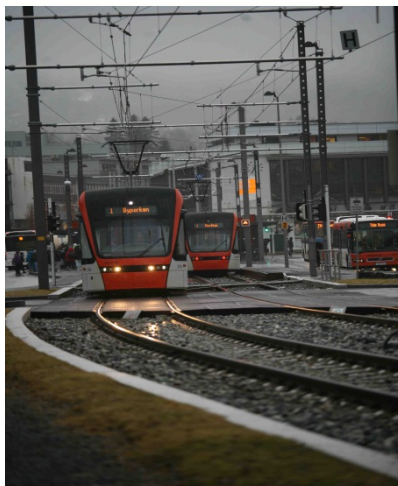


Bergen kommune

ROS-analyse: Fareidentifikasjon og overordnet sårbarhetsanalyse

Konsekvensutredning
Bybanen
Bergens sentrum - Åsane

2013-02-01 Oppdragsnr.: 5121731



A02	2013-02-18	Justering, kart	TJP	ME	
A01	2013-01-31	Fagkontroll	ME	MFA	
Rev.	Dato:	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS 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.

Innhold

1	Innledning	5
1.1	Generelt	5
1.2	Bakgrunn	5
1.3	Forutsetninger, begrensninger og antakelser	6
1.4	Definisjoner	7
1.5	Styrende dokumenter for risiko- og sårbarhetsanalysen	8
1.6	Underlagsdokumentasjon	8
1.7	Øvrige referanser	8
1.8	Møter	9
2	Beskrivelse av analyseobjektet	10
2.1	Om analyseobjektet	10
2.2	Oversikt over alle alternativene	11
2.3	Delområde A	12
2.3.1	Alternativ 1Aa	12
2.3.2	Alternativ 1Ab	12
2.3.3	Alternativ 2Aa	13
2.3.4	Alternativ 2Ab	13
2.4	Delområde B	13
2.4.1	Alternativ 1Ba	13
2.4.2	Alternativ 1Bb	14
2.4.3	Alternativ 2B	14
2.4.4	Alternativ 3Ba	15
2.4.5	Alternativ 3Bb	16
2.5	Delområde C	16
2.5.1	Alternativ 1Ca og 1Cb	16
2.5.2	Alternativ 2C	17
3	Metode	18
3.1	Innledende farekartlegging	18
3.2	Overordnet sårbarhetsanalyse	18
4	Fareidentifikasjon og overordnet sårbarhetsanalyse	19
4.1	Delområde A	19
4.1.1	Innledende fareidentifikasjon	19
4.1.2	Overordnet sårbarhetsanalyse	21
4.2	delområde B	23
4.2.1	Innledende fareidentifikasjon	23
4.2.2	Overordnet sårbarhetsanalyse	25
4.3	Delområde C	28
4.3.1	Innledende fareidentifikasjon	28

4.3.2	Overordnet sårbarhetsanalyse	30
5	Konklusjon	32

1 Innledning

1.1 GENERELT

Norconsult AS har på oppdrag for Bybanekontoret utarbeidet en fareidentifikasjon og overordnet sårbarhetsanalyse som grunnlag for fullstendig Risiko- og sårbarhetsanalyse knyttet til reguleringsplan for Bybane Bergen – Åsane.

Plan og bygningsloven (ref. 1.5.4) stiller krav om gjennomføring av risiko- og sårbarhetsanalyser ved all planlegging jf. § 4.3: *Ved utarbeidelse av planer for utbygging skal planmyndigheten påse at risiko- og sårbarhetsanalyse gjennomføres for planområdet, eller selv foreta 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.*

Forskrift om konsekvensutredning fastsetter at temaet beredskap og ulykkesrisiko skal utredes i henhold til PBL § 4.3. (Forskrift om konsekvensutredning vedlegg III, pkt. b).

Analysen følger retningslinjene til Direktoratet for sikkerhet og beredskap og bygger på NS5814:2008 krav til risikovurderinger. PBL stiller krav om gjennomføring av risiko- og sårbarhetsanalyser på alle plannivå, retningslinjene fra DSB omtaler hvilket nivå analysene skal være på for ulike plannivå. For kommuneplaner og kommunedelplaner forventes det analyser på oversiktsnivå. Det vil si kartlegging av et vidt spekter av farer.

Hovedmålet med analysen er å identifisere risiki som må hensynstas videre i planleggingen (reguleringsplan). Videre skal analysen forsøke å identifisere forskjeller mellom de ulike trasealternativene med hensyn på samfunnssikkerhet på et tidlig tidspunkt.

Analysen inngår som en del av grunnlaget for å identifisere behov for risikoreducerende tiltak på et tidlig plannivå. I etterfølgende planfaser vil det være aktuelt med hendelsesbasert risiko- og sårbarhetsanalyse med etablering av risikomatriser og tilhørende kriteriesett.

1.2 BAKGRUNN

Norconsults oppdrag omfatter utvikling av alternative traser med konsekvensutredning for Bybanen på strekningen fra Bergen sentrum til Åsane. KU'en skal gi tilstrekkelig faglig dokumentasjon til anbefaling av trase for Bybanen, og vil bli benyttet til sak om trasevalg og melding om oppstart av reguleringsplan.

1.3 FORUTSETNINGER, BEGRENSNINGER OG ANTAKELSER

Følgende forutsetninger er lagt til grunn for denne risiko- og sårbarhetsanalysen:

- Analysen er kvalitativ.
- Den er avgrenset til temaet samfunnssikkerhet slik dette er beskrevet av DSB.
- Det forutsettes at fremtidig utført byggearbeid følger relevante lover og forskrifter, herunder sikringstiltak og lignende.
- Vurderingen omfatter det aktuelle planområdet.
- Analysen betrakter ikke uavhengige, sammenfallende hendelser.
- Den omfatter i hovedsak ferdig løsning, samt spesielle forhold i bygge- og anleggsfasen.
- Analysen omfatter ikke hendelser knyttet til tilsiktede handlinger (sabotasje, terror el. l.).
- Vurderingene og antakelsene i analysen er basert på foreliggende dokumentasjon om prosjektet, og om faktisk og planlagt bruk av nærområdet på tidspunktet for analysen. Det er ikke gjennomført egne undersøkelser i området i forbindelse med denne analysen.

1.4 DEFINISJONER

Begrep	Definisjon (hovedsak hentet fra NS5814)
DSB	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap.
Klif	Klima- og forurensningsdirektoratet.
SVV	Statens vegvesen
Konsekvens	Mulig følge av en uønsket hendelse. Konsekvenser kan uttrykkes med ord eller som en tallverdi for omfanget av skader på mennesker, miljø eller materielle verdier.
Risiko	Uttrykk for kombinasjonen av sannsynlighet for og konsekvensen av en uønsket hendelse.
Risikoanalyse	Systematisk fremgangsmåte for å beskrive og/eller beregne risiko. Risikoanalysen utføres ved kartlegging av uønskede hendelser, årsaker til og konsekvenser av disse.
Risikoreduserende tiltak	Tiltak som påvirker sannsynligheten for- eller konsekvensen av en uønsket hendelse.
Sårbarhet	Manglende evne hos et analyseobjekt til å motstå virkninger av en uønsket hendelse og til å gjenopprette sin opprinnelige tilstand eller funksjon etter hendelsen.
Sannsynlighet	I hvilken grad det er trolig at en hendelse vil kunne inntreff (kan uttrykkes med ord eller som en tallverdi).
NVDB	Nasjonal vegdatabank
ÅDT	Årsdøgntrafikk (gjennomsnittlig antall kjøretøy pr. døgn)

1.5 STYRENDE DOKUMENTER FOR RISIKO- OG SÅRBARHETSANALYSEN

Ref. nr	Beskrivelse	Utgitt av/kilde:
1.5.1	NS 5814:2008 Krav til risikovurderinger	Standard Norge
1.5.2	Samfunnssikkerhet i arealplanlegging (rev. mai. 2012)	DSB
1.5.3	NVEs retningslinjer 2-2011 Flaum og skredfare i arealplansaker	NVE
1.5.4	Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven). Plandelen.	Miljøverndepartementet
1.5.5	Retningslinjer for Fylkesmannens bruk av innsigelse i plansaker etter plan og bygningsloven, september 2010.	DSB
1.5.6	Byggteknisk forskrift – TEK 10. Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift) FOR-2010-03-26-489	Kommunal- og regionaldepartementet
1.5.7	NVE Veileder for kartlegging og vurdering av skredfare i arealplaner	NVE
1.5.8	NVE Veileder for vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre jordarter med snøbruddegenskaper.	NVE

1.6 UNDERLAGSDOKUMENTASJON

Intern ref.	Navn	Dato	Utgiver
1.6.1	Geoteknikk notat		Norconsult
1.6.2	Hydrogeologi notat (bybane gjennom Bergen sentrum)	14.02.2013	Norconsult
1.6.3	Notat om havnivåstigning	04.07.2012	Norconsult

1.7 ØVRIGE REFERANSER

Intern ref.	Navn	Utgitt av
1.7.1	SIGVe-veiledning	Fylkesmannen i Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane, DSB og Statens kartverk.

1.8 MØTER

Som et ledd i fareidentifikasjonen ble det arrangert et internt møte i Norconsult. Møte ble avholdt den 03.12.2012. Den etterfølgende fareidentifikasjonen er bl.a. basert på innspill og kommentarer som fremkom under møtet. Deltakere på møtet den er gjengitt nedenfor:

Navn	Organisasjon
Hans-Petter Duun	Norconsult, oppdragsleder
Thomas J. Potter	Norconsult, fagansvarlig
Solveig Mathiesen	Norconsult, fagansvarlig delområde A
Terje Faanes	Norconsult, fagansvarlig delområde B
Torbjørn Sivertsen	Norconsult, fagansvarlig delområde C
Magnhild Eliassen	Norconsult, fagansvarlig ROS
Mari Fagerjord	Norconsult, fagansvarlig RAMS

I tillegg er det avholdt separate møter med de fagansvarlige for de ulike delområdene, i tillegg til at opplysninger er innhentet fra andre fagansvarlige i oppdraget ved behov.

2 Beskrivelse av analyseobjektet

2.1 OM ANALYSEOBJEKTET

Områdene har disse betegnelsene og avgrensning:

A: Sentrum – Sandviken (grensesnitt i tunnel mot Sandviken)

B: Sandviken – Eidsvåg

C: Åsane – Vågsbotn

Hovedalternativene er:

- Alternativ 1: Best mulig betjening av byen og planlagte og nye utviklingsområder med god tilgjengelighet og synlighet i bybildet. Vektlegging av flatedekning og byutvikling.
- Alternativ 2: Raskest mulig bane med minst mulig konflikt med annen trafikk, og samtidig betjening av sentrale målpunkt.
- Alternativ 3: Trafikkavlastning av ytre Sandviken med vekt på miljøforhold langs Åsaneveien og betjening av byen. Opprettholde god kapasitet på vegnettet. Alt 1 i Sentrum og Åsane.

2.2 OVERSIKT OVER ALLE ALTERNATIVENE



2.3 DELOMRÅDE A

2.3.1 *Alternativ 1Aa*

Banen går i dagens veggrunn fra Kaigaten inn i Christies gate, Småstrandgaten, Torget, langs Bryggen og inn i Sandbrogaten. Tunnelinnslag i enden av Sandbrogaten og tunnel mot Sandviken. Dagens holdeplass på Nonneseter beholdes. Det er ikke behov for holdeplass i Byparken, men buttspor kan beholdes for å sikre driftsstabilitet. Nye holdeplasser: Kaigaten v Gulating, Torget og Sandbrogaten.



2.3.2 *Alternativ 1Ab*

Som i alt 1Aa med følgende unntak:

- Nordgående banetrase går i dagens veggrunn fra Kaigaten inn i Christies gate, ned Vågsallmenningen til Torget. Sørgående banetrase går i Småstrandgaten slik som i alt 1Aa.
- Nye holdeplasser på Vågsallmenningen for nordgående bane og Torgallmenningen (ned mot Lido-hjørnet) for sørgående bane.

2.3.3 *Alternativ 2Aa*



Tunnelinnslag i Kaigaten, etter kryssing av Strømgaten. Holdeplass i dagen på Nonneseter beholdes. Holdeplass under bakken under Christies gate og i Fløyfjellet. Holdeplass under Krohnengen.

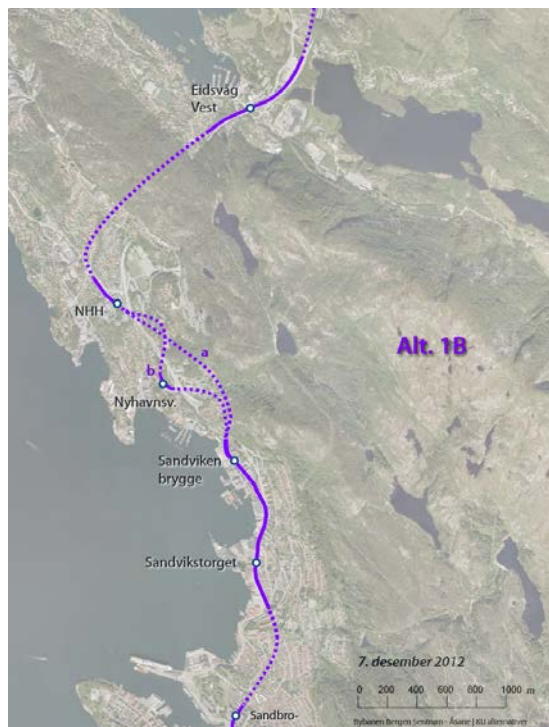
2.3.4 *Alternativ 2Ab*

Tunnelinnslag i Peter Motzfeldts gate. Holdeplass i dagen på Nonneseter legges ned. Ny holdeplass i Kaigaten ved Rådhuset og holdeplass i Fløyfjellet. Holdeplass under Krohnengen.

2.4 **DELOMRÅDE B**

2.4.1 *Alternativ 1Ba*

Bane i tunnel fra sentrum til Slaktehustomten. Videre i dagen langs Sjøgaten/Sandviksveien til Sandviken brygge. Deretter tunnel til NHH. Følger Helleveien i ca. 200 meter før banen går i tunnel til Eidsvåg. Holdeplasser i dagen ved Sandvikstorget, Sandviken brygge, NHH (lav løsnings) og Eidsvåg (vestsiden av Åsaneveien).



2.4.2 **Alternativ 1Bb**

Som alternativ 1Ba med følgende unntak:

- Tunnelen mellom Sandviken brygge og NHH svinger ut til kort dagstrekning i Nyhavnsveien
- Holdeplass i Nyhavnsveien for å betjene Nyhavn/Hegreneset

2.4.3 **Alternativ 2B**

Bane i tunnel fra sentrum til NHH. Deretter tunnel til Eidsvåg. Holdeplass i fjell under NLA (Norsk Lærerakademi), øst for Sandvikstorget. Holdeplass i dagen ved NHH (høy løsning) og øst for motorvegen i Eidsvåg.



2.4.4 Alternativ 3Ba

Flytte biltrafikk til forlenget Fløyfjellstunnel. Bane i tunnel fra sentrum til A. Skrams vei ved Formannsvei, med kort dagstrekning foran Sandviken kirke. Deretter daglinje langs Åsaneveien til NHH og frem til Eidsvågtunnelen og videre til Eidsvåg. Holdeplass i dagen ved Sandviken kirke, Amalie Skrams vei, Sandviken sykehus, NHH og Eidsvåg



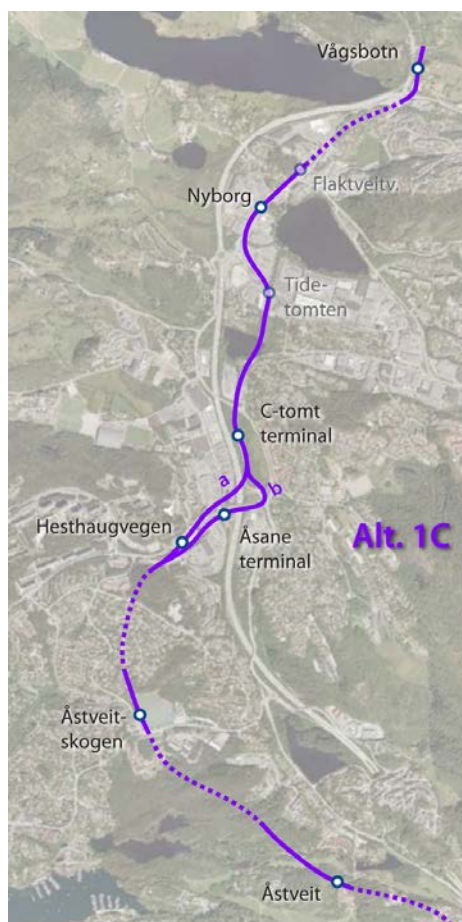
2.4.5 **Alternativ 3Bb**

Bane langs Sjøgaten til Gjensidige, som i alternativ 1B. Dagløsning videre langs Reperbanen til Åsaneveien. Videre langs denne som i alternativ 3Ba. Holdeplass i dagen ved Sandvikstorget, Glassknag, Sandviken sykehus, NHH og Eidsvåg.

2.5 **DELOMRÅDE C**

2.5.1 **Alternativ 1Ca og 1Cb**

Alternativet har to varianter med ulik plassering av kollektivterminal og forskjellige løsninger for motorveikrysset mellom Hesthaugveien og E39. I alternativ 1Cb beholdes dagens veisystem med noen nye kollektivfelter, mens alternativ 1Ca har ny veiføring for Hesthaugveien med et nytt motorveikryss ca. 60 meter sør for dagens bro ved Hesthaugen.



2.5.2 Alternativ 2C

Fra sør går traseen øst for motorveien og krysser under denne mot vest og følger vestsiden av E39 i tunnel til dagstrekning ved Griggastemma og holdeplass ved Tertneskrysset. Derfra går traseen under Tertnesveien i tunnel til den kommer ut i dagen til en ny, vesentlig utvidet, kollektivterminal på samme sted som dagens terminal. Videre går banen i regulerte gateløp i planlagt urbant bydelssenter. Nord for senterområdet går traseen i tunnel under planlagt Nyborgkryss og E39 til holdeplass i dagen ved Nyborg og derfra langs østsiden av Åsamyrane og i tunnel under Langarinden og E16 frem til endeholdeplass på Vågsbotn.



3 Metode

Analysen er gjennomført i forbindelse med konsekvensutredning på kommunedelplannivå. Det er en forutsetning at det på senere nivå skal utarbeides reguleringsplaner når valg av traseer er gjort.

Gjennom denne fareidentifikasjonen og overordnede sårbarhetsanalyse identifiseres de tema som vil være sentrale i de ROS-analyser som senere må utarbeides i forbindelse med detaljreguleringen. De detaljerte analysene med vurdering av sannsynlighet og konsekvens, inkluderer og tiltak for å redusere påpekt risiko.

3.1 INNLEDENDE FAREKARTLEGGING

Med fare menes forhold som kan medføre konkrete, stedfestede hendelser. En fare er ikke stedfestet og kan representere en "gruppe hendelser" med store likhetstrekk. Tabellene for fareidentifikasjon i kapittel 4 er basert på DSBs veiledning Samfunnssikkerhet i arealplanlegging (ref. 1.5.2), vår gjennomgang av ulike sjekklister fra Fylkesmennene og SIGVE-veiledningen (ref. 1.7.1). I tillegg er det tatt med innspill på hendelser som er kommet opp under møtene (ref. kapittel 1.8).

3.2 OVERORDNET SÅRBARHETSANALYSE

Sårbarhetsanalysen skal identifisere og rangere forhold som det må tas hensyn til i etterfølgende planprosesser. For å sikre at alle slike forhold blir synliggjort, vurderes sårbarhet ut fra stedlige forhold slik området fremstår før tiltaket iverksettes, og uten de sårbarhetsreduserende tiltak som vil bli gjennomført i vegprosjektet. Sårbarhets-vurderingen vil derfor være et utgangspunkt for videre fareidentifikasjon i mer detaljerte risikovurderinger. Forhold som i kommunedelplanen identifiseres som høy sårbarhet, vil da måtte tas hensyn til og kompenseres for med tiltak ved utforming av vegen og omgivelsene for å sikre at den endelige risikoen blir akseptabel. Den endelige risiko- og sårbarhetsvurderingen vil derfor bli gjort når en detaljert utforming av veg og omgivelser er avklart i reguleringsplan for valgte alternativ. Sårbarhetsanalysen fremmer også enkelte forslag til tiltak (risikoreduserende, dvs. forebyggende tiltak eller beredskap) som bør implementeres i den videre detaljplanlegging og prosjektering. Analysen følger retningslinjene i DSBs veiledning "Samfunnssikkerhet i arealplanlegging" (ref. 1.5.2). På bakgrunn av denne sårbarhetsvurderingen vil det ved detaljregulering gjennomføres ROS-analyser for menneskers liv og helse, materielle verdier og miljø basert på retningslinjer i NS 5814:2008 Krav til risikovurderinger (ref. 1.5.1), der risiko defineres som:

Uttrykk for kombinasjonen av sannsynligheten for og konsekvensen av en uønsket hendelse.

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.

4 Fareidentifikasjon og overordnet sårbarhetsanalyse

4.1 DELOMRÅDE A

4.1.1 Innledende fareidentifikasjon

Fare	Vurdering
NATURBASERTE hendelser er avgrenset til de naturlige, stedlige forholdene som gjør at arealet kan motstå eller avgrense konsekvensene av uønskede hendelser	
Skred/ustabil grunn (snø, is, stein, leire, jord)	Det er dårlige grunnforhold i sentrum, (ref. 1.6.1). Det gjøres en egen vurdering på fundamentering av alternativene 1Aa og 1Ab i dagen, og man har metoder som gjør at man får det til på en god måte. Alternativ 2Aa og 2Ab med tunneler er spesielt teknisk vanskelig på grunn av dårlige grunnforhold. Faren for skred – steinsprang - er spesielt knyttet til tunnelmunningene. Dette må ha et spesielt fokus i den videre prosjekteringen. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Drenering av grunnvann/ setningsproblematikk	Dersom en får en drenering av grunnvann i Bergen sentrum vil det gi store negative konsekvenser, både ift ødeleggelse av kulturlag og ift setningsproblematikk i den sentrale bykjernen. I alternativ 1Ab er det setningsproblematikk fordi grunnvannet har sunket i Vågsallmenningen, (ref. 1.6.2). Temaet vurderes i sårbarhetsanalysen.
Flom i vassdrag (herunder isgang)	Ikke relevant for dette delområdet. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Havnivåstigning og stormflo	Det er utarbeidet et eget notat om havnivåstigning (ref. 1.6.3), som bl.a. sier: <i>«Det anbefales at tunellinnslag i sentrum legges over kote 401 cm over landkote 0/NN1954. Det vil være 1 ‰ årlig sannsynlighet for år dette nivået kan nåes av bølgeslag i 2100 (For Sandviken og Nyhavn gjelder hhv. 521 og 461 cm). Det åpnes for at banen legges på et lavere nivå, med driftsløsninger som håndterer midlertidig stengning av deler av linjen ved høy vannstand. En aktuell høyde kan være kote 200 cm over landkote 0/NN1954. Dette innebærer 1 ‰ årlig sannsynlighet for oversvømmelse pr 2050.»</i> For dagalternativene 1Aa og 1Ab vil det bli gjennomført tiltak for å løfte traseen opp til kote +2 der dette er nødvendig. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen for 1Aa og 1Ab.</i> I tunellalternativene 2Aa og 2Ab ligger tunnelmunningene lavere enn kote +4. Temaet vurderes i sårbarhetsanalysen for alternativ 2Aa og 2Ab.

Fare	Vurdering
Vind	Tiltaket er ikke sårbart for vind. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Skog- / lyngbrann	Ikke relevant for dette delområdet. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Ekstremnedbør (snø, regn)	Dagalternativene ligger i gate, så her kommer man til ift. snørydding. Tunnelalternativ 2Aa har lengst kulvert/skjæring ift. tunnelportalen, og utfordringer ift. ekstremnedbør må løses. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Radon	Tiltaket er en bybane, og <i>temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
VIRKSOMHETSBASERT	
Brann/eksplosjon ved industrianlegg	Det er ikke identifisert lokaliteter langs strekningene i delområde A som utgjør en særskilt fare for tiltaket. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Transport av farlig gods	Transport av farlig gods er ikke utbredt i dette delområdet. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Forurensning i grunn	Grunnen antas stedvis å være forurenset. Dette forholdet håndteres i byggefasen. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Elektromagnetisk stråling	Elektromagnetisk stråling fra bybanen kan påvirke omgivelsene dersom de ligger nærmere. Eksempler kan være dataanlegg i nærliggende bygninger, permanente arbeidsplasser og områder med varig opphold for barn. Det forutsettes at evt. «sårbare» omgivelser kartlegges i senere planstadier, slik at nødvendige tiltak implementeres. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Støy	Vurderes som eget tema i KU, og <i>temaet vurderes ikke ytterligere i sårbarhetsanalysen.</i>
INFRASTRUKTUR	
VA-ledningsnett/ installasjoner	Utbyggingen kan komme i konflikt med enkelte VA-ledninger i området. Dette forholdet håndteres i byggefasen. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Jernbanetunnel og andre tekniske anlegg	For dagalternativene 1Aa og 1Ab vil det være fysisk konflikt med jernbanetunnel like etter tunnelinnslag i Sandbrogaten. Denne jernbanetunnelen eies av forsvaret men er pr. i dag ikke i bruk. I alternativ 2Ab vil man gå under en jernbanetunnel og under et fjellanlegg som eies av Forsvaret og Telenor (jernbanetunnelen ligger imidlertid i mellom). Dette er forhold som håndteres i byggefasen. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Trafikksikkerhet	Tiltaket vil føre til endret kjøremønster for bil og buss i deler av området, spesielt for dagalternativene. I dagalternativene vil man ha en bysituasjon med mange brukergrupper. Tunnelalternativene berører i mindre grad andre trafikantgrupper. Forskrift om konsekvensutredning fastsetter at temaet beredskap og ulykkesrisiko skal utredes i henhold til PBL § 4.3. Dette gjøres mer detaljert i neste planfase, men temaet vurderes på et overordnet nivå denne i sårbarhetsanalysen. Brann i tunnel vurderes som et eget punkt i sårbarhetsanalysen.

Fare	Vurdering
Eksisterende kraftstasjon/el-forsyning	Tiltaket vil ikke påvirke forsyningssikkerheten i området. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
SÅRBARE OBJEKTER er anlegg, bygg, natur og kulturområder som er sårbare for inngrep og skader.	
Helse- og omsorgsinstitusjoner	Tiltaket ligger ikke slik til at det vil påvirke slike institusjoner. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Viktige offentlige bygg	Tiltaket ligger ikke slik til at det vil påvirke slike institusjoner (skoler, barnehager, andre offentlige bygg). <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Kulturminne	Hele bygrunnen er fredet. Vurderes som eget tema i KU, temaet <i>vurderes ikke ytterligere i denne analysen.</i>
Natur	Vurderes som eget tema i KU, temaet <i>vurderes ikke ytterligere i denne analysen.</i>
ANLEGGSPHASEN – spesifikke hendelser knyttet til anleggsfasen	
Sprengningsarbeid	Aktuelt for 2Aa og 2Ab, og på en liten strekning i dagalternativene fra Sandbrogaten.
Anleggsarbeid i eksisterende vei	1Aa og 1Ab: <ul style="list-style-type: none"> • Utfordringer ift. å sikre trafikantgrupper • Oppstykket anleggsarbeid er å anbefale i forhold til hensynet til trafikkavvikling.

4.1.2 Overordnet sårbarhetsanalyse

Dagløsning Alt 1A (a og b varianter)

Trafikksikkerhet

I dagløsningene i sentrum blir det en bysituasjon med mange brukergrupper. Tiltaket vil føre til endret kjøremønster for bil og buss i store deler av området. Mulige uønskede hendelser identifisert på dette planstadiet er eksempelvis: På Bryggen er det lagt opp til kjøring bak banen, og dette kan potensielt medføre farlige situasjoner dersom noen forsøker å kjøre forbi banen. Banen stopper ikke på Bryggen og faren for dette ansees som svært liten. Krappe kurver i sentrum gir redusert sikt, og i Vågsallmenningen vil man få spesielle utfordringer med hensynet til fotgjengere (dette gjelder kun 1Ab), bl.a. må det vises aktsomhet ved kjøring på «omkjøringsspor» da publikum ikke vil være vant til at det kommer Bybane her.

Området vurderes som moderat sårbart ovenfor endringer i trafikksituasjonen som bybanen vil medføre. Som en del av tiltaket ligger en betydelig trafikkreduksjon og dermed en økt trafikksikkerhet i byrom med stor fotgjengeraktivitet. Det vil bli utført egne trafikksikkerhetsvurderinger som vil redusere risikoen.

Brann i tunnel

Tunnelen fra Sandbrogaten er ca. 600 meter, og rømning vil foregå ut fra hver tunnelende. En brann i tunnel vil medføre røykutvikling og røyken vil spre seg i tunnelen, og vil medføre nedetid for banen. Banen vurderes som moderat sårbar for brann i tunnelen. Brannteknisk prosjektering i videre planfaser skal sikre at risikoen er på et akseptabelt nivå.

Drenering av grunnvann og setninger

Drenering av grunnvannet i Bergen sentrum kan medføre store konsekvenser for tap av automatisk fredede kulturminner (kulturlag) i Bergen sentrum. På sikt kan drenering av grunnvannet også medføre setningsskader på bygninger. I Bergen sentrum har dette særlig vært knyttet til skader på stående kulturminner (Bryggen). I Vågsbunnen er det avdekket senket grunnvannsnivå og det undersøkes hva årsakene til dette kan være. Med fundamenteringsmetoder som fordeler trykkbelastning og vibrasjoner i bakken vil innføring av en banetrase ikke påvirke setningen i massene.

Med trasé i dagen vil påvirkningen på grunnvannet være svært begrenset forutsatt at nødvendige tiltak iverksettes (ref. hydrogeologisk notat). Nødvendige tiltak for tetting av tunnelinnslag og tunnel ved Sandbrogaten må også iverksettes. I Vågsallmenningen er det mulig å fundamenterere banetraseen slik at risikoen for setninger blir liten. Området vurderes som moderat sårbart overfor endring i grunnvannstanden. Under detaljprosjektering kan det legges inn tiltak som reduserer risikoen ytterligere.

Tunnelløsning Alt 2A (a og b varianter)

Trafikksikkerhet

Tunnelalternativene berører i liten grad annen trafikk, og området vurderes som lite sårbart ovenfor endringer i trafikksituasjonen som følge av bybanen. Det vil utføres egne trafikksikkerhetsvurderinger som vil redusere risikoen ytterligere ved tunnelmunningene.

Brann i tunnel

Tunnelen fra sentrum til utgang ved NHH er ca. 4 km. Tunnelalternativene i sentrum har holdeplasser under bakken, og disse vil kunne fungere som rømning og redning. Det forutsettes at holdeplassene under bakken utformes i tråd med kravene i gjeldende regelverk. En brann i tunnel vil føre til røykutvikling og røyken vil spre seg i tunnelen, og vil medføre nedetid for banen. Banen vurderes som svært sårbar for brann i denne tunnelen på grunn av lengden. Brannteknisk prosjektering i videre planfaser vil redusere risikoen til akseptabelt nivå.

Oversvømmelse (havnivåstigning)

Tunnelmunning i sentrum ligger lavere enn kote +4, og banen vurderes derfor som svært sårbar for havnivåstigning. Det er foreslått driftstiltak som erstatter bane med buss dersom sjøen stiger til over skinnekant.

Drenering av grunnvann og setninger

Dype og lange kulverter, tunnelinnslag og tunneler kan medføre endring i grunnvannstand (ref. hydrogeologisk notat). Drenering av grunnvann kan føre til store konsekvenser for tap av automatisk fredede kulturminner (kulturlag) i Bergen sentrum. På sikt kan også drenering av grunnvannet medføre blant annet setningsskader på bygninger. Strengt krav til tetting av tunnelinnslag og tunnel (evt. full utstøping på hele eller deler av traseen) og strenge krav til kontroll av arbeidet under anleggsfasen, vil redusere risikoen for drenering av grunnvann. Måling av lekkasjerate både i anleggsfasen og driftsfasen vil være nødvendig. Området vurderes som svært sårbart for endring i grunnvannstanden.

4.2 DELOMRÅDE B

4.2.1 Innledende fareidentifikasjon

Fare	Vurdering
NATURBASERTE hendelser er avgrenset til de naturlige, stedlige forholdene som gjør at arealet kan motstå eller avgrense konsekvensene av uønskede hendelser	
Skred/ustabil grunn (snø, is, stein, leire, jord)	Faren for skred – steinsprang - er spesielt knyttet til tunnelmunningene. Dette må ha et spesielt fokus i den videre prosjekteringen. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Drenering av grunnvann/ setningsproblematikk	Dette er ikke et forhold som er utredet i særlig grad på nåværende tidspunkt i dette delområdet, og <i>temaet vurderes derfor ikke videre i denne sårbarhetsanalysen.</i>
Flom i vassdrag (herunder isgang)	Det er flere vassdrag som kommer ned i Sandviken sentrum. Vassdragene er lukket, dvs. ingen åpne dekker i området. Temaet vurderes i sårbarhetsanalysen.
Havnivåstigning og stormflo	Det er utarbeidet et eget notat om havnivåstigning (ref. 1.6.3), som bl.a. sier: «Det anbefales at tunellinnslag i sentrum legges over kote 401 cm over landkote 0/NN1954. Det vil være 1 ‰ årlig sannsynlighet for år dette nivået kan nåes av bølgeslag i 2100 (For Sandviken og Nyhavn gjelder hhv. 521 og 461 cm). Det åpnes for at banen legges på et lavere nivå, med driftsløsninger som håndterer midlertidig stengning av deler av linjen ved høy vannstand. En aktuell høyde kan være kote 200 cm over landkote 0/NN1954. Dette innebærer 1 ‰ årlig sannsynlighet for oversvømmelse pr 2050.» Tunnelportal sør for Sandvikstorget ligger lavere enn kote +4 i alternativ 1Ba, 1Bb og 3Bb. Temaet vurderes i sårbarhetsanalysen.
Vind	Tiltaket er ikke sårbart for vind. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Skog- / lyngbrann	En evt. skog/lyngbrann i dette området er vurdert til å i liten grad påvirke en ny bane i dette området. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Ekstremnedbør (snø og regn)	I videre planarbeid må tilkomst for snørydding vurderes. <i>Temaet vurderes ikke videre i denne sårbarhetsanalysen.</i>
Radon	Tiltaket er en bybane, temaet vurderes ikke som relevant og er derfor <i>ikke vurdert videre i denne sårbarhetsanalysen.</i>
VIRKSOMHETSBASERT	
Brann/eksplosjon ved industrianlegg	Det er ikke identifisert lokaliteter langs strekningene i delområde B som utgjør en særskilt fare for tiltaket. <i>Temaet vurderes ikke videre i denne sårbarhetsanalysen.</i>
Transport av farlig gods	På E39 går det transport av farlig gods. Traseen vil gå langs med og krysse E39. Temaet vurderes i sårbarhetsanalysen.
Forurensning i grunn	Grunnen i bl.a. Sandviken må antas at er forurenset. Dette forholdet håndteres i byggefasen. <i>Temaet vurderes ikke videre i denne sårbarhetsanalysen.</i>

Fare	Vurdering
Elektromagnetisk stråling	Elektromagnetisk stråling fra bybanen kan påvirke omgivelsene dersom de ligger nærme. Eksempler kan være dataanlegg i nærliggende bygninger, permanente arbeidsplasser og områder med varig opphold for barn. Det forutsettes at evt. «sårbare» omgivelser kartlegges i senere planstadier, slik at nødvendige tiltak implementeres. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Støy	Vurderes som eget tema i KU, temaet <i>vurderes ikke ytterligere i denne analysen.</i>
INFRASTRUKTUR	
VA-ledningsnett/ installasjoner	I delområde B har alle alternativene nærhet til en kloakktunnel, og under holdeplass ved NHH er det et stort kloakkrenseanlegg. Dette forholdet håndteres i anleggsfasen. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Jernbanetunnel og andre tekniske anlegg	I delområde B må alle alternativene ta hensyn til eksisterende fjellanlegg, og til dels krysse disse med liten overdekning. Dette forholdet håndteres i anleggsfasen. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Trafikksikkerhet	Alternativ 1Ba, 1Bb, 3Ba og 3Bb har vekslende tunnel og dagstrekninger. Alternativ 2B består hovedsakelig av tunnelstrekninger, og berører således annen trafikk i liten grad. Unntaket er en kort dagstrekning ved NHH og ved Eidsvåg Vest. Temaet vurderes i sårbarhetsanalysen. Brann i tunnel vurderes som et eget punkt i sårbarhetsanalysen.
Eksisterende kraftstasjon/ el-forsyning, trafo	Det ligger en stor trafostasjon øverst så langt mot fjellet man kommer (alternativ 2B). Mulige skader på denne som følge av rystelser under sprengning, må håndteres i anleggsfasen. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Drikkevannsforsyning	Jordalsvannet er en viktig drikkevannskilde. Traseene går i nærheten av dette vannet, men i alt 3Ba og 3Bb med forlenget Fløyfjellstunnel vil biltrafikken på E39 gå på bro over dette vannet. Temaet vurderes i sårbarhetsanalysen.
SÅRBARE OBJEKTER er anlegg, bygg, natur og kulturområder som er sårbare for inngrep og skader.	
Helse- og omsorgsinstitusjoner	Sandviken sykehus og helsestasjon/sykehjem ved Mulebekken ligger i nærheten i dette delområdet. Evt. påvirkninger på disse (rystelser under sprengning i anleggsfasen, støy/vibrasjoner/elektromagnetisk stråling i driftsfasen for eksempel) må utredes i det videre planarbeidet. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Viktige offentlige bygg	NHH, Sandviken kirke, NLA, Rothaugen skole og flere barnehager ligger i nærheten i dette delområdet. Evt. påvirkninger på disse (rystelser under sprengning i anleggsfasen, støy/vibrasjoner/elektromagnetisk stråling i driftsfasen for eksempel) må utredes i det videre planarbeidet. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Kulturminne	Vurderes som eget tema i KU, temaet <i>vurderes ikke ytterligere i denne analysen.</i>
Natur	Vurderes som eget tema i KU, temaet <i>vurderes ikke ytterligere i denne analysen.</i>

Fare	Vurdering
ANLEGGSSFASEN – spesifikke hendelser knyttet til anleggsfasen	
Sprenningsarbeid	Aktuelt for alle alternativene.
Trafikkavvikling	Anleggsarbeid i eksisterende vei er utfordrende og må løses.
Akutt forurensning	Jordalsvannet er en viktig drikkevannskilde og er svært sårbar for akutt forurensning.

4.2.2 Overordnet sårbarhetsanalyse

1B (a og b variant)

Trafikksikkerhet

Alternativ 1B har vekslende tunnel og dagstrekninger, og banen vil berøre annen trafikk på dagstrekningene i Sandviken og ved NHH. Mulige uønskede hendelser identifisert på dette planstadiet er eksempelvis: I Sjøgaten i Sandviken er det lagt topp til at bilene skal kjøre inn bak banen, og det kan her være mulig fare for kollisjon ved ureglementert forbi kjøring av banen. Holdeplass ved Sandviken brygge ligger nær tunnelportal (20-30 m), og banen går her i krapp kurve. Det er også potensielt solblending her. Ved holdeplassen ved NHH krysser banen Helleveien i plan med signalanlegg. Området kan bli litt uryddig, med studenter som krysser og har dårlig tid. Veien over tunnelportal ved NHH er trafikkert, og portalen må sikres mot utforkjøring og objekter i spor. Det kan være fare for at ny bru over E39 benyttes som snarvei til holdeplass ved NHH fra boligområdene i sørøst (Hatleveien med flere).

Området vurderes som moderat sårbart ovenfor endringer i trafikk situasjonen som følge av Bybanen. Det utføres egne trafikksikkerhetsvurderinger som vil redusere risikoen.

Brann i tunnel

Tunnelen fra NHH til Eidsvåg er ca. 1500 meter. I alternativ 1Ba er tunnelen fra Sandviken Brygge til NHH ca. 1600 meter, og i 1Bb er tunnelene på samme strekning ca. 1000 meter lange med en kort dagstrekning ved Nyhavnsveien. Det forutsettes at de lengste traseene tilrettelegges med rømningsvei i tråd med krav i regelverk. En brann i tunnel vil føre til røykutvikling og røyken vil spre seg i tunnelen, og vil medføre nedetid for banen. Banen vurderes som moderat sårbar for brann i tunnel. Brannteknisk prosjektering i videre planfaser vil kunne redusere risikoen.

Oversvømmelse (havnivåstigning)

Tunnelportal sør for Sandvikstorget ligger lavere enn kote +4, og banen vurderes derfor som sårbart ift. havnivåstigning. Tunnelen ligger på stigning med høybrekk slik at den ikke vil bli total oversvømmet.

Oversvømmelse (vassdrag)

Flere vassdrag kommer ned i Sandviken sentrum. Vassdragene er lukket, men det kan være mulig fare for at disse kan oversvømme området hvis de ikke fungerer (blokkert etc.). Sårbarheten vurderes som moderat.

Farlig godstrafikk

Traseen vil gå i nærheten av E39 på deler av strekningen. DSB mottar årlig rapporter om 60-70 hendelser med transport av farlig gods i Norge. I de fleste tilfellene fører en hendelse med farlig gods til lokalt akutt utslipp til grunnen. Andelen hendelser hvor det vil oppstå brann eller eksplosjon er erfaringsmessig svært lav. Banen vurderes i dette området som lite sårbar ovenfor en hendelse med farlig gods på E39.

Forurensing av drikkevannskilde

Bybanetraseen vil gå i nærheten av Jordalsvannet, og dette alternativet forutsetter også forlenget Fløyfjellstunnel med ny veilinje nært Jordalsvannet. Jordalsvannet vurderes som svært sårbart ovenfor en hendelse med akutt forurensning fra biltrafikk like ved vannet. Dette er også viktig å ha fokus på i anleggsfasen.

2B

Trafikksikkerhet

Alternativ 2B består hovedsakelig av tunnelstrekninger, og berører i liten grad annen trafikk. Unntaket er en kort dagstrekning ved NHH og ved Eidsvåg. Mulige uønskede hendelser identifisert på dette planstadiet er eksempelvis: Fare for at ny bru over E39 benyttes som snarvei til holdeplass ved NHH fra boligområdene i sørøst (Hatleveien med flere). Området vurderes som lite sårbart ovenfor endringer i trafikksituasjonen som bybanen vil medføre. Det utføres egne trafikksikkerhetsvurderinger som vil redusere risikoen.

Brann i tunnel

Tunnelen fra sentrum til utgang ved NHH er ca. 4 km. I delområdet B er det lagt opp til holdeplasser under bakken, og disse vil kunne fungere som rømning og redning. Det forutsettes at holdeplassene under bakken utformes i tråd med kravene i regelverk. Tunnelstrekningen fra holdeplassen under bakken ved NLA til holdeplass i dagen ved NHH er ca. 1900 meter, og tunnelen fra NHH til Eidsvåg Vest er ca. 1600 meter. Det forutsettes at disse traseene tilrettelegges med rømningsvei i tråd med krav i regelverk. En brann i tunnel vil medføre røykutvikling og røyken vil spre seg i tunnelen, og vil medføre nedetid for banen. Banen vurderes som svært sårbar for brann i disse tunnelene. Brannteknisk prosjektering i videre planfaser vil kunne redusere risikoen.

Farlig godstrafikk

Det er samme forhold som for alternativ 1B. Banen vurderes i dette området som lite sårbar ovenfor en hendelse med farlig gods på E39.

Forurensing av drikkevannskilde

Traseen vil gå i nærheten av Jordalsvannet. En eventuell hendelse på Bybanen vil i liten grad føre til akutt forurensning, og Jordalsvannet vurderes derfor som lite sårbart ovenfor en slik hendelse. I anleggsfasen er det imidlertid en større risiko for akutt forurensning av Jordalsvannet.

3B (a og b variant)

Trafikksikkerhet

Alternativ 3B har vekslende tunnel og dagstrekninger. Mulige uønskede hendelser identifisert på dette planstadiet er de samme som i alternativ 1B og 2B. Dersom Fløyfjellstunnel stenges, må trafikken kjøre gjennom sentrum, og byen vil da mer eller mindre stå stille (samme situasjon som i dag). I forlenget Fløyfjellstunnel er det lagt opp til på- og avkjøring i fjell fra Sandviken, både nord og sørgående avkjøring. Påkjøring i fjell må fraviksbehandles i Vegdirektoratet.

Alternativ 3Bb vil gå i dagen gjennom Sandviken, med de utfordringer det innebærer med samme forhold i Sjøgaten som i alternativ 1Ba og b. I alternativ 3Ba ligger det holdeplasser nær tunnelmunning i Amalie Skrams vei og ved Sandviken kirke. Amalie Skrams vei ligger også tett på eksisterende bebyggelse på høyde, og det kan være fare for at reisende vil ta snarveien over spor nær tunnelmunningen. Området vurderes som moderat sårbart ovenfor endringer i trafikksituasjonen som følgen av bybanen. Det utføres egne trafikksikkerhetsvurderinger som vil redusere risikoen.

Brann i tunnel

Tunnelen fra NHH til Eidsvåg Vest er ca. 850 meter. I alternativ 3Ba er tunnelen fra holdeplass i dagen ved Sandviken kirke til Amalie Skrams vei ca. 700 meter. Rømning vil i disse tunnelene kunne foregå i hver ende av tunnelene. En brann i tunnel med røykutvikling og spredning i tunnelen, og vil føre til nedetid for banen. Banen vurderes som moderat sårbar for brann i tunnel. Brannteknisk prosjektering i videre planfaser vil redusere risikoen til et akseptabelt nivå.

Oversvømmelse (havnivåstigning)

Tunnelportal sør for Sandvikstorget ligger lavere enn kote +4, og banen vurderes derfor som sårbar ift. havnivåstigning. Tunnelen ligger på stigning med høybrekk slik at den ikke vil bli totalt oversvømmet.

Oversvømmelse (vassdrag)

I alternativ 3Bb går traseen i dagen ved Sandviken. Flere vassdrag kommer ned i Sandviken sentrum. Vassdragene er lukket, men det kan være mulig fare for at disse kan oversvømme området hvis de ikke fungerer (blokkert etc.). Sårbarheten vurderes som moderat sårbart.

Farlig godstrafikk

Traseen vil ikke gå i nærheten av E39 i dette delområdet som går i forlenget Fløyfjellstunnel. Påvirkning på banen som følge av transport av farlig gods ulykke på E39 vurderes derfor som ikke sårbart.

Forurensing drikkevannskilde

Bybanetraseen vil gå i nærheten av Jordalsvannet, og dette alternativet forutsetter også forlenget Fløyfjellstunnel med bro over Jordalsvannet. Jordalsvannet vurderes som svært sårbart ovenfor en hendelse med akutt forurensning fra biltrafikk på denne broen. Dette er også viktig å ha fokus på i anleggsfasen.

4.3 DELOMRÅDE C

4.3.1 Innledende fareidentifikasjon

Fare	Vurdering
NATURBASERTE hendelser er avgrenset til de naturlige, stedlige forholdene som gjør at arealet kan motstå eller avgrense konsekvensene av uønskede hendelser	
Skred/ustabil grunn (snø, is, stein, leire, jord)	Faren for skred – steinsprang - er spesielt knyttet til tunnelmunningene. Dette må ha et spesielt fokus i den videre prosjekteringen. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Drenering av grunnvann/ setningsproblematikk	Dette er ikke et forhold som er utredet i særlig grad på nåværende tidspunkt i dette delområdet, og <i>temaet vurderes derfor ikke videre i denne sårbarhetsanalysen.</i>
Flom i vassdrag (herunder isgang)	I Åsane området er det flere bekker som banen vil gå ved siden av og krysse, dette gjelder spesielt alternativet 1C. Temaet vurderes i sårbarhetsanalysen for alternativ 1C.
Havnivåstigning og stormflo	Det er utarbeidet et eget notat om havnivåstigning (ref. 1.6.3), som bl.a. sier: <i>«Det anbefales at tunellinnslag i sentrum legges over kote 401 cm over landkote 0/NN1954. Det vil være 1 ‰ årlig sannsynlighet for år dette nivået kan nåes av bølgeslag i 2100 (For Sandviken og Nyhavn gjelder hhv. 521 og 461 cm). Det åpnes for at banen legges på et lavere nivå, med driftsløsninger som håndterer midlertidig stengning av deler av linjen ved høy vannstand. En aktuell høyde kan være kote 200 cm over landkote 0/NN1954. Dette innebærer 1 ‰ årlig sannsynlighet for oversvømmelse pr 2050.»</i> I delområde C ligger banen og tunellmunninger over de anbefalte verdiene i hele området. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Skog- / lyngbrann	En evt. skog/lyngbrann i dette området er vurdert til å i liten grad påvirke en ny bane i dette området. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Ekstremnedbør (regn og snø)	I alternativ 1C må evt. utfordringer med snørydding på bro løses i den videre prosjekteringen når endelig løsning er vagt. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Radon	Tiltaket er en bybane, og temaet vurderes derfor ikke som relevant. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
VIRKSOMHETSBASERT	
Brann/eksplosjon ved industrianlegg	Det er enkelte bilverksteder ved Nyborg, og holdeplass på Nyborg i 2C ligger nær en bensinstasjon. Det er rimelig å anta at denne bensinstasjonen vil legges ned som følge av tiltaket. Det er ikke identifisert lokaliteter langs strekningene i delområde C som utgjør en særskilt fare for tiltaket. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Transport av farlig gods	Traseen vil gå langs med E39 på deler av strekningen og krysse over E39 på bro ved Åsane sentrum. Temaet vurderes i sårbarhetsanalysen.
Forurensning i grunn	Grunnen antas stedvis å være forurenset. Dette forholdet håndteres i byggefasen. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>

Fare	Vurdering
Elektromagnetisk stråling	Elektromagnetisk stråling fra bybanen kan påvirke omgivelsene dersom de ligger nærme. Eksempler kan være dataanlegg i nærliggende bygninger, permanente arbeidsplasser og områder med varig opphold for barn. Det forutsettes at evt. «sårbare» omgivelser kartlegges i senere planstadier, slik at nødvendige tiltak implementeres. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Støy	Vurderes som eget tema i KU, temaet <i>vurderes ikke ytterligere i denne analysen.</i>
INFRASTRUKTUR	
VA-ledningsnett/ installasjoner	Utbyggingen kan komme i konflikt med enkelte VA-ledninger i området (hovedtraseer ligger veldig dypt). Det er ikke identifisert noen spesielle konfliktområder. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Trafikksikkerhet	Alternativ 1C har vekslende trase i dagen og i tunnel, og det er lagt opp til flere bruer og holdeplass på bru. I alternativ 2C er det spesielt traseen gjennom gågate i Åsane sentrum som vil være utfordrende ift. trafikksikkerhet. Temaet vurderes i sårbarhetsanalysen. Brann i tunnel vurderes som et eget punkt i sårbarhetsanalysen.
Eksisterende kraftstasjon/ elforsyning	Det går høyspentledninger over Forvatnet, og banen vil i alternativ 1C gå på bro over dette vannet. Temaet vurderes i sårbarhetsanalysen for alternativ 1C.
SÅRBARE OBJEKTER er anlegg, bygg, natur og kulturområder som er sårbare for inngrep og skader.	
Helse- og omsorgsinstitusjoner	Ved Åstveitskogen går 1C under DPS med ca. 5-6 meter. anleggsfaseproblematikk. Evt. påvirkninger på denne (rystelser under sprengning i anleggsfasen, støy/vibrasjoner etc.) må utredes i det videre planarbeidet. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Viktige offentlige bygg	Alternativ 1C går i kulvert nært Kalvatræet skole før Åstveit stasjon. Alternativ 2C har en dagstrekning nær Åsane videregående skole ved Nyborg. Denne skal legges ned, men vet ikke akkurat når. Evt. påvirkninger på disse (rystelser under sprengning i anleggsfasen, støy/vibrasjoner/elektromagnetisk stråling i driftsfasen for eksempel) må utredes i det videre planarbeidet. <i>Temaet vurderes ikke videre i sårbarhetsanalysen.</i>
Kulturminne	Vurderes som eget tema i KU, temaet <i>vurderes ikke ytterligere i denne sårbarhetsanalysen.</i>
Natur	Vurderes som eget tema i KU, temaet <i>vurderes ikke ytterligere i denne sårbarhetsanalysen.</i>
ANLEGGSFASEN – spesifikke hendelser knyttet til anleggsfasen	
Sprengningsarbeid	Aktuelt for både 1C og 2C.
Trafikkavvikling	Alternativ 1C vil få utfordringer knyttet til trafikkavvikling i Hesthaugvegen, og alternativ 2C vil få utfordring ved Åsane bussterminal ift. bussavvikling (vurdere å etablere en midlertidig bussterminal i anleggsfasen).

4.3.2 Overordnet sårbarhetsanalyse

1C (a og b variant)

Trafikksikkerhet

Alternativ 1C har vekslende trase i dagen og i tunnel. Flere av dagsonene er forholdsvis korte. Det er også lagt opp til flere bruer. Ved Åsane sentrum er det beskrevet to likeverdige varianter, der både 1Ca og 1Cb krysser E39 på nye banebroer. Den første varianten, 1Ca, baserer seg på ny kollektivterminal på C- tomten med banestopp i høyde med fremtidig gangbro til Åsane sentrum på vestsiden av motorveien. Dette forutsetter nytt veikryss mellom Hesthaugveien og E39 lagt noe lenger sør enn dagens Hesthaugbro. I variant 1Cb beholdes dagens veisystem med utvidelser til kollektivfeltet og terminalen utvides på dagens lokalisering. I denne varianten vil banen betjene en bymessig utbygging på C- tomten.

Området vurderes som moderat sårbart ovenfor endringer i trafikksituasjonen som bybanen vil medføre. Det utføres egne trafikksikkerhetsvurderinger som vil redusere risikoen.

Brann i tunnel og på bro

Tunnellengdene i dette alternativet er henholdsvis på ca. 1300 meter, 800 meter, 700 meter og 350 meter. Det forutsettes at den lengste traseen tilrettelegges med rømningsvei i tråd med krav i regelverk. En brann i tunnel vil føre til røykutvikling som sprer seg i tunnelen, og vil medføre nedetid for banen. En brann på bru vil være utfordrende for tilkomst av utrykningskjøretøy og evakuering.

Banen vurderes som svært sårbar for brann i tunnel og på bru. Brannteknisk prosjektering i videre planfaser vil redusere risikoen til et akseptabelt nivå.

Oversvømmelse (vassdrag)

Det er flere bekker og mindre elver innenfor planområdet i Åsane. Daleelva langs Hesthaugveien befinner seg ca. 40 meter fra tunnelportal, og tunnelen heller nedover. Banen vil også gå langs denne Daleelva og krysse over den på bro. Traseen vil gå på bro over Forvatnet og langs kanal og bekk nordøst for vannet. Broen vil bli lav (ca. 3 meter over vannspeilet). Sårbarheten vurderes som moderat.

Farlig godstrafikk

Traseen går langs E39 på deler av strekningen og krysser over E39 på bro ved Åsane sentrum. DSB mottar årlig rapporter om 60-70 hendelser med transport av farlig gods i Norge. I de fleste tilfellene fører en hendelse med farlig gods til lokalt akutt utslipp til grunnen. Andelen hendelser hvor det vil oppstå brann eller eksplosjon er erfaringsmessig svært lav. Banen vurderes i dette området som moderat sårbar ovenfor en hendelse med farlig gods på E39.

Nærhet til høyspentledninger

Banen vil gå på bro over Forvatnet. Det går høyspentledning over dette vannet. Banen vurderes derfor som moderat sårbar for nærhet til høyspent. Tiltak i videre prosjektering vil kunne redusere risikoen.

2C

Trafikksikkerhet

I alternativ 2C er det spesielt traseen gjennom gågate i Åsane sentrum som vil være utfordrende for trafikksikkerhet. Området vurderes som moderat sårbart ovenfor endringer i trafikksituasjonen som bybanen vil medføre.

Brann i tunnel

Tunnellengdene i dette alternativet er henholdsvis på ca. 1600 meter, 650 meter, 950 meter og 700 meter. Det forutsettes at den lengste tunnelen tilrettelegges med rømningsvei etter gjeldende regelverk. En brann i tunnel vil gi røykutvikling som sprer seg i tunnelen, og vil medføre nedetid for banen. Banen vurderes som moderat sårbar for brann i tunnel. Brannteknisk prosjektering i videre planfaser skal redusere risikoen til et akseptabelt nivå.

Farlig godstrafikk

Traseen går langs med E39 på deler av strekningen. De samme forhold gjelder for dette alternativet som for alternativ 1C langs E39. Banen vurderes i dette området som lite sårbar ovenfor en hendelse med farlig gods på E39.

5 Konklusjon

Det er identifisert farer for alle strekningene. Strekningene har forskjellige typer farer og i forskjellig grad. Samtlige farer er vurdert å kunne håndteres gjennom videre prosjektering og bygging, og det ikke er funnet noe som tilsier at noen av alternativene ikke kan gjennomføres. Det er heller ikke funnet vesentlige grunner til å fremheve noen alternativer fremfor andre. Ofte vil moderat- og svært sårbare forhold enkelt kunne reduseres til lite eller ikke sårbart gjennom sannsynlighetsreducerende eller konsekvensreducerende tiltak som er typiske for prosjekter som dette. Enkelte forhold vil kunne kreve særskilte tiltak som vil være en viktig del av detaljprosjekteringen. Som nevnt innledningsvis, omfatter analysen i denne planfasen ikke identifikasjon av sårbarhetsreducerende tiltak. Dette vil bli ivaretatt i videre planarbeid, ved gjennomføring av detaljert vurdering av risiko med sannsynlighet for at uønskede hendelser skal skje.

Tabellen nedenfor oppsummerer den overordnede sårbarhetsanalysen.

	1Aa	1Ab	2Aa	2Ab	1Ba	1Bb	2B	3Ba	3Bb	1C	2C
Trafikksikkerhet	M	M	L	L	M	M	L	M	M	M	M
Brann i tunnel og på bru	M	M	S	S	M	M	S	M	M	S	M
Drenering av grunnvann og setninger	M	M	S	S	-	-	-	-	-	-	-
Oversvømmelse (havnivåstigning)	-	-	S	S	S	S	-	-	S	-	-
Oversvømmelse (vassdrag)	-	-	-	-	M	M	-	-	M	M	-
Farlig gods-trafikk	-	-	-	-	L	L	L	-	-	M	L
Forurensning av drikkevann	-	-	-	-	L	L	L	S	S	-	-
Høyspentledninger	-	-	-	-	-	-	-	-	-	M	-

*) L = Lite sårbart, M = Moderat sårbart og S = Svært sårbart. Celler med strek (-) indikerer at området eller banen ikke er sårbart for aktuell fare, at faren ikke er relevant eller ikke identifisert på dette planstadiet.