anleggsplasser må etterleves. Det vises også til <i>Veileder for å beskytte bebyggelse mot skogbrann i Norge</i> (RISE Fire Research AS, 2024).
VA-anlegg/-ledningsnett, kraftforsyning og datakommunikasjon	VA-tiltak i planområdet vil i hovedsak bestå av omlegginger av eksisterende VA-anlegg som kommer i konflikt med planlagte vei- og banetiltak. Omlagte ledninger planlegges i hovedsak med samme dimensjon/kapasitet som eksisterende ledninger. Risiko og valg av løsninger for elektroanleggene, herunder spesielle forhold knyttet til elektroanlegget på den underjordiske holdeplassen, er vurdert i teknisk forprosjekt. Ett eksisterende signalanlegg på planstrekningen er forutsatt fjernet/tatt ned. Åtte eksisterende signalanlegg vil bli vesentlig endret. Det er forutsatt at seks nye signalanlegg etableres.
Trafikkforhold	Det skal utarbeides en trafiksikkerhetsrevisjon som skal bidra til at trafiksikkerheten for prosjektet blir ivaretatt. I anleggsfasen skal planer for trafikkavvikling og beredskap hensynta flere forhold:

Fare	Sårbarhets- og risikoreduserende tiltak
	• Se på løsninger for kollektivtrafikken og redningsetatene i trafikalt influensområde, og vise hvordan nevnte trafikantgrupper blir ivaretatt. Kollektivtransportens konkurranseevne skal opprettholdes i anleggsfasen. • Myke trafikanter skal ivaretas på en god måte. • Det må vurderes hvilke avbøtende tiltak som må gjennomføres for å oppnå akseptable trafikale konsekvenser. • Arbeid med gjennomføringsplan for bybaneprosjektet i sentrumsområdene skal løse det som er nødvendig for å bygge banen og hovedsykkelrute. Samtidig må tiltakene sees i sammenheng med andre prosjekter som også påvirker trafikken (bl.a. tunneloppgraderingsprosjekter). Vestland fylkeskommune og Statens vegvesen skal koordinere arbeidet med bygging av BT5 og Fløyfjelltunnelen nord og sør. • Kartlegge hendelser og stengningssituasjoner i dagens Fløyfjelltunnelen. I tillegg til en plan for planlagte stengninger, skal det utarbeides en beredskapsplan som viser hvordan uforutsette hendelser blir håndtert.
Sårbare bygg	Det er skoler, barnehager og sykehjem som vil bli berørt av tiltaket og som det vil være nødvendig å hensynta, både i anleggsfase og i ferdig løsning. Det er gjennom planforslaget gjort et overordnet grep med prioritering av gående og syklende. I anleggsfasen må trygg skoleveg sikres for myke trafikanter gjennom SHA-vurderinger.
Tilsiktede handlinger	Bybanens anlegg i Bergen er omfattende og vil preges av lokale forskjeller. Det vil kunne oppstå kontroversielle saker med stort engasjement enten rettet mot Bybanen eller områder som Bybanen trafikkerer. Dessuten kan den nasjonale eller lokale trusselvurderingen endres. Det anbefales derfor at kommunen har god dialog med Vest politidistrikt, for tidlig kunne avdekke endringer. Tiltak som fremkommer i egne sikringsvurderinger som er utført i planarbeidet må følges opp. Disse er fremmet på bakgrunn av identifiserte sårbarheter, og gir grunnlag for risikoreduserende tiltak i det videre arbeidet.

6 Vedlegg 1 – Risikoanalyse

Hendelse 1 – Brann i anleggsfasen

Drøfting av sannsynlighet:

Planområdet ligger i et ubygget område, men med trær og vegetasjon mot nordøst i planområdets nordlige del. Det har vært 29 oppdrag knyttet til brann i skog/utmark i Bergen kommune i perioden 2016-2025 (brannstatistikk.no). Forventede klimaendringer øker sannsynligheten for flere lange tørkeperioder og dermed en mulig økning i antall skogbranner i årene som kommer.

Antennelse av nærliggende bygg kan også være en fare, og det er mange eldre bygg tett på planområdene.

Det vurderes som sannsynlig at brann kan oppstå som følge av anleggsarbeid i planområdene.

Drøfting av konsekvens:

Liv og helse: Det vil vanligvis være god tid til evakuering, og en brann ved planområdene vurderes å ha liten konsekvens for menneskers liv og helse.

Stabilitet: En slik hendelse vil kunne medføre at områder i nærheten av planområdene vil måtte evakueres. En slik evakuering vil kunne oppleves som brudd i stabilitet slik dette er definert i kriteriene for analysen. Konsekvens vurderes som middels - kortvarig skade på eller tap av stabilitet.

Materielle verdier: En brann i anleggsfasen har potensial til å påføre tap av bygninger, kjøretøy, infrastruktur, mv. I tillegg kommer samfunnskostnader til slokkearbeid. Konsekvens vurderes som stor i dette området.

Oppsummering:

	Sannsynlighet					Konsekvens					Risiko		
Verdi	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5			
Liv og helse			x				x				x		
Stabilitet			x					x				x	
Materielle verdier			x						x				x

Tiltak: Det må etableres forsvarlig brannberedskap under anleggsarbeidet, og sikres adkomst for utrykningskjøretøy (TEK17 § 11-17). Brannvernkrav for bygge- og anleggsplasser må etterleves. Det vises også til Veileder for å beskytte bebyggelse mot skogbrann i Norge (RISE Fire Research AS, 2024).

Referanser

Direktoratet for byggkvalitet. (2017). *Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift – TEK 17). FOR-2017-06-19-840*. Direktoratet for byggkvalitet.

Direktoratet for byggkvalitet. (2017). *Veiledning om tekniske krav til byggverk*. Direktoratet for byggkvalitet.

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. (2017). *Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging*. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap.

DS0 - Vurdering av skredfare. Bybanen til Åsane - BT5. Reguleringsplan med teknisk forprosjekt. (2022). Norconsult.

Klimaservicesenteret. (2025). *Klimaprofil for Hordaland*.

Kommunal- og distriktsdepartementet. (2018). *H-5/18 Samfunnssikkerhet i planlegging og byggesaksbehandling*.

Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2008). *Lov om planlegging og byggesaksbehandling*.

Multiconsult. (2023). NVE Ekstern rapport nr. 12/2023. Faresoneutredning skred i bratt terreng - Bergen kommune. NVE.

NOAV. (2020). *NO-DSF-010: DSF – Skredfarevurdering påhuggsområder*.

Norconsult Norge AS. (2026). *Flomvurdering Mulelven. NBF-8. NO-B-018*.

Norconsult Norge AS. (2026). *Ingeniørgeologisk og hydrogeologisk rapport for OB3*.

Norconsult Norge AS. (2026). *NO-B2-002 Georisikoanalyse - Bybanen BT5 Sentrum-Sandviken*.

Norconsult Norge AS. (2026). *NO-B3-003 Stormflo og bølgepåvirkning ved Sandviken, Bergen*.

Norconsult Norge AS. (2026). *RA-B-015 Geoteknisk rapport*.

Norconsult Norge AS. (2026). *RA-B-017 Hydrogeologisk rapport for tunnel Heggebakken-Sandviken*.

Norconsult Norge AS. (2026). *RA-B-039 RAMS-vurdering*.

Norconsult Norge AS. (2026). *Teknisk forprosjekt. Bybanen. Delstrekning Kaigaten - Sandviken*.

Norconsult Norge AS, Asplan Viak. (2023). *RA-DS0-011 Bybanen til Åsane - BT5. Reguleringsplan med teknisk forprosjekt*.

Norges vassdrags- og energidirektorat. (2014). *NVEs retningslinjer nr. 2-2011: Flaum og skredfare i arealplanar*. Norges vassdrags- og energidirektorat.

Norges vassdrags- og energidirektorat. (2019). *NVE veiledning 1/2019: Krav til sikkerhet mot kvikkleireskred*.

Norsk standard. (2021). *NS 5814:2021 Krav til risikovurderinger*. Norsk standard.

NVE. (2026). *NVE Atlas*. Hentet fra <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas>

NVE/Multiconsult. (2023). *Faresoneutredning skred i bratt terreng - Bergen kommune.*

Politidirektoratet. (2026). *Politiets trusselvurdering.*

Politiets sikkerhetstjeneste. (2026). *Nasjonal trusselvurdering.*

RISE Fire Research AS. (2024). *Veileder for å beskytte bebyggelse mot skogbrann i Norge. RISE-report 2024:23.*

Statens Havarikommisjon for Transport. (2015). *RAPPORT OM SAMMENSTØT MELLOM TOG 411 OG ENDEBUTT I SPOR 23 PÅ TRONDHEIM SENTRALSTASJON, TRØNDERBANEN MANDAG 9. FEBRUAR 2015.*

Statens vegvesen. (2020). *Veileder for risiko- og sårbarhetsanalyser i vegplanlegging . Statens vegvesen.*