

E39 Fløyfjelltunnelen sør, ROS-analyse Plan

Plan-ID 70820000



Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver: Statens vegvesen

Tittel på rapport: E39 Fløyfjelltunnelen sør, ROS-analyse Plan

Oppdragsnavn: E39 Fløyfjelltunnelen sør, Reguleringsplan

Oppdragsnummer: 631033-09

Utarbeidet av: Trygve Andresen, Lene Lindhardt Hammer

Oppdragsleder: Bente Elin Fauske

Tilgjengelighet: Åpen

01	25. nov. 2022	Nytt dokument	TA, LLH	GAS, LT
Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS

Forord

Asplan Viak har vært engasjert av Statens Vegvesen, divisjon utbygging, avdeling utbygging vest, for å utarbeide reguleringsplan for E39 Fløyfjelltunnelen sør i Bergen kommune. Planen ses i sammenheng med planlegging av bybanen fra sentrum til Åsane, hvor det planlegges forlengelse av Fløyfjelltunnelen til Eidsvåg. Eksisterende del av Fløyfjelltunnelen har smalt profil (ca. T8), og skal oppgraderes i tråd med tunnelsikkerhetsforskriften. Både teknisk utstyr og sikkerhetsløsninger skal bli bedre, i tillegg til at tunnelen får tunnelprofil etter dagens standard (T9,5) og forberedes for tovegstrafikk i ett løp ved stenginger, noe som vil skjerme Bergen sentrum for gjennomgangstrafikk.

ROS-analysen er utarbeidet iht. metodikk for denne type analyser som er beskrevet i DSBs veileder for ROS-analyse i planleggingen (2017).

Bergen, 25.11.2022

Bente Elin Fauske
Oppdragsleder

Geir Arild Slettemark, Linda Telle
Kvalitetssikrer

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	6
1.1. Forutsetninger og avgrensninger	6
1.2. Begreper og forkortelser	7
1.3. Styrende dokumenter	8
1.4. Grunnlagsdokumentasjon	9
2. Om analyseobjektet	11
2.1. Planområdet	11
2.2. Naturgitte forhold og omgivelser	13
2.3. Anleggsfasen	14
3. Metode	16
3.1. Innledning	16
3.2. Fareidentifikasjon	16
3.3. Sårbarhetsvurdering	17
3.4. Risikoanalyse	17
3.5. Sårbarhets- og risikoreducerende tiltak	20
3.6. Krav i N200	20
3.7. Utarbeidelse av rapporten	21
4. Vurdering	22
4.1. Innledende farekartlegging Fløyfjelltunnelen sør	22
4.2. Vurdering av usikkerhet	24
4.3. Sårbarhetsvurdering Fløyfjelltunnelen sør	24
4.4. Risikovurdering Fløyfjelltunnelen sør	30
4.5. Konklusjon Fløyfjelltunnelen sør og oppsummering av tiltak	32

Sammendrag

Med utgangspunkt i reguleringsplanforslag for Fløyfjelltunnelen sør er det gjennomført en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse). Denne er utført i tråd med DSB sin veileder Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging (DSB, april 2017) og etterkommer plan- og bygningslovens krav om ROS-analyser ved all planlegging (jf. plan- og bygningsloven §4-3).

Reguleringsplan for Fløyfjelltunnelen sør utgjør søndre del av framtidig oppgradert og forlenget Fløyfjelltunnel fra Nygårdstangen til Eidsvåg. Denne planen beskriver oppgradering av dagens Fløyfjelltunnel iht. Tunnelsikkerhetsforskriften og muliggjøring av tovegstrafikk i hvert av løpene. Oppgraderingen omfatter bygging av to nye tunnellop parallelt med dagens løp. Dagens portaler på Nygårdstangen skal beholdes, det vil si at nye løp skal kobles mot eksisterende løp helt i sør mot Nygårdstangen. Ferdig tunnel får fullgod standard med tunnelprofil T9,5. I tillegg skal det etableres en overgangssone på tvers av viaduktene på Nygårdstangen for å tilrettelegge for tovegstrafikk ved stengt tunnel.

Planområdet strekker seg fra viaduktene på Nygårdstangen og ca. 2500 m inn i dagens Fløyfjelltunnel. Tilgrensende reguleringsplaner beskriver forlengelsen av Fløyfjelltunnelen til Eidsvåg og anleggstunnelen mot saltimporttomten.

Det er utarbeidet en egen risikoanalyse for ulike risikofaktorer i permanent situasjon for ny komplett Fløyfjelltunnel, både forlenget del og Fløyfjelltunnelen Sør, etter at tiltaket er fullført. Det er også utarbeidet en ingeniørgeologisk rapport for Fløyfjelltunnelen sør, i tillegg til andre lovpålagte plandokumenter som del av planforslaget.

Planområdet fremstår generelt, med de tiltak som er beskrevet, som moderat sårbart. Det har blitt gjennomført en innledende fareidentifikasjon og påfølgende sårbarhetsvurdering av de temaer som fremsto som relevante. Følgende farer har blitt identifisert og utredet:

- Skredfare fra bratt terreng (anleggsfase)
- Grunnforhold
- Transport av farlig gods
- Grunnvannsbrønn (anleggsfase)
- Fremkommelighet for utrykningskjøretøy (anleggsfase)
- Sårbare transportsystemer (veg og jernbane)

Ingeniørgeologisk rapport har vurdert tiltaket til å plasseres i pålitelighetsklasse RC4. Dette som følge av de store samfunnskonsekvensene en eventuell funksjonssvikt vil ha før, under og etter bygging. I tillegg har prosjektet en kompleks anleggsfase, både med tanke på trafikkavvikling, men også byggeteknisk med etablering av bergrom med store spennvidder. Rapporten gir anbefalinger til tiltak og videre forundersøkelser. Med de gitte anbefalinger vurderes sårbarheten som liten til moderat.

Planområdet og tiltaket er vurdert som moderat sårbart for transport av farlig gods, og det er gjennomført en risikoanalyse der hendelser fremstår med et akseptabelt risikonivå. Dette med bakgrunn i gjennomført risikoanalyse for hele Fløyfjelltunnelen som risikovurderte ulike trafikkfarlige situasjoner i permanent situasjon

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.

Arbeid på eksisterende viadukter på Nygårdstangen og over jernbaneterminalen må utføres i henhold til gjeldende regelverk for arbeidsvarsling gitt i håndbok N301. Søknad om arbeid nær jernbanespor må sendes til Bane Nor. Sikkerhet i anleggsfasen vurderes å bli ivaretatt gjennom søknadsprosessene.

Etter justeringer i henhold til foreslåtte risikoreduserende tiltak vurderes den totale risikoen i planforslaget til å være akseptabel.

1. Innledning

Hensikten med ROS-analyser er å bidra til den enkeltes trygghet for liv, helse og eiendom, og å bidra til å ivareta samfunnets evne til å fungere teknisk, økonomisk og institusjonelt, og hindre en utvikling som truer viktige forutsetninger for dette (DSB 2017).

Det stilles krav til risiko- og sårbarhetsanalyse i alle planer for utbygging etter plan- og bygningsloven, jf. Pbl. §4-3. Denne ROS-analysen er utarbeidet av Asplan Viak AS som en del av planforslaget.

1.1. Forutsetninger og avgrensninger

Følgende forutsetninger og avgrensninger er gjeldende for denne analysen:

- ROS-analysen er en overordnet og kvalitativ grovanalyse.
- Det er gjort relevante ROS- og temavurderinger som det henvises til i denne rapporten, blant annet gjennom Risikoanalyse for hele Fløyfjelltunnelen, teknisk forprosjekt, og ingeniørgeologisk rapport.
- Analysen er avgrenset til temaet samfunnssikkerhet slik dette brukes av Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB).
- Analysen omfatter faremomenter 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 det ikke avdekkes helt spesielle forhold i anleggsfasen som har betydning.
- Analysen omhandler enkelthendelser, og det er også vurdert en sammenfallende hendelse.

1.2. Begreper og forkortelser

<i>Eksisterende barrierer</i>	Barrierer som begrenser sannsynlighet og/eller konsekvens for en uønsket hendelse. F.eks. flomvoll.
<i>Fare</i>	Forhold som kan føre til en uønsket hendelse
<i>Konsekvens</i>	Tap av verdier som følge av en uønsket hendelse
<i>Risiko</i>	Produkt av sannsynlighet og konsekvens for en uønsket hendelse
<i>Risikoanalyse</i>	Systematisk framgangsmåte for å beskrive risiko
<i>Risiko-reducerende tiltak</i>	Tiltak som reduserer sannsynlighet eller konsekvens for en uønsket hendelse.
<i>Samfunnssikkerhet</i>	Evnen samfunnet har til å opprettholde viktige samfunnsfunksjoner og ivareta borgernes liv, helse og grunnleggende behov under ulike former for påkjenninger.
<i>Sannsynlighet</i>	Uttrykk for hvor trolig en hendelse er og for hvor ofte den opptrer.
<i>Stabilitet</i>	Innebærer en vurdering av eventuelle forstyrrelser i dagliglivet på grunn av svikt i kritiske samfunnsfunksjoner og manglende dekning av behov hos befolkningen.
<i>System</i>	Viktige samfunnsfunksjoner og offentlig infrastruktur. F.eks. fysisk teknisk infrastruktur, varslingssystemer og elektronisk infrastruktur.
<i>Sårbarhet</i>	Evne til å motstå virkninger av en uønsket hendelse (høy sårbarhet er det motsatte av robusthet). F.eks. kapasitet til å håndtere overvann.
<i>Usikkerhet</i>	Vurdering av kunnskapsgrunnlaget som ligger til grunn for ROS-vurderingen.
<i>Uønsket hendelse</i>	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

1.3. Styrende dokumenter

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

Tabell 1.3 Styrende dokumenter

Ref.	Tittel	Dato	Utgiver
1.3.1	NS 5814:2021 Krav til risikovurderinger	2021	Standard Norge
1.3.2	Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)	2008	Kommunal- og moderniseringsdepartementet
1.3.3	Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift - TEK 17). FOR-2017-06-19-840	2017	Kommunal- og moderniseringsdepartementet
1.3.4	Veiledning om tekniske krav til byggverk	2017	Direktoratet for byggkvalitet
1.3.5	Brann- og eksplosjonsvernloven	2002	Justis- og beredskapsdepartementet
1.3.6	Storulykkeforskriften	2016	Justis- og beredskapsdepartementet
1.3.7	Forskrift om strålevern og bruk av stråling	2016	Helse- og omsorgsdepartementet
1.3.8	Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging	2017	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
1.3.9	NVEs retningslinjer nr. 2-2011: Flaum og skredfare i arealplanar, revidert 22. mai 2014	2014	Norges vassdrags- og energidirektorat
1.3.10	Retningslinjer for Fylkesmannens bruk av innsigelse i plansaker etter plan- og bygningsloven	2010	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
1.3.11	Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning	2018	Kommunal- og moderniseringsdepartementet
1.3.12	Forskrift om håndtering av eksplosjonsfarlig stoff	2002	Justis- og beredskapsdepartementet

1.4. Grunnlagsdokumentasjon

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

Tabell 1.4 Grunnlagsdokumentasjon

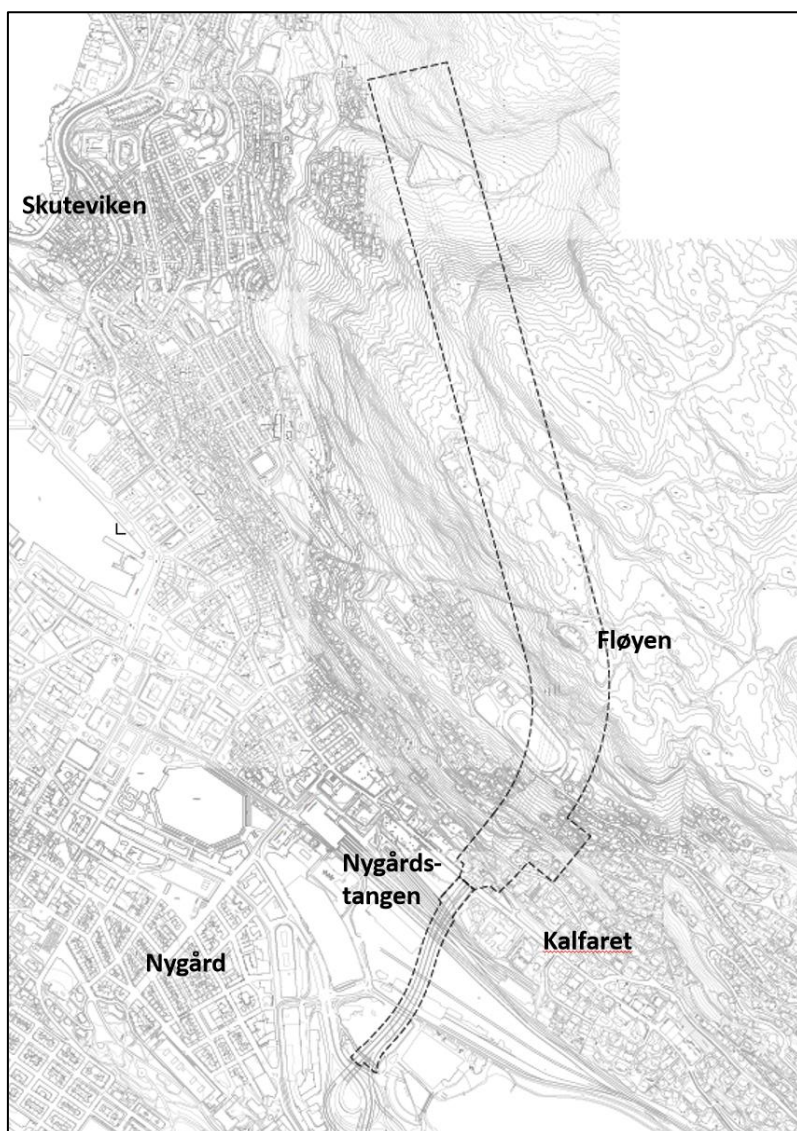
Ref.	Tittel, beskrivelse	Dato	Utgiver
1.4.1	Reguleringsplan og teknisk forprosjekt Fløyfjelltunnelen sør. Planbeskrivelse, teknisk forprosjekt, VA-rammeplan	Foreløpig	Asplan Viak og Norconsult
1.4.2	Risikoanalyse Fløyfjelltunnelen (utført i forbindelse med bybaneprosjekt)	2021-12-17	Norconsult og Asplan Viak
1.4.3	Temautredninger til reguleringsplan E39 Fløyfjelltunnelen sør Fløyfjelltunnelen sør, Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan.	2022-10-28	Asplan Viak
1.4.4	ROS-analyse til kommuneplanens arealdel 2018	08.11.2018	Bergen kommune
1.4.5	Klimaprofil Hordaland	2021	Norsk klimaservicesenter
1.4.6	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
1.4.7	Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak.	2020	Norges vassdrags- og energidirektorat
1.4.8	Nasjonale og vesentlige regionale interesser innen NVEs	2017	Norges vassdrags- og energidirektorat

Ref.	Tittel, beskrivelse	Dato	Utgiver
	saksområder i arealplanlegging - Grunnlag for innsigelse.		
1.4.9	Samfunnssikkerhet i planlegging og byggesaks-behandling. Rundskriv H-5/18	2018	Kommunal- og moderniserings- departementet
1.4.10	Strålevern Info 14:2012 Radon i arealplanlegging	2012	Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet
1.4.11	Bebyggelse nær høyspenningsanlegg	2017	Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet
1.4.12	Havnivåstigning og stormflo - samfunnssikkerhet i kommunal planlegging	2016	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
1.4.13	Sea Level Change for Norway	2015	Kartverket, Nansensenteret og Bjerknessenteret
1.4.14	Håndtering av havnivåstigning i kommunal planlegging	2015	Klimatilpasning Norge
1.4.15	Klimahjelpen	2015	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
1.4.16	Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen - Veiledning	2017	Mattilsynet m.fl.
1.4.17	Trusselvurdering	2021	Politiets sikkerhetstjeneste
1.4.18	Fokus - Etterretningstjenestens vurdering av sikkerhetsutfordringer	2021	Etterretningstjenesten
1.4.19	Offisielle kartdatabaser og statistikk		Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, Norges vassdrags- og energidirektorat, Norges geologiske undersøkelse, Statens vegvesen, Miljødirektoratet, Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet, Riksantikvaren, Statens kartverk, m.fl.
1.4.20	N200 Vegbygging og N500 Vegtunneler	2021	Statens vegvesen
1.4.21	Klimapåslag for korttidsnedbør	2019	Norsk Klimaservicesenter
1.4.22	NS 8141 Vibrasjoner og støt	2001	Standard Norge

2. Om analyseobjektet

2.1. Planområdet

Planområdet for Fløyfjelltunnelen sør ligger i Bergenhus bydel i Bergen. Planområdet ligger i hovedsak inne i fjell, men omfatter også en dagsone på Nygårdstangen i Bergen sentrum. Karakteristisk for topografien i området er «Bergensbuene», som beskriver den geologiske formasjonen av bergarter, som går i konsentriske buer.



Figur 2-1: Planens avgrensning - Fløyfjelltunnelen sør.

Fløyfjelltunnelen sør omhandler oppgradering av dagens Fløyfjelltunnel og utgjør søndre del av det som blir fremtidig oppgradert og forlenget Fløyfjelltunnel til Eidsvåg. Dagens Fløyfjelltunnel går på nordsiden ut i dagen i Sandviken, og videre forbi kryssområde ved Handelshøyskolen før den går inn i Eidsvågtunnelen til Eidsvåg. Fremtidig Fløyfjelltunnel vil fortsette i forlenget tunnel helt ut til Eidsvåg. Forlenget del håndteres i egen reguleringsplan som en del av Bybaneprosjektet.

Målsettingen med oppgradering av dagens Fløyfjelltunnel er å oppdatere utstyr og sikkerhetsløsninger i eksisterende tunnel og å tilrettelegge for tovegs trafikk i begge løp. Dette vil gi bedre driftssikkerhet ved vedlikehold og uforutsette hendelser og vil avlaste Bergen sentrum i forhold til trafikkavvikling. ÅDT i Fløyfjelltunnelen i 2040 ventes å være ca. 55 000 til sammen for begge løp.

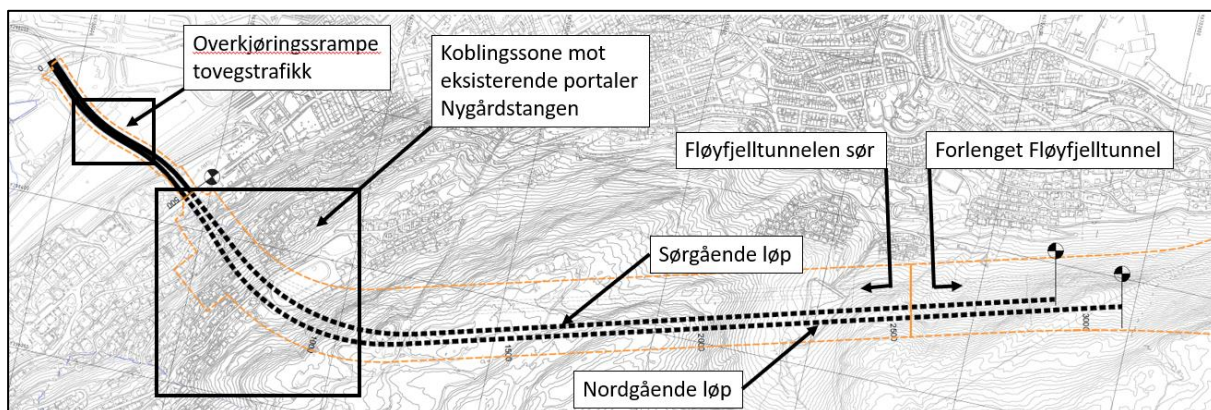
Fløyfjelltunnelen og trafikksystemet på Nygårdstangen er en viktig del av vegsystemet rundt Bergen sentrum. Hendelser og driftsstans i Fløyfjelltunnelen har vesentlige virkninger for hele byen.

Beskrivelse av tiltak

Planforslaget beskriver oppgradering av E39 Fløyfjelltunnelen i Bergen. Tunnelen må oppgraderes iht. Tunnelsikkerhetsforskriften, i tillegg til å muliggjøre tovegstrafikk i begge løp. Hensikten er å tilrettelegge for at begge løp skal kunne være beredskapsløp for hverandre i hovedsak når det er planlagte stengninger i det ene eller andre løpet.

Oppgraderingen omfatter bygging av to nye tunnellop parallelt med dagens løp. Dagens portaler på Nygårdstangen skal beholdes, det vil si at nye løp skal kobles mot eksisterende løp helt i sør mot Nygårdstangen. Ferdig tunnel får fullgod standard med tunnelprofil T9,5 sammenliknet med dagens tunnelprofil ca. T8. I tillegg skal det etableres en overkjøringsrampe på tvers av viaduktene på Nygårdstangen for å for å koble sammen og tilrettelegge for at en av tunnelene alltid skal kunne benyttes for tovegstrafikk dersom den andre stenges.

Lengden på de nye tunnellopene i planforslaget inkludert tunnelportalene er på ca. 2500 m hver. Det skal etableres nye rømningstunneler for hver 250 m.



Figur 2-2: Skisse for mulig løsningsprinsipp med to nye løp

For tunnelanlegget er det også tilknyttede systemer og installasjoner som omfatter blant annet for sedimenteringsbasseng, pumpemagasin, teknisk bygg, drensvann, luftesjakt og ventilasjon, brannsikring og rømningsveger. Tunnelen har lavbrekk nær tunnelportalene i sør. Bassengene er plassert i egne fjellhaller.

Nye løp kan i hovedsak drives og innredes uavhengig av dagens løp. Når en imidlertid skal gjennomføre koblingssonene mellom nye og eksisterende løp vil det imidlertid være behov for periodevis stenging av ett eller begge løp.

2.2. Naturgitte forhold og omgivelser

Planområdet ligger i hovedsak i fjell i tillegg til en dagsone på viaduktene på Nygårdstangen. Bergmassekvalitet er vurdert på bakgrunn av befarings i sørgående løp og eksisterende dokumentasjon og er beskrevet i en egen ingeniørgeologisk rapport. Bergmassekvaliteten er i hovedsak vurdert som god og vannforholdene forventes å ikke avvike i stor grad fra eksisterende forhold. Det vil bli utført en mer detaljert ingeniør- og hydrogeologisk kartlegging som del av prosjekteringen.

Omtrent 500 meter innenfor sørlig påhugg av sørgående løp er det i dag plassert en ventilasjonssjakt. Denne er i drift i dag og skal fungere som ventilasjonssjakt både under anleggsarbeidene og etter at prosjektet er ferdigstilt. Ventilasjonssjakten går ut fra vestveggen og går i fjell over tunnelene i sørøstlig retning. Overdekningen er estimert å være minimum 31 meter mellom tunnelheng og ventilasjonssjakt.

I dagsonen av planområdet (i sør) kommer tunnelen ut på Nygårdstangen. Dette området ligger sentralt i Bergen sentrum nær Kalfaret og over Bergen godsterminal som håndterer

en betydelig andel av person- og godstransporten til og fra Bergen sentrum. Overflateavrenning i området renner ut i Store Lungegårdsvann via urbant område.



Figur 2-3: Skråfoto (1881) som viser dagens ramper inn mot tunnelportalene.

2.3. Anleggsfasen

I forbindelse med reguleringsplanarbeidet for Fløyfjelltunnelen sør vil det utarbeides teknisk forprosjekt som beskriver de ulike delene av anlegget og hvordan anleggsgjennomføringen planlegges. Faseplaner vil bli videre detaljert i prosjekteringsarbeid, og kan bli endret av entreprenør før anlegget startes.

Store deler av Fløyfjelltunnelen er planlagt bygget via en anleggstunnel fra saltimporttomten i Sandviken. Anleggstunnelen reguleres i en egen reguleringsplan. Den bygges først til et punkt ca. 600 m nord for plangrensen for Fløyfjelltunnelen sør og deretter drives ny Fløyfjelltunnel hhv. nordover mot Eidsvåg (forlenget del) og sørover mot Nygårdstangen (Fløyfjelltunnelen Sør) før nye løp kobles på dagens løp.

Her etableres en overgangssone med et stort bergrom for kobling mot dagens tunnelportaler på Nygårdstangen.

I første del av anleggsfasen for overgangssonen stenges nordgående retning på natt (22:00 - 05:30) i en periode på ca. 20 - 26 uker. Nordgående trafikk har da omkjøring via Bergen sentrum. Nordgående retning kan så åpnes med mulighet for tovegstrafikk i ett løp. Deretter stenges sørgående retning helt, gjennom hele døgnet, i en periode på ca. 24 - 39 uker. Trafikken vil da utføres som tovegstrafikk i nordgående løp.

Det vil bli utarbeidet planer for bygging av tunnelløpene, hvor tider for utførelse av sprengningsarbeider, grunnarbeider, vann- og frostsikring og elektroarbeider fastsettes. Massehåndteringen er planlagt felles med Bybaneprosjektet.

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. 1.3.1). Analysen følger også retningslinjene i DSBs veiledning *Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging* (ref. 1.3.8).

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 i kapittel 4.4.

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 kapittel 4.1 gjøres det en systematisk gjennomgang av analyseobjektet i en tabell basert på DSBs veiledning *Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging* (ref. 1.3.8) 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, altså 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 som vist i tabell 3.3. Det gjennomføres en detaljert risikoanalyse for farer hvor analyseobjektet fremstår som moderat eller svært sårbart.

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

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 risikovurdering i kapittel 4.4.

Kategoriseringen av sannsynlighet og konsekvens er basert på Bergen kommune sine kategorier og akseptkriterier vist i tabell 3.4-1 og 3.4-2. Disse avviker noe fra DSB sin veiledning – samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging som vurderer konsekvens for «Stabilitet» og ikke «Miljø» (ref. 1.3.8).

Hvor ofte en uønsket hendelse kan inntreffe uttrykkes ved hjelp av begrepet sannsynlighet. Sannsynlighets- og konsekvensvurdering av hendelser er bygget på erfaring (statistikk), trender (f.eks. klima) og faglig skjønn.

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.
--------------------------------	---

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 følgende 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, og følger Bergen kommune sine akseptkriterier.

Tabell 3.4-3: Risikomatrise

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

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 N200

Når det gjelder kriterier for sannsynlighet og konsekvens knyttet til naturhendelser slik som flom og skred, er kravene i N200 en tilpasning av sikkerhetskravene i byggeteknisk forskrift til plan- og bygningsloven (TEK17), og gjelder for strekninger hvor trafikken normalt er i flyt. For områder hvor det tilrettelegges for stans, som oppstillingsplasser, rasteplasser mv, gjelder sikkerhetskravene i (TEK17).

3.7. Utarbeidelse av rapporten

Rapporten bygger på samme oppsett som ROS-analysen for Fløyfjelltunnelen forlenget del. Den ble utarbeidet av Norconsult AS.

ROS-analysen for Fløyfjelltunnelen sør er utarbeidet av Asplan Viak AS. Fagansvarlige har vært Trygve Andresen og Lene Lindhardt Hammer. Linda Telle har bidratt med kvalitetssikring og Geir Arild Slettemark har stått for tverrfaglig kontroll.

4. Vurdering

4.1. Innledende farekartlegging Fløyfjelltunnelen sør

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 fra bratt terreng (snøskred, steinsprang, jord- og flomskred)	Aktsomhetsområde for skred viser overlapp med planområdet ved tunnelmunningen. Sprengningsarbeider i forbindelse med veg- og tunnelarbeider vil skape vibrasjoner og lufttrykkstøt. Temaet vurderes i forbindelse med sprenging nær skrenter der det kan det være fare for utløsning av nedfall. Temaet vurderes.
Ustabil grunn (grunnforhold)	Tiltaket skal etableres i berg og det er utarbeidet en ingeniørgeologisk rapport (ref. 1.4.3) 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 rapport (ref. 1.4.3). <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. Bratt terreng gjør at mye av nedbøren danner overflateavrenning og renner raskt til resipienter på Fløyfjellet, eller ut av området. Vurderinger av hydrologiske forhold og anbefalinger av tiltak fremkommer av ingeniørgeologisk rapport (ref. 1.4.3). <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i>
Skog- / lyngbrann	Plantiltaket (tunnelen) vil ikke påvirkes av dette. <i>Temaet vurderes ikke videre.</i>

Fare	Vurdering
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, ligger ikke i tilknytning til dette planområdet. Damkonstruksjonen ved Muleleven ligger med tilstrekkelig overdekning og det er ikke behov for tiltak ifm. sprengningsarbeid. <i>Temaet er ikke aktuelt.</i>
INFRASTRUKTUR	
VA-anlegg/-ledningsnett	Det utarbeides VA-rammeplan for foreliggende plan. <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i>
Trafikkforhold	Risikoanalysen (ref. 1.4.2) omhandler trafiksikkerhet for tunnelen og det henvises til denne. <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 ikke i konflikt med generell drikkevannsforsyning. Det er imidlertid grunnvannsbrønner i berg og dette vurderes videre.
Fremkommelighet for utrykningskjøretøy og slokkevann	Brannvesenet har kort innsatstid og flere adkomstveier. Overkjøringsrampen utenfor portaler kan benyttes som beredskapsåpning, og vil gi nødetatene, herunder brannvesenet, ekstra adkomstvei. Det er slokkevann med trykksatt løsning gjennom hele tunnelen, og brannvesenet forsynes med slokkevann fra Eidsvåg og Nygårdstangen. Fremkommelighet for utrykningskjøretøy i anleggsfasen vurderes i kombinasjon med sårbare transportsystem. Temaet vurderes
SÅRBARE OBJEKTER	

Fare	Vurdering
Sårbare bygg*	Dagsone på Nygårdstangen vurderes å ligge tilstrekkelig langt fra bebyggelse. <i>Temaet vurderes ikke videre her.</i>
Sårbare transportsystemer	E 39 er en viktig del av vegtransportsystemet i Bergensregionen. I tillegg ligger Bergen godsterminal under anleggsområdet i dagsonen på Nygårdstangen. Temaet vurderes.
TILSIKTEDE HANDLINGER: Forhold ved analyseobjektet som gjør det sårbart for tilsiktede handlinger	
Tilsiktede handlinger	Det er ingen spesielle forhold ved dette analyseobjektet som gjør at det vurderes som sårbart for tilsiktede 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.

4.2. 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 tilsvarende 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 Fløyfjelltunnelen sør

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

- Skredfare fra bratt terreng (anleggsfase)
- Grunnforhold
- Transport av farlig gods
- Grunnvannsbrønn (anleggsfase)
- Fremkommelighet for utrykningskjøretøy (anleggsfase)
- Sårbare transportsystemer (veg og jernbane)

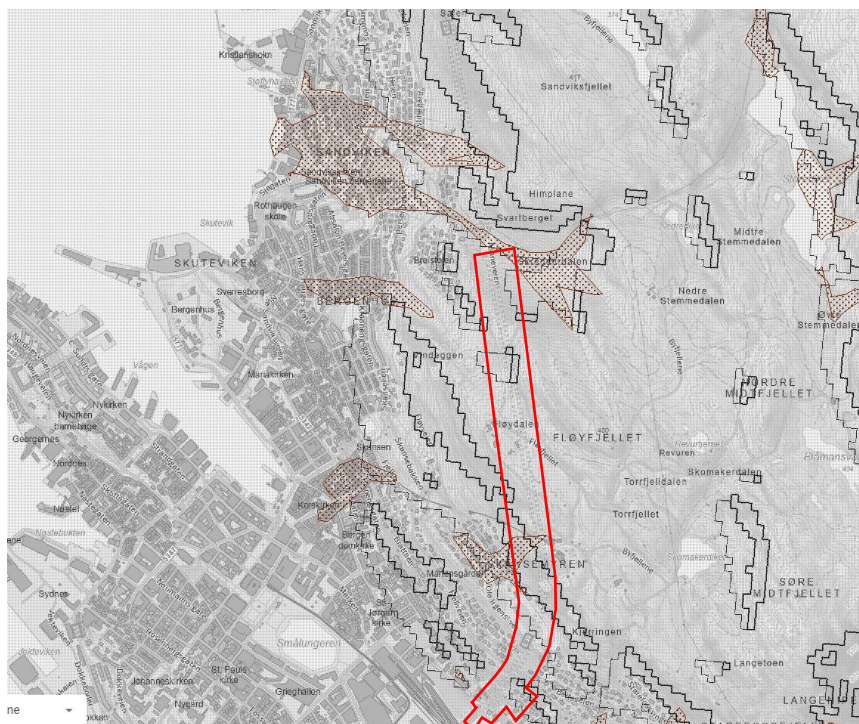
4.3.1. Sårbarhetsvurdering skredfare fra bratt terreng (anleggsfase)

Det er utarbeidet en ingeniørgeologisk rapport (ref. 1.4.3) som gir en beskrivelse av grunnforhold, samt ingeniørgeologiske observasjoner og vurderinger knyttet til utbedringen av Fløyfjelltunnelen sør.

Sprengningsarbeider i forbindelse med veg- og tunnelarbeider vil skape vibrasjoner og lufttrykkstøt som kan medføre skader på konstruksjoner og byggverk. Anleggsarbeidene skal ikke medføre vibrasjoner og støt som overskrider grenseverdiene som utledes fra kravene i NS 8141 Vibrasjoner og støt.

Aktsomhetsområde for steinsprang og for jord- og flomskred dekker deler av planområdet se figur under. Aktsomhetsområdene gjelder for terreng i dagen.

Bergoverdekningen i Fløyfjelltunnelen er generelt god foruten ved søndre påhuggsområde. Forskjell i bergoverdekning mellom eksisterende og nye løp er liten. Bergoverdekningen spenner mellom 300m under Fløyfjellet til 145-150m ved profil 2250. Det er vurdert at overdekningen er tilstrekkelig og det er kun området ved tunnelmunningen som vurderes under.



Figur 4: Kart som viser aktsomhetsområde for jord- og flomskred (brun markering) og for steinsprang (svart markering). Omtrentlig planavgrænsning er vist med rød linje. Kilde: NVE kartkatalog

Det er mange bygninger innenfor hensynssonen for sprenging i søndre del av tunnelen i det tettbygde strøket rundt friidrettsbanen. Nærmeste bygning ligger ca. 18 m fra hengen i eksisterende sørgående løp ved ca. profil 560. Ved sprenging nær skrenter mellom friidrettsbanen og Fløyen (mellom profil 900-1100), kan det være fare for utløsning av nedfall. Det anbefales derfor at det gjøres innledende stabilitetsvurdering av brattskrenter som ligger over planlagte sprengingssteder i overnevnte profilnumre.

Planområdet vurderes som lite til moderat sårbart for utløsning av nedfall ifm. sprengningsarbeid i anleggsfasen gitt at rapportens vurderinger og tiltak følges opp videre gjennom detaljprosjektering.

4.3.2. Sårbarhetsvurdering grunnforhold

Det er utarbeidet en ingeniørgeologisk rapport (ref. 1.4.3) som gir en beskrivelse av grunnforhold, samt ingeniørgeologiske observasjoner og vurderinger knyttet til utbedringen av Fløyfjelltunnelen sør. Den inkluderer også hydrogeologiske vurderinger.

Planlagte tiltak for Fløyfjelltunnelen sør er plassert i pålitelighetsklasse RC4 basert på følgende faktorer:

- Eksisterende Fløyfjelltunnel er en del av nasjonal hovedvei på E39 og hovedfartsåren inn og ut av Bergen sentrum. Eventuell funksjonssvikt før, under og etter bygging er vurdert å få svært store økonomiske og sosiale konsekvenser.
- Driving av nye tunnellop og utvidelse av eksisterende løp i overgangssonene vil stedvis foregå nært tettbebygde strøk og under populært tur- og rekreasjonsområde.
- Det vil være relativt store spennvidder på inntil 46 m ved overgangssonen fra eksisterende til nye løp.
- Bergmasseforholdene er forholdsvis kjente, med bakgrunn i dokumentasjon fra eksisterende tunnellop. Det er likevel knyttet usikkerhet til utbredelsen av tolkede svakhetssoner og sonenes karakter grunnet foliasjonens orientering

Vanskelighetsgraden vurderes samlet sett som høy. Ingeniørgeologisk rapport 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.

4.3.3. Sårbarhetsvurdering transport av farlig gods

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

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.

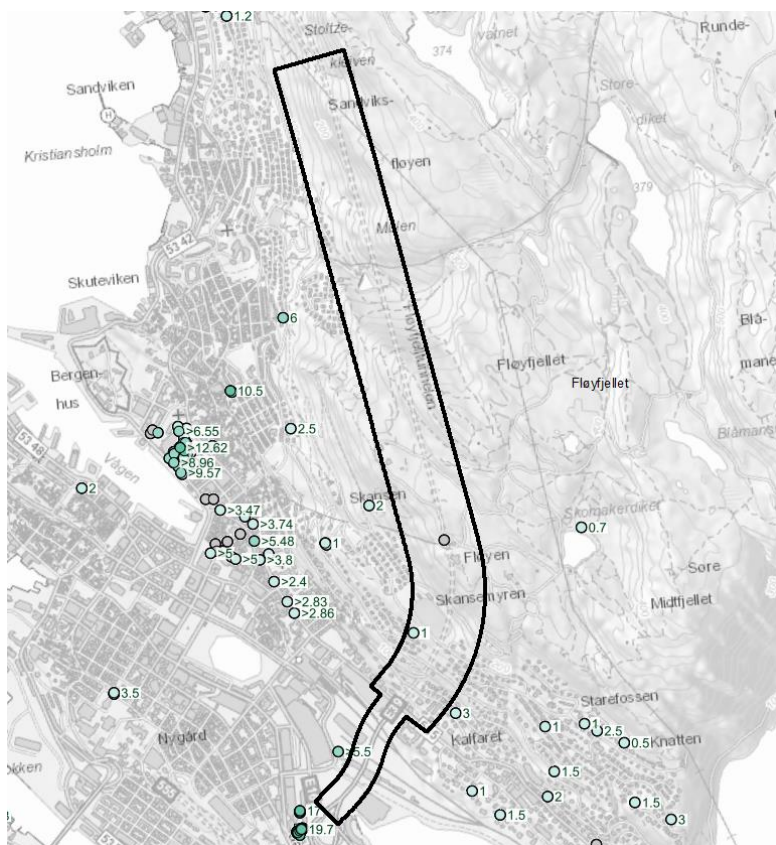
Plantiltaket vurderes som moderat sårbart for transport av farlig gods og det gjennomføres en risikovurdering i kapittel 4.4. Det vises ellers til Risikoanalysen for komplett Fløyfjelltunnel, ref. 1.4.2.

4.3.4. Sårbarhetsvurdering grunnvannsbrønn

Det er registrert to grunnvannsbrønner i berg innenfor planområdet, se figur 4.1. Den ene nedenfor Skansemyren, og den andre ved Fløybanen. Brønnen ved Skansemyren vurderes å ligge med god klaring til tiltaket i horisontalplanet. Den ved Fløyen ligger nær tunnelen i horisontalplanet. Den er opplyst å være 120m dyp. Dersom dette er fra bakkenivå ved Fløybanens endeholdeplass, vil det si at nedre ende ligger på cirka 190 m.o.h. Det vil være minimum 100 m overdekning fra tunneltak.

Dette regnes som tilfredsstillende. Kartlegging av brønner bør likevel gjennomføres i prosjekteringsfasen.

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 4.1: Grunnvannsbrønner markert med blå punkter, varslingsgrense for Fløyfjelltunnelen sør er vist med stiplet linje

4.3.5. Sårbarhetsvurdering fremkommelighet for utrykningskjøretøy (anleggsfase)

Hovedstasjonen til Bergen brannvesen ligger like ved planområdet mens adkomst til legevakt og sykehus knyttes til krysset på Danmarks plass. Kryssområdet på Nygård ligger like ved tiltaksområdet og er viktig i transportsystemet i Bergen. Krysset kobler sammen vegnettet i nord-sør-retning og øst-vest. Kødannelser i utrykkingsområdet vil derfor kunne påvirke uttrykkingstiden. Brannstasjonen sin nærhet til tiltaksområdet og mulige kødannelser i anleggsfasen gjør at temaet sees på som moderat sårbart.

4.3.6. Sårbarhetsvurdering transportsystemer

I sør passerer tiltaksområdet rett over Bergen godsterminal. I tillegg utgjør tiltaksområdet navet i transportsystemet i Bergen. Konsekvenser av eventuelle uhell i anleggs- og driftsfase er dermed potensielt svært store.

På viaduktene på Nygårdstangen skal det etableres en overkjøringssone mellom broene, for å tilrettelegge for tovegsregulering i ett løp. Det må monteres bomsystem med tilhørende utstyr, blant annet variabel skilting.

Trafikksystemet vil i permanent situasjon være mer trafiksikkert og robust enn i dag. For anleggsfasen blir det utarbeidet faseplaner og arbeidsvarslingsplaner, med tidfesting av arbeidstid, stenginger og ulike tiltak for å minimere trafikale konsekvenser av anleggsarbeidet. Håndbok N301 «Arbeid på og ved veg» angir krav til arbeidsvarsling. I anleggsfasen der det legges til rette for å stenge ett av tunnelløpene og legge opp til toveiskjøringen i det andre kan kødannelse og forsinkelser forplante seg videre på E39 og i deler av Bergen sentrum og omegn. Uten en fullstendig modellering av endringer med kjøring i en transportmodell er det ikke mulig å kvantifisere hvor mange som trolig vil berøres. Kryss-systemet er sammensatt og det er usikkerheten knyttet til hvor langt dette kan forplante seg i trafikksystemet og hvor mange som kan bli berørt. Temaet transportsystem (veg) i kombinasjon med fremkommelighet for utrykningskjøretøy sees derfor på som moderat sårbar i anleggsfasen.

For jernbanen skal permanent situasjon ikke medføre økt sårbarhet sammenliknet med dagens situasjon. Når det gjelder anleggsfasen er det søknadskrav til arbeider som skal foregå innenfor 30m fra jernbanelinje i henhold til Jernbaneloven. Søknad rettes til Bane Nor og det er derfor ventet at man i samarbeid med de må finne løsninger som ivaretar system- og personsikkerhet. Aktuelle tiltak kan være at risikofylte perioder samordnes med togfrie perioder hos Bane Nor, Dette gjelder f.eks. ved montering av skiltportaler og annet utstyr som skal festes på utsiden av broen. For etablering av overgangsramper med bomløsning må det ses på alternative anleggs- og sikringsmetoder for å minimere risiko for nedfall. Sannsynligvis vil det måtte brukes stillas.

4.4. Risikovurdering Fløyfjelltunnelen sør

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

Drøfting av sannsynlighet (hentet fra vurdering fra forlenget Fløyfjelltunnel):

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

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 mer trafiksikre løsninger for tunnelen, (ref. 1.4.2) 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:

	Sannsynlighet					Konsekvens					Risiko		
Verdi	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 i risikoanalysen for tunnelen (ref. 1.4.2). Det vurderes at disse tiltakene også vil være risikoreduserende når det gjelder ulykker med farlig gods i tunnelen.

Hendelse 2 – Sårbare transportsystem (veg) i kombinasjon med fremkommelighet for utrykningskjøretøy (anleggsfase)

Drøfting av sannsynlighet:

Oversikt over ikke planlagte hendelser som medfører stenging i Fløyfjelltunnelen er 45 stk., mens antallet for ikke planlagte hendelser som reduserer framkommeligheten er 35. Det vil si at det var totalt 80 hendelser som hadde konsekvenser for framkommeligheten i Fløyfjelltunnelen i 2020. Basert på dette vurderes sannsynlighet for kødannelser samtidig som utrykning *oftere enn 20 år*.

Drøfting av konsekvens:

Liv og helse: I anleggsperioden vil kapasiteten på vegnettet være redusert og kan føre til kødannelser som forplanter seg videre i vegnettet. Dette kan føre til *alvorlige* konsekvenser dersom det sammenfaller med utrykning.

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

Materielle verdier: En slik hendelse i tunnelen vurderes å kunne få en *mindre alvorlig* konsekvens for materielle verdier.

Oppsummering:

	Sannsynlighet					Konsekvens					Risiko		
Verdi	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:

- Utarbeide trafikkmodellering for å få bedre oversikt på køsituasjoner og informasjon rundt kritisk kø i anleggsfasen.
- Anleggsfasen må ses i sammenheng med andre prosjekt i området for å unngå ytterligere redusert kapasitet på vegnettet.
- Vurdere om trafikken gjennom sentrum skal reduseres i f.eks. rushperiodene slik at nødetatene får prioritert tilkomst.
- Anleggsplanlegging skal gjøres sammen med nødetatene, slik at det blir utarbeid beredskapsplaner.
- Ha fast stasjonerte bergingsbiler med utstyr slik at stengetid ved en hendelse kan reduseres gjennom denne perioden. Fokus på å holde vegen åpen og redusere konsekvens ved en oppstått hendelse.

4.5. Konklusjon Fløyfjelltunnelen sør og oppsummering av tiltak

Planområdet fremstår med de tiltak som er beskrevet, som moderat sårbart.

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

- Skredfare fra bratt terreng (anleggsfase)
- Grunnforhold
- Transport av farlig gods
- Grunnvannsbrønn (anleggsfase)
- Sårbare transportsystemer (veg og jernbane)
- Fremkommelighet for utrykningskjøretøy (anleggsfase)

Planområdet vurderes som lite til moderat sårbart for utløsning av nedfall gitt at rapportens vurderinger og tiltak følges opp videre gjennom detaljprosjektering. Ved sprenging nær skrenter mellom friidrettsbanen og Fløyen (mellom profil 900-1100), kan det være fare for utløsning av nedfall. Det anbefales derfor at det gjøres innledende stabilitetsvurdering av brattskrenter som ligger over planlagte sprengingssteder i overnevnte profilnumre.

Ingeniørgeologisk rapport har vurdert tiltaket til å plasseres i pålitelighetsklasse RC4. Dette som følge av de store samfunnskonsekvensene en eventuell funksjonssvikt vil ha før, under og etter bygging. I tillegg har prosjektet en kompleks anleggsfase, både med tanke på trafikkavvikling, men også byggeteknisk med etablering av bergrom med store spennvidder. Rapporten gir anbefalinger til tiltak og videre forundersøkelser. Med de gitte anbefalinger vurderes sårbarheten som liten til moderat.

Planområdet og tiltaket er vurdert som moderat sårbart for transport av farlig gods, og det er gjennomført en risikoanalyse der hendelser fremstår med et akseptabelt risikonivå. Det vises også til risikoanalysen (ref. 1.4.2) som risikovurderte ulike trafikkfarlige situasjoner i permanent situasjon.

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.

Arbeid på eksisterende viadukter på Nygårdstangen og over jernbaneterminalen må utføres i henhold til gjeldende regelverk for arbeidsvarsling gitt i håndbok N301. Søknad om arbeid nær jernbanespor må sendes til Bane Nor.

Tiltaksområdet utgjør navet i transportsystemet i Bergen. Konsekvenser av eventuelle uhell i anleggs- og driftsfase er dermed potensielt svært store. Under anleggsfasen der trafikken reduseres til tovegstrafikk i ett løp gjennom Fløyfjelltunnelen, vil kødannelser i utrykkingsområdet kunne påvirke uttrykkingstiden for nødetatene. Spesielt Bergen hovedbrannstasjon sin nærhet til tiltaksområdet og ukjent utbredelse på kødannelser gjør at konsekvensene kan bli alvorlige. For å få bedre oversikt på køsituasjoner og informasjon rundt kritisk kø må det utarbeides en trafikkmodell. Trafikkmodelleringen vil kunne benyttes som grunnlag for å avdekke sårbare punkt i vegsystemet, lokalisere utplassering av bergingsbiler, avdekke behov for prioritert gjennomkjøring i sentrum og gi nyttig informasjon til utarbeidelse av beredskapsplan. Temaene sårbart transportsystem og fremkommelighet for utrykking sees på som moderat sårbart.

