

Reguleringsplan og teknisk forprosjekt

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

Områdereguleringsplan

Fløyfjelltunnelen – forlengelse til Eidsvåg

Planid 65840000

Teknisk forprosjekt

Forord

Dette dokumentet presenterer teknisk forprosjekt for reguleringsplanen for forlengelsen av Fløyfjelltunnelen fra Sandviken til Eidsvåg. Dokumentet beskriver tekniske forhold som er lagt til grunn for reguleringen. I tillegg til denne rapporten består teknisk forprosjekt av tegningshefte og 3D-modell.

Teknisk forprosjekt skal gi grunnlag og tilstrekkelig sikkerhet for at løsningene som legges til grunn for reguleringsplanene er gjennomførbare, kostnadseffektive og oppfyller krav til sikkerhet. Materialet skal også gi grunnlag for å beregne kostnader, vurdere virkninger og konflikter, samt gi grunnlag for grunnerverv.

Det vises ellers til planbeskrivelsen for en bredere gjennomgang av planområdet og beskrivelse av tiltaket.

Bergen
2022-09-15

03J	Justert mht. luftforurensning	2022-09-15	EN	GAS	AK	IOV
02J	Ferdig dokument	2022-05-20	GAS	-	AK	IOV
01D	Til gjennomgang	2022-03-11	OB	GAS	AK	IOV
Versjon	Beskrivelse	Dato	Utarb. av	Fagkontroll	Tverf.kontr.	Godkj. av

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

Innhold

Forord	2
Innhold	3
1 Bybanen fra sentrum til Åsane	4
2 Forutsetninger og grunnlag for delstrekningen	5
2.1 Formål med reguleringsplanen	5
2.2 Planavgrensning	5
2.3 Skissefasen.....	6
2.4 Trafikk	9
3 Tunnelen	10
3.1 Hovedtrekk	10
3.2 Lengdeprofil.....	11
3.3 Tunnelprofil	12
3.4 Ramper	13
3.5 Innredning og utrustning av tunnelen.....	14
3.6 Tovegstrafikk i ett løp.....	20
3.7 Brann og rømning.....	21
3.8 Støy.....	21
4 Ingeniørgeologi og hydrogeologi	22
4.1 Ingeniørgeologi.....	22
4.2 Hydrogeologi	22
5 Konstruksjoner	23
5.1 Generelt.....	23
5.2 Utstøpninger i berg for ramper til Fløyfjelltunnelen	24
6 VA-anlegg	27
6.1 Tunnelvann og overvann	27
6.2 Brannvann	27
6.3 Anleggsvann	29
7 Anleggsgjennomføring og massehåndtering	30
7.1 Faseplaner	30
7.2 Massehåndtering.....	34
8 Sikkerhet	36
8.1 Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø – SHA	36
8.2 Miljøoppfølgingsprogram	40
9 Fravik	42
9.1 Fravik behandlet i utredningsfase	42
9.2 Fravik behandlet i reguleringsfasen	42
9.3 Mulige fravik som må avklares videre i byggeplanfasen.....	43
10 Grunnerverv	44
Vedlegg	45
Referanser	46

1 Bybanen fra sentrum til Åsane

Forlengelse av Fløyfjelltunnelen er en del av planene for Bybanen mellom sentrum og Åsane. Strekningen er delt i seks delstrekninger, se figur 1-1:

- Delstrekning 1: Kaigaten – Sandbrogaten
- Delstrekning 2: Sandbrogaten – Eidsvågtunnelen
- Delstrekning 3: Eidsvågtunnelen – Tertneskrysset
- Delstrekning 4: Tertneskrysset – Vågsbotn
- Delstrekning Fløyfjelltunnelens forlengelse
- Delstrekning hovedsykkelruten Festningskaian – Sandviksveien

For alle delstrekningene utarbeides det egne områdereguleringsplaner med tilhørende teknisk forprosjekt.



Figur 1-1 Inndeling av delstrekninger.

2 Forutsetninger og grunnlag for delstrekningen

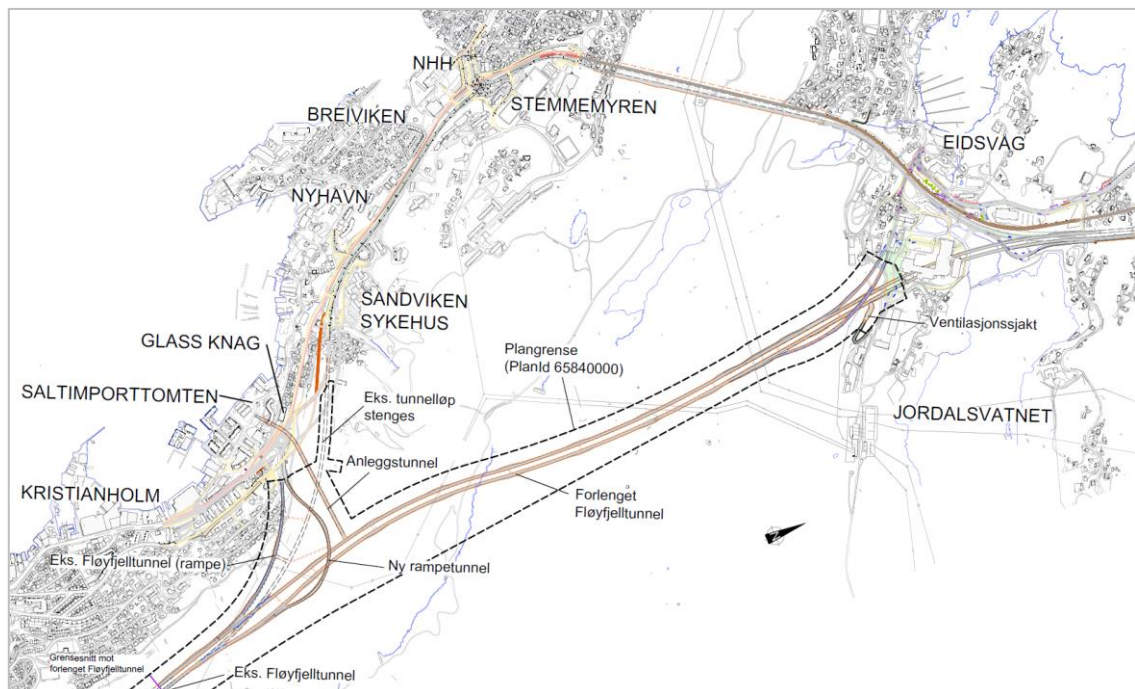
2.1 Formål med reguleringsplanen

Formålet med denne reguleringsplanen er å legge til rette for forlengelse av Fløyfjelltunnelen mellom Sandviken og Eidsvåg. Reguleringsplanen skal sikre areal til å etablere en trygg og sikker hovedveg på strekningen. Forlenget Fløyfjelltunnel skal bidra til å frigjøre Åsaneveien til bybane, sykkel og lokalveg.

2.2 Planavgrensning

Delstrekning Fløyfjelltunnelen omfatter to nye tunneltuber på rundt 2,8 km, tunnelrampekryss til Sandviken, tilknytning til ny kryssløsning og tilkobling til dagens veg i Eidsvåg.

Plangrensen i sør går i dagens Fløyfjelltunnel. Dagens tunnel skal oppgraderes, overgangssonen mellom ny forlengelse og dagens tunnel, inngår i oppgraderingsprosjektet (E39 Fløyfjelltunnelen sør [2], jf. kapittel 2.3.6) og inngår derfor ikke i denne reguleringsplanen. Planen for forlenget tunnel starter nord for der oppgraderingen planlegges og omfatter ikke oppgraderingen av dagens tunnel. Reguleringsplanen omfatter nye sørvendte rampetunneler fra dagens E39 i Sandviken. Planen omfatter kun tunneldelen av rampene, mens dagstrekningen med rundkjøring ved Glass Knag og omlegging av dagens E39 ved rundkjøringen er del av delstrekning 2.



Figur 2-1. Planavgrensning.

I nord går plangrensen i tunnelmunningene i Eidsvåg, både for hovedtunnelene og rampene mot lokalvegene i Eidsvåg. Alle deler av ny veg i dagen i Eidsvåg inngår i reguleringsplanen for delstrekning 3. Dette gjelder også forlengede tunnelportaler (lokk) over ny E39 fra tunnelmunningen mot Jordalsstemma.

2.3 Skissefasen

2.3.1 Løsningsvalg for videre regulering

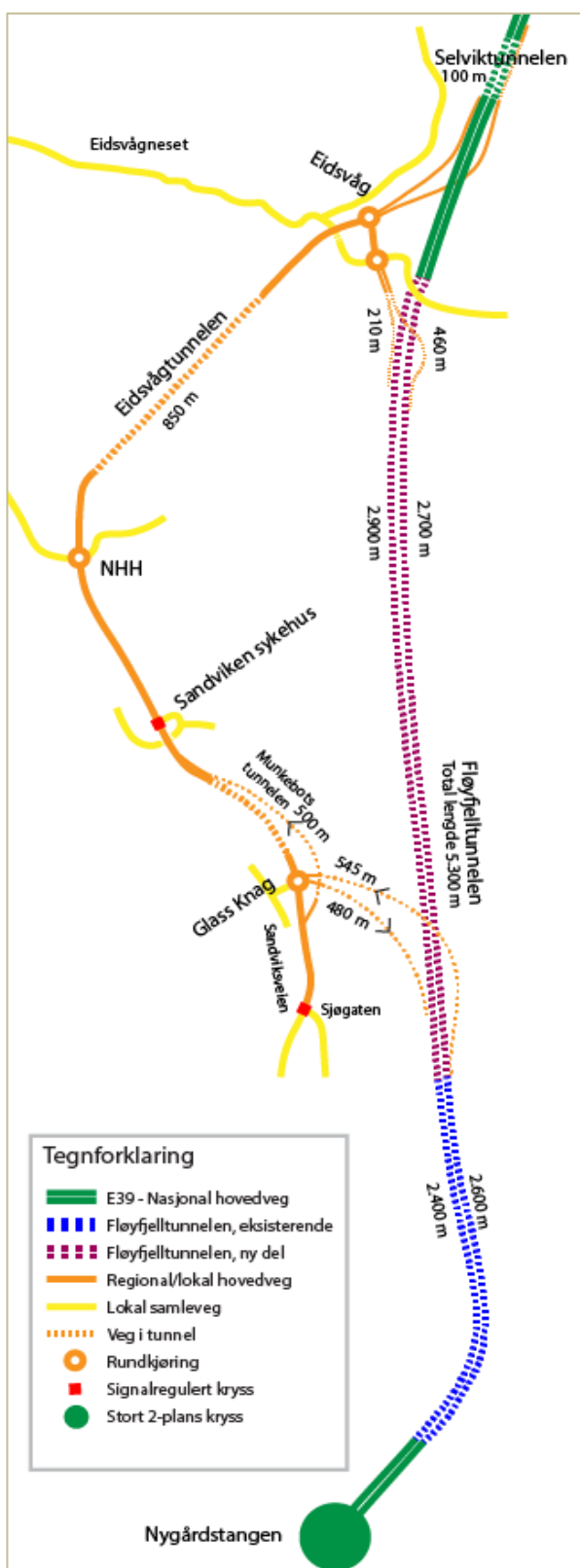
Som første del av arbeidet med reguleringsplanen er det gjennomført en skissefase med konkretisering og optimalisering av løsninger slik at prosjektet best mulig oppfyller målene og krav til forlengelse av Fløyfjelltunnelen. Resultatene fra skissefasen danner grunnlaget for videre arbeid med reguleringsplan og teknisk forprosjekt. Skissefasen er oppsummert i en egen rapport med nærmere beskrivelse av vurderte alternativer og oppdatering av kunnskapsgrunnlaget for planarbeidet [5]. Gjennom reguleringsplanarbeidet og i arbeidet med teknisk forprosjekt er løsningene utviklet videre og detaljert etter skissefasen.

2.3.2 Vurderte løsninger i skissefasen

For Fløyfjelltunnelen har viktige tema i skissefasen vært geologiske forhold, lengde på tunnel, kostnader, på- og avkjøringsramper og kryssenes utforming for en intuitiv og trafiksikker løsning for E39.

I skissefasen er det vurdert en rekke ulike linjeføringer for Fløyfjelltunnelens forlengelse. Disse er vurdert mot ulike konsepter for kryssløsninger i Eidsvåg. Det er i stor grad kryssløsningen i Eidsvåg som har vært styrende for plassering av tunnelmunninger i Eidsvåg.

Kryssløsningen i Sandviken har ikke direkte påvirkning på linjeføring for selve Fløyfjelltunnelen, kun påkoblingspunkter for sørvendte ramper. Det er i hovedsak forhold rundt løsning for lokalt kryss (rundkjøring) ved Glass Knag i Sandviken som har vært bestemmende for plassering av rampene til Fløyfjelltunnelen. De vurderte kryssvariantene og begrunnelse for anbefalt løsning er nærmere omtalt på delstrekning 2 og inngår ikke reguleringsplanen for Fløyfjelltunnelen.



2.3.3 **Anbefalt løsning for forlengelse av Fløyfjelltunnelen**

Forlengelsen av Fløyfjelltunnelen starter inne i fjell, i enden av dagens rettstrekning, ca. 2,5 km retning nordover fra Nygårdstangen. Tunnelen forlenges nordover med to tunneltuber som kommer ut i Eidsvåg og går videre med fire felt i dagen gjennom Eidsvåg der den kobles til dagens E39 like sør for Selviktunnelen.

Det er gjort ingeniørgeologiske og hydrogeologiske undersøkelser av tunnelstrekningen, jf. også avsnitt 4 [6]. Disse har ikke avdekket spesielt krevende eller risikable forhold for tunnelanlegget, og de følger Statens vegvesen sin anbefalte løsning for sammenkoblingssonen mellom ny og eksisterende tunnel.

Eidsvåg

Tilknytning til lokalvegnettet i Eidsvåg skjer via rampekryss i fjell som kommer ut til et lokalt kryss (rundkjøring). Koblingspunkt mellom ny E39 og rampen fra Eidsvåg er lagt nord for Selviktunnelen, for å unngå fletting i tunnel. Løsningen er valgt for å minimere kryssets arealbeslag i Eidsvåg, legge til rette for byutvikling med gode byrom sentralt rundt bybaneholdeplassen, for å ikke ligge for nær Jordalsvatnet som drikkevannskilde og hensynet til en god og intuitiv trafikkavvikling. Som nevnt inngår bare tunnelstrekningen i reguleringsplanen for Fløyfjelltunnelens forlengelse, mens alle veger i dagen inngår i reguleringsplan for delstrekning 3.

Sandviken

Tilknytning til lokalvegnettet i Sandviken skjer også via rampekryss i fjell. Rampene kommer ut til et lokalt kryss (rundkjøring) i dagen i nærheten av dagens sørgående løp av E39, ved Glass Knag-bygget.

Kryssløsningen sikrer en god kobling mot rampetunneler til Fløyfjelltunnelen mot sør, tilgjengelighet til lokalvegene i Sandviken og tilstrekkelig areal for hovedsykkelruten mellom Sandviksveien og Åsaneveien, samt kobling for gående og syklende mot Amalie Skrams vei og Munkebotn.

2.3.4 **Fravik**

Tunnelløsningene for forlengelsen skal være i tråd med gjeldende regler for utforming av tunneler for å sikre funksjonelle og trafikk sikre løsninger. Eksisterende tunnel avviker noe i standard og utforming fra gjeldende krav til utforming av tunneler. Ved avvik fra vegnormalene er det søkt om fravik hos Vegdirektoratet. Dette er nærmere omtalt i kapittel 9.

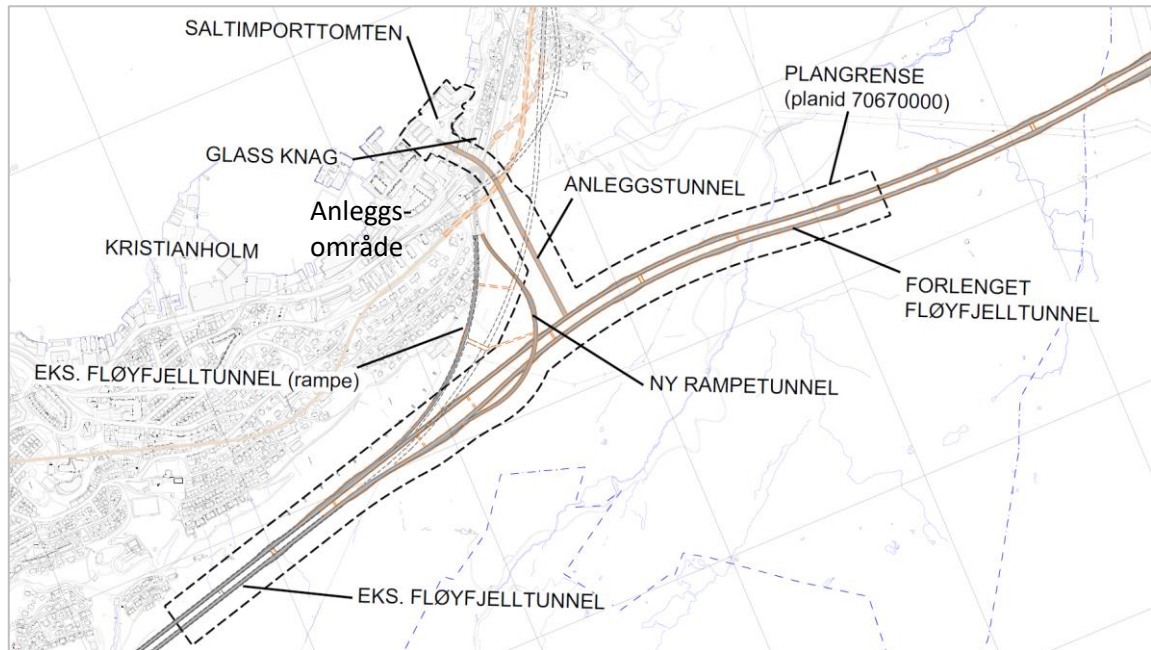
2.3.5 **Riggområder**

Sandviken

Forlengelsen av Fløyfjelltunnelen er den delen av bybaneprosjektet som har lengst byggetid og er derfor kritisk for den samlede fremdriftsplanen for utbygging av bybanen til Åsane. For å korte ned byggetiden på Fløyfjelltunnelen er det i skissefasen foreslått en anleggstunnel fra saltimporttomten i Sandviken inn til tunnelanlegget. Denne anleggstunnelen kan gi tidligere tilgang til driving og bygging av både bane- og vegtunnel, samt deler av veganlegg i nærliggende område. Anleggstunnelen og anleggsområdet ved saltimporttomten er som nevnt fremmet som egen reguleringsplan [1]. Reguleringsplanen for forlenget Fløyfjelltunnel overlapper delvis planen for anleggstunnelen, inne i fjell.

Området ved saltimporttomten består i dag av en stor kai (Saltimport AS er flyttet fra området), og utgjør mellom 5000 og 7000 m². Ved innløsning og rivning av bygg i nordenden

av eiendommen vil arealet kunne økes til ca. 10000 m². I forbindelse med tunneldriving vil det være behov for rubbhaller for maskiner, renseanlegg og ventilasjon, samt et areal for mellomlagring og omlasting av masser. Arealet er noe begrenset med tanke på disse aktivitetene, men det anses som tilstrekkelig. For nærmere omtale vises det til planbeskrivelsen for dette området [1].



Figur 2-3: Skissen viser forslag til anleggstunnel fra saltimporttomten. Anleggstunnelen og anleggsområdet i dagen på saltimporttomten inngår i en egen reguleringsplan med planavgrensning vist i figuren [1]

Eidsvåg

I nord ved Eidsvåg foreslås tomten til Nortura som hovedrigg både for forlengelsen av Fløyfjelltunnelen og for bybaneprojektet. Området utgjør i overkant av 30.000 m² ligger tett på forlengelsen av Fløyfjelltunnelens nordlige utløp, og har kort og grei tilkomst til eksisterende vegnett. Arealet er av en slik størrelsesorden av det bør kunne ha tilstrekkelig plass til både kontor- og utstyrslager.

Av kontorriggarealer kan det tenkes at ca. 4000 m² disponeres til bygherrerigg og tilsvarende for entreprenørrigg. Videre kan det være aktuelt med et midlertidig betongblandeverk (ca. 4000 m²), slurryrigg (2000 m²), utstyrslager, omlastingsstasjon for tunnelmasser, knuseverk og storteringsverk for tunnelstein mm.

Vestre del av området vil også kunne benyttes som riggområde etter at løpene til E39 fra ny Fløyfjelltunnel er ferdigbygget og satt trafikk på. Tilgjengelig areal vil da ligge på rundt 15.000 m². I den fasen vil det være noe mindre plassbehov ettersom den groveste masseforflytningsjobben da vil være fullført.

Dette arealet reguleres som del av tilstøtende reguleringsplan for Bybanen i Eidsvåg.

2.3.6 Tilgrensende prosjekt; E39 Fløyfjelltunnelen sør

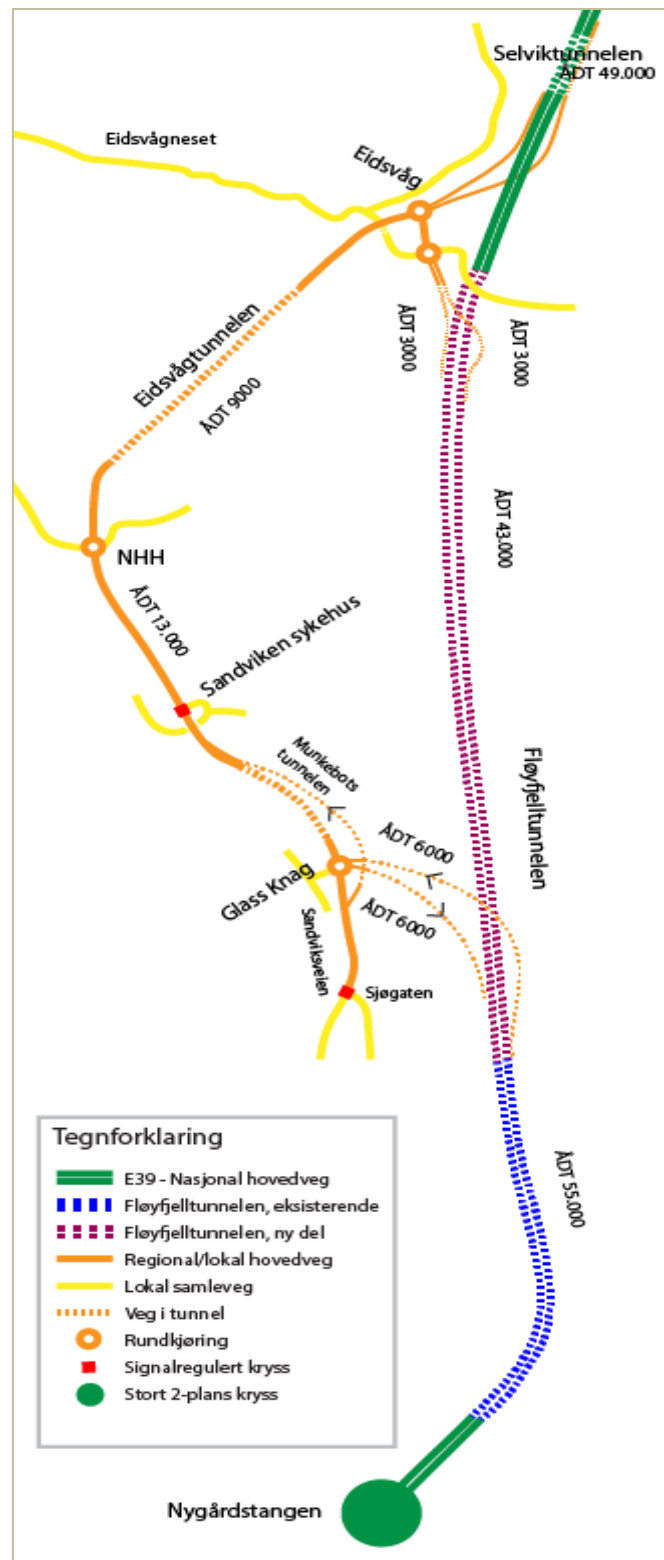
E39 Fløyfjelltunnelen mellom Nygårdstangen og Munkebotn/Sandviken Sykehus er i dag firefelts hovedveg med forbud for traktor og mopeder. E39 Fløyfjelltunnelen skal oppgraderes i tråd med EUs sikkerhetskrav til standard og utforming av tunneler. Det er også ønskelig å oppgradere Fløyfjelltunnelen slik at det kan kjøres tovegstrafikk i ett tunneløp. Dette skal sees i sammenheng med forlengelse av dagens Fløyfjelltunnel til Eidsvåg slik at hele tunnelen får samme tunnelprofil. I samråd med Statens vegvesen er det valgt 2xT9,5 som profilstørrelse for tunnelen, se kap. 3.3.

Oppgraderingsprosjektet gjennomføres som et eget planarbeid. Statens vegvesen har satt i gang et planarbeid for oppgradering av dagens tunnel, E39 Fløyfjelltunnelen sør [2]. Det er mål om at høring og behandling av planarbeidet for Fløyfjelltunnelen sør skal følge tilsvarende prosess som for reguleringsplanene for Bybanen og forlengelse av Fløyfjelltunnelen til Eidsvåg. Når både planleggingen av forlenget Fløyfjelltunnel og Fløyfjelltunnelen sør har samme tunnelprofil, vil det ikke bli en overgangssone mellom prosjektene.

2.4 Trafikk

I Trafikkplan sentrum er det laget prognoser for biltrafikken i 2040 [3]. Det er laget to prognoser: trafikkfase 1 der Torget er åpent for trafikk, og trafikkfase 2 der Torget er stengt for biltrafikk og bare åpen for kollektivtrafikk, gange og sykkel. Trafikktallene i Figur 2-4 viser tall for trafikkfase 2. Dette gir mest trafikk i Fløyfjelltunnelen og derfor brukt som planleggingsgrunnlag.

I 2040 viser disse prognosene en trafikk på 55 000 ÅDT (gjennomsnittlig biler pr døgn) i dagens Fløyfjelltunnel, og 43 000 i forlengelsen til Eidsvåg. Bak disse tallene ligger forutsetninger om tiltak som gir nullvekst i biltrafikken i Bergen i tråd avtalene i Byvekstavtalen og Miljøpakken, dvs ingen samlet vekst i kjøretøykilometer for kommunen som helhet.



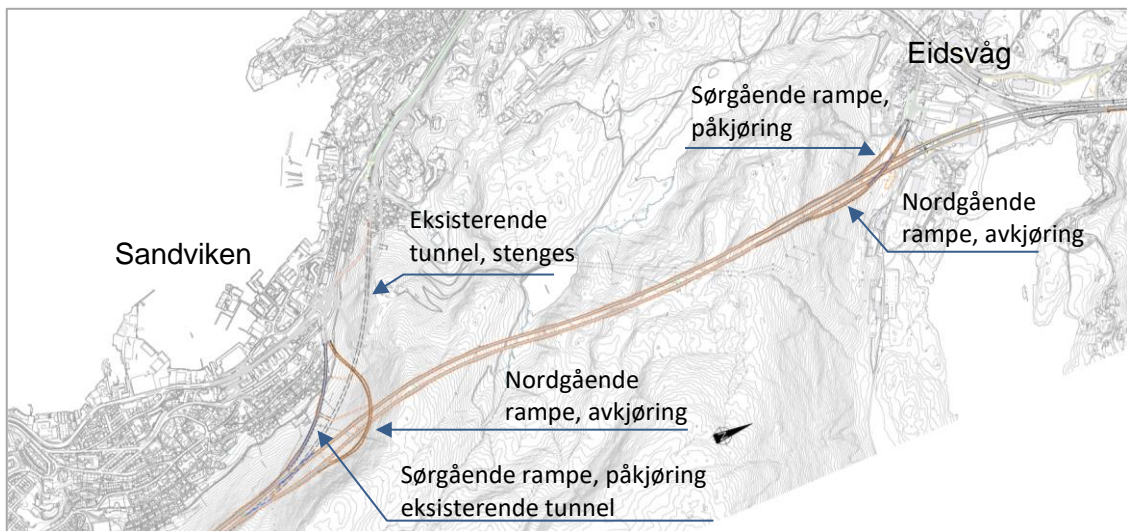
Figur 2-4. Trafikkprognose for 2040 med Torget stengt for biltrafikk og nullvekst i biltrafikken.

3 Tunnelen

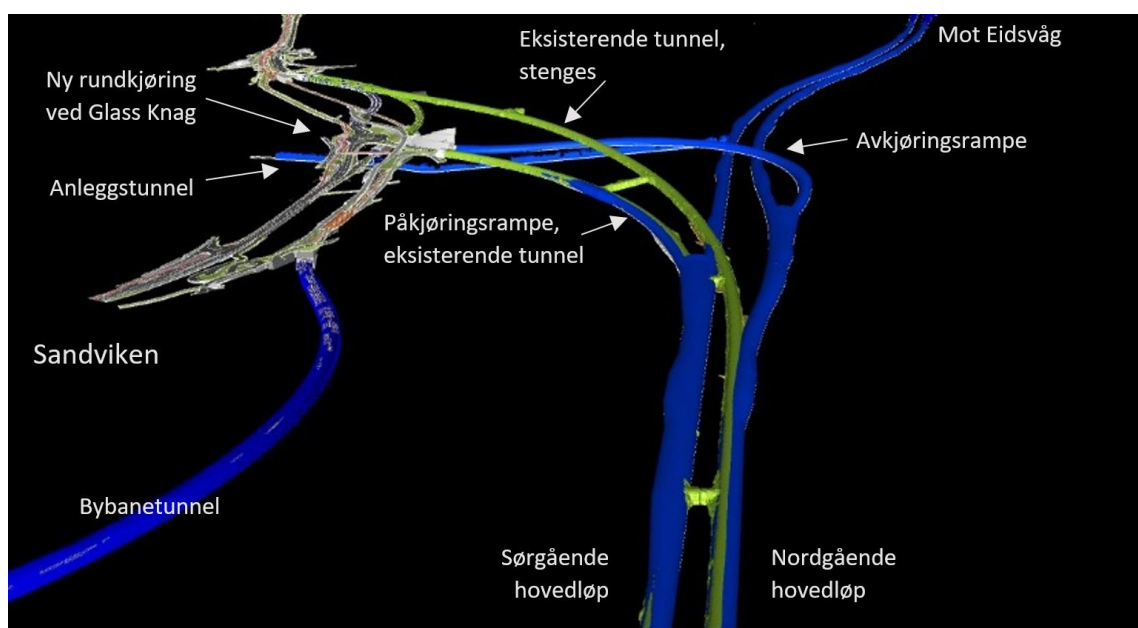
3.1 Hovedtrekk

Dagens Fløyfjelltunnel skal forlenges til Eidsvåg, ca. 2,8 km. Ny del av Fløyfjelltunnelen vil ha to kryss i fjell:

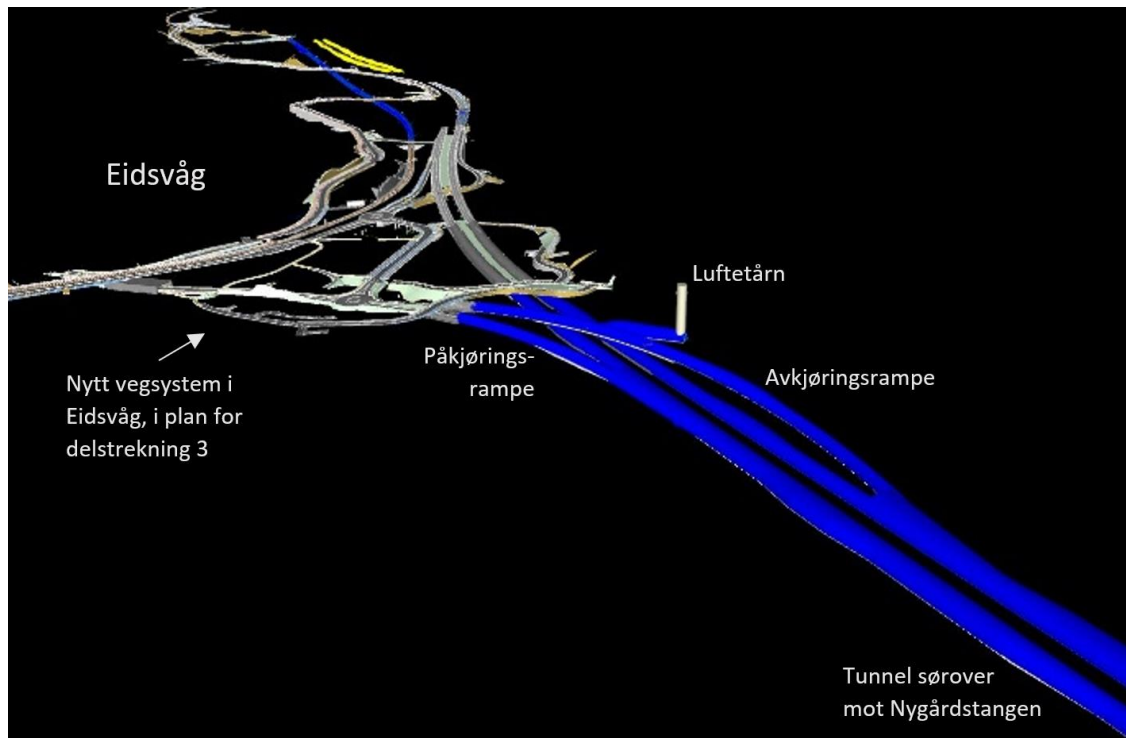
- Eidsvåg, sørvendte ramper i fjell
 - Påkjøringsrampe for sørgående trafikk
 - Avkjøringsrampe for nordgående trafikk
- Sandviken, sørvendte ramper i fjell
 - Påkjøringsrampe for sørgående trafikk, gjenbruker første del av dagens sørgående løp
 - Avkjøringsrampe for nordgående trafikk.



Figur 3-1. Rampekryss i Sandviken til venstre, og rampekryss i Eidsvåg til høyre



Figur 3-2. 3D-tegning over rampekryss i Sandviken. Utklipp fra modellgrunnlag.

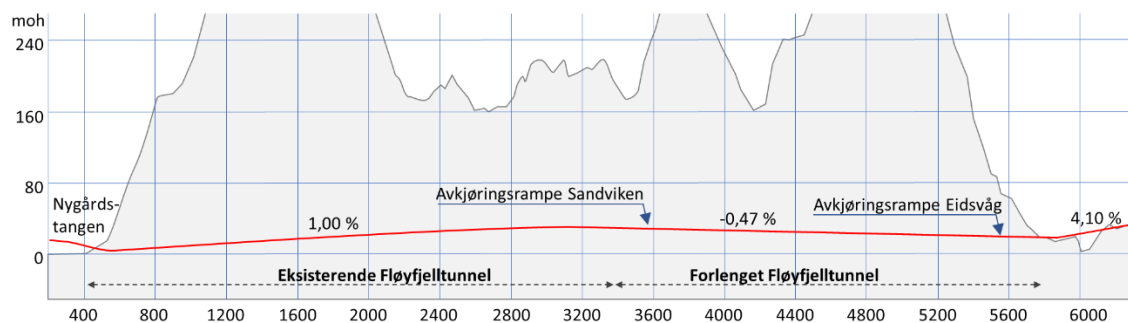


Figur 3-3. 3D-tegning over rampekryss i Eidsvåg. Utklipp fra modellgrunnlag.

3.2 Lengdeprofil

I koblingssonen mellom forlenget Fløyfjelltunnel og eksisterende Fløyfjelltunnel er det lagt inn ett høybrekk ($R=9500$), slik at ny tunnel har fall ($0,47\%$) mot Eidsvåg med lavbrekk i dagen på «Nortura» tomten. En slipper da å måtte etablere pumpsynk inne i forlenget del av Fløyfjelltunnelen.

Lavbrekket er plassert slik at det er selvføll ut fra lavbrekket, selv om det blir bygget forlengede tunnelportaler (lokk) over «Norturatommen». Tunnelen vil da ha fall i to retninger mot lavbrekket.

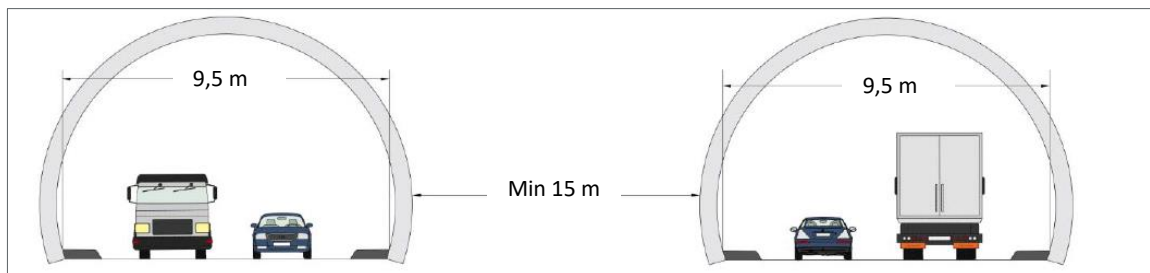


Figur 3-4. Skisse av lengdeprofil for Fløyfjelltunnelen nordgående løp

3.3 Tunnelprofil

Tunnelklasse

Planen legger til grunn en ÅDT i 2040 på 55 000 kjøretøy pr døgn, som er prognose for Fløyfjelltunnelens søndre del. Ettersom hele tunnelen fra Nygårdstangen til Eidsvåg skal ha samme tunnelklasse, vil søndre del være dimensjonerende for valg av tunnelklasse. Denne trafikken plasserer tunnelen i tunnelklasse F i tråd med håndbok N500 [15].



Figur 3-5. Tunnelklasse F, prinsipp etter Håndbok N500.

Vegstandarden i Fløyfjelltunnelen skal være som i dag, vanlig fire-feltsveg med forbud mot saktegående kjøretøy. Med overgang til motorveg i Eidsvåg som i dag.

Vegstandard avklares videre i prosjekteringsfasen, når det utarbeides detaljerte skiltplaner.

Tunnelprofil og sikkerhetsutrustning

Eksisterende Fløyfjelltunnel ble drevet ut med tunnelboremaskin med diameter 7,8 meter og ble strosset ut for kjørebanebredde 6,5 meter i begge løp. Tunnelsystemet har ventilasjons-sjakter med åpning ved Sandviksbatteriet og på Fløyfjellet.

Det er i samråd med Statens vegvesen valgt å benytte 2 x T9,5 tunnelprofil for hovedløpene. Hovedløpene utformes som separate parallelle løp med T9,5 tunnelprofil. Fri høyde i tunnel er 4,6 meter, og med minimum høyde til teknisk utrustning på 4,8 meter. Hvert tunnellop dreies om løpets senterlinje med tverrfall på 3% på rettstrekning.

Tunnelklasse F medfører sikkerhetstiltak og sikkerhetsutrustning i tråd med tabell 4.1 i N500:

- Havarinisjer hver 250 meter
- Nødutganger hver 250 meter
- Nødstasjon hver 125 meter
- Nødstrømsystem
- Rømningslys
- Slokkevann
- Fjernstyrte bomber for stengning
- ITV-overvåkning
- Nødnett og radiokringkasting
- Høydehinder før innkjøring i tunnel

Havarinisjer plasseres med senteravstand 250 meter i tunnel. Dette kravet inneholder også en fleksibilitet på ± 50 meter for plassering av havarinisjer. Første havarinisje plasseres 250 meter innenfor tunnelmunning, med en fleksibilitet på -50 meter for plassering. I forbindelse med rampekryss i fjell i Eidsvåg og Sandviken, samt rampetunnelene, har det vært nødvendig å benytte fleksibiliteten som det åpnes for i krav til plassering av nisjer. For første lomme har det

vært nødvendig å innføre ett positivt fravik med avstand mindre enn oppgitt fleksibilitet, dette har sammenheng med rampenes lengde og plassering av rampekryss i fjell i Eidsvåg.

Havarinisjer utformes standard med 30 meter havarilomme med 3 meter ekstra kjørefeltbredde, samt 30 meter overgangsprofil mellom hovedløppprofil og havarinisje. For valgte T9,5 tunnelprofil for hovedløpene, får havarinisje et T12,5 tunnelprofil. I havarilommene plasseres nødstasjoner i egen nisje, utenom havarinisje kan disse plasseres innfelt i nisjer i tunnelvegg med senteravstand 125 meter. Stoller for teknisk bygg kan også plasseres i tilknytning til standard havarinisjer.

Mellom hovedløpene etableres det nødutganger med gangbare tverrforbindelser hver 250 meter. Kravet til nødutganger gjelder også for av- og påkjøringsrampene. Tverrforbindelsene utformes med maksimum 5% stigning og med fast dekke. Tunnelprofil T4 benyttes med avsatt plass til berg- og vannsikring.

Tunnelprofil for rampetunneler:

Det er planlagt sørvendte av- og påkjøringsrampene både ved Eidsvåg og ved Sandviken. Dagens eksisterende sørgående tunnellopp fra Sandviken benyttes som påkjøringsrampe for fremtidig situasjon. Eksisterende nordgående tunnellopp til Sandviken blir ikke benyttet til trafikk i fremtidig situasjon og det etableres et nytt tunnellopp for avkjøring fra Fløyfjelltunnelen til Sandviken. Etter N500 skal tunnelprofil T7,5 benyttes for av- og påkjøringsrampene, med tillegg for sikt- og breddeutvidelse. Profilet har kjørebanebredde på 5 meter, hvorav 1,5 meter benyttes ved havari.

Tunnelprofil der ramper møter hovedløp:

Ved av- og påkjøringsrampene til Sandviken og Eidsvåg blir det retardasjons- og akselerasjonsstrekninger med overgangstrekning fra tunnelprofil T9,5. Tunnelprofil med 3 felt kan utformes med tunnelprofil T13.

Aktuelle tunnelprofiler for forlengelse av Fløyfjelltunnelen er oppsummert i tabellen under.

Tabell 3-1. Aktuell tunnelprofil for forlengelse av Fløyfjelltunnelen. Areal sprengningsprofil forutsatt 500 overbygning og 400 mm til sikring.

Tunnel-profil	Merknad	Areal sprengningsprofil
T4	Gangbar tverrforbindelse	20,32 m ²
T5,5	Rømningstunnel	39,10 m ²
T7,5	På- og avkjøringsrampene	51,56 m ²
T9,5	Hovedløp	66,62 m ²
T12,5	Havarinisjer	91,32 m ²
T13	Retardasjons- og akselerasjonsstrekning	95,69 m ²

3.4 Ramper

3.4.1 Rampe Sandviken, påkjøringsrampe

Rampen gjenbraker dagens sørgående løp av Fløyfjelltunnelen, men har behov for utvidelse av tunnelprofilet. Rampen har ett lavbrekk (R=4500) og ett høybrekk (R=10000). Den har fall mot Sandviken og fall mot Nygårdstangen (som hovedløpet). Rampen har horisontalkurve med R=600 og parallell lengde som støtter krav til dimensjonering for 90 km/t og overgangslengde 60 meter.

Rampen er ca. 480 meter lang, i tillegg kommer akselerasjonslengde på ca. 380 meter.

3.4.2 Rampe Sandviken, avkjøringsrampe

Ny rampetunnel går over hovedløp, har ett høybrekk (R=1700) og ett lavbrekk (R=1200) med fall mot Sandviken. Rampen starter med parallell lengde som støtter krav til dimensjonering for 90 km/t og overgangslengde 60 meter, første kurve har minste horisontalkurve R=250 og går videre med R=190. Nedskilting av fartsgrense til 60 km/t må skje før kurve med R=190.

Rampen bryter gjennom bunn av dagens nordgående løp, denne delen av nordgående løp vil være ute av bruk i fremtidig system. Tiltak vil være nødvendig (utstøping), da dette fjellrommet må være tilgjengelig for tilsyn også i fremtiden.

Vertikal avstand mellom hovedløp og rampetunnel over er på det minste ca. 1,4 meter og tiltak med utstøpning av hovedløp under vil være nødvendig. Det er valgt å holde vertikal avstand på et minimum for å klare utforming på rampen uten fravik og store lengder i fjell.

Rampen er ca. 545 meter lang, i tillegg kommer retardasjonslengde på ca. 230 meter.

3.4.3 Rampe Eidsvåg, påkjøringsrampe

Rampen ligger i ny rampetunnel og har horisontalkurve R=575. Skiltet fartsøkning til 80 km/t kan settes der det er hensiktsmessig. Rampen avslutter med horisontalkurve og parallell lengde som støtter krav til dimensjonering for 90 km/t og overgangslengde 60 meter.

Rampen har ett høybrekk (R=2000) innenfor portalområde og videre fall innover i tunnelen med 3,8% og lavbrekk (R=1500) ca. i profil 350 (der den møter hovedløpet). Overflatevann utenfor tunnelen går mot rundkjøring (fra tunnelen) og drenering går innover tunnelen og så ut hovedløp mot Eidsvåg.

Rampen er ca. 210 meter lang, i tillegg kommer akselerasjonslengde på ca. 380 meter jf. Figur 3-1.

3.4.4 Rampe Eidsvåg, avkjøringsrampe

Rampen ligger i ny rampetunnel over hovedløp og har høybrekk (R=2200) med fall mot hovedløp (3,0%) og mot rundkjøring i Eidsvåg (3,8 – 2,0%). Rampen starter med parallell lengde som støtter krav til dimensjonering for 90 km/t og overgangslengde 60 meter, første kurve har minste horisontalkurve R=250 og går videre med R=500. Skiltet fartsreduksjon kan utføres med en gang det er hensiktsmessig.

Vertikal avstand mellom hovedløp og rampetunnel over er på det minste ca. 1,4 meter og tiltak med utstøpning av hovedløp under vil være nødvendig. Det er valgt å holde vertikal avstand på ett minimum for å klare utforming på rampen uten fravik og store lengder i fjell.

Rampen er ca. 460 meter lang, i tillegg kommer retardasjonslengde på ca. 230 meter.

3.5 Innredning og utrustning av tunnelen

3.5.1 Frostisolering

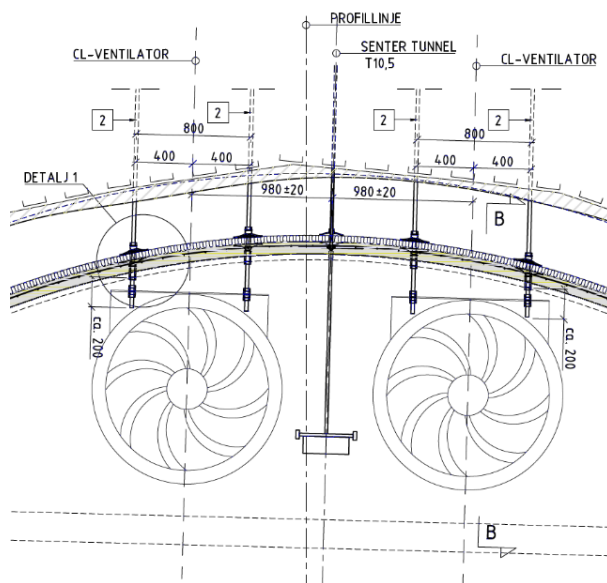
I Bergen kommune er F_{10} frostmengde 2000 h°C med maksimum korreksjonsfaktor 2,95. Det utløser derfor ikke krav om frostisolering av tunnelhvelv (> 8000 h°C). I henhold til N500 tabell 7.1 er hovedløsning for tunnelklasse F hvelv av betongelementer og membran. Det kan utføres som helhvelv av betongelementer eller veggelementer i kombinasjon med sprøytebetonghvelv i heng (tak og litt ned på sidene).

I planen legges det til grunn veggelementer av betong i kombinasjon med sprøytebetonghvelv i heng.

3.5.2 Ventilasjon og luftforurensning

Ventilasjon

Hovedprinsippet for ventilasjonsløsningen er at hovedløp og ramper ventileres samme veg som trafikketningen både i normal drift og ved brann. I henhold til håndbok N500 skal det i tunnelklasse F dimensjoneres for en ventilasjonshastighet på minst 4,5 m/s oppstrøms med dimensjonerende branneffekt på 100 MW.



Figur 3-6. Prinsipp for innfesting av ventilatorer og kabelstige i heng.

Ventilasjonen i tunnelen gjennomføres ved bruk av impulsvifter montert i hengen. Viftene monteres i par med minimum 60 m avstand i tunnelens lengderetning mellom parene. Ved dimensjonering av brannventilasjon må det tas hensyn til viftene som faller ut som følge av nærhet til brannen. Det kan vurderes å øke avstanden mellom vifteparene for å begrense antallet vifter som blir direkte påvirket av brannen. For å begrense nødvendige kabellengder bør viftene plasseres i grupper rundt de tekniske byggene i tunnelen.

På grunn av rampene blir tunnelsystemet delt inn i ulike tunnelstrekk. Det må etableres en egen styringsplan for impulsviftene for hvert enkelt tunnelstrekk i tunnelsystemet. For tunnelsystemet må det dermed etableres 10 brannplaner. Ved oppstart av brannventilasjon må derfor brannens plassering i tunnelen være kjent, slik at riktig brannplan kan startes.

Som følge av forlenget Fløyfjelltunnel, vil eksisterende ventilasjonstårn for nordgående løp ikke ha egnet plassering. For å begrense spredning av luftforurensning fra nordgående tunnellop etableres det derfor nytt ventilasjonstårn nær tunnelmunning i Eidsvåg.

Når ventilasjonstårnet til nordgående løp er i drift, vil ventilasjonsretningen i avkjøringsrampen til Eidsvåg bli mot kjøretretningen. Dette er en ønsket konsekvens med hensyn til luftkvaliteten utenfor tunnelportalen. I N500 er det krav om at ventilasjonsretningen i rampen skal være med trafikketningen både i normal driftsventilasjon og ved brann. Ventilasjonstårn krever dermed at det søkes fravik til Vegdirektoratet om kravet til ventilasjonsretning i rampen i normal driftsventilasjon, søknad om fravik avventes til fasen med detaljprosjektering.

Utslipp fra sørgående tunnellop i Fløyfjelltunnelen kan håndteres ved bruk av eksisterende ventilasjonstårn i sørgående løp. Kapasiteten til teknisk utstyr her er ikke kontrollert og må gjøres i forbindelse med rehabiliteringen av eksisterende løp.

Luftforurensning

Ved normal drift vil Fløyfjelltunnelen dimensjoneres for at grenseverdier for luftforurensning fra Håndbok N500 ikke overskrides ved maksimal timestrafikk 10 år etter tunnelens åpningsår. Spredning av luftforurensning fra tunnelmunningene er beskrevet ytterligere i et eget notat [8].

Luftkvaliteten i tunnelen styres med ventilatorer og etablering av luftesjakt. Luftforurensning i dagen utenfor tunnelmunningene i Eidsvåg er beregnet og omtalt i tilgrensende reguleringsplan for dagsonen i delstrekning 3. For å legge til rette for bruk av dagsonen utenfor tunnelportalen skal det etableres luftkvalitetssensor i tilknytning til likeretter vest for tunnelportalen. Sjaktventilatorene skal styres slik at kravet til gul sone i T-1520 overholdes i posisjonene til luftkvalitetssensoren.

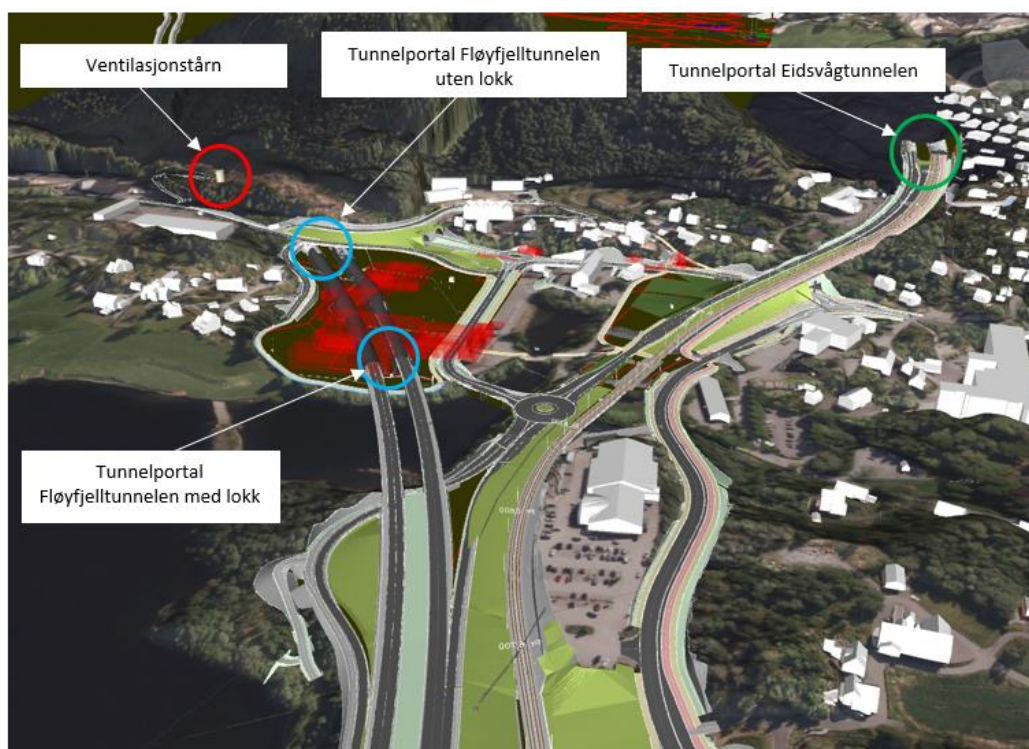
Luftesjakt Eidsvåg

Det er planlagt en ventilasjonshall og luftesjakt fra østveggen i nordgående hovedløp omtrent 90 m fra bergpåhugget i Eidsvåg. Ventilasjonshallen ligger i nærheten av krysningen mellom avkjøringsrampen og hovedløpet. Rampetunnelen ligger over hovedløpet. Det skal bygges en hvelvformet konstruksjon i betong i hovedløpet langs hele krysningen. Påhugget for ventilasjonshallen vil ligge nord for denne konstruksjonen. Anbefalt avstand mellom brukonstruksjonen og ventilasjonshallens sørlige vegg er minst 2 m. Dette overholder minstekravene med god margin.

Bergsjakten er planlagt med sirkulært tverrsnitt med diameter 8 m, og den vil være omtrent 30 m lang. Det vil bli behov for sprengning av sjakten. Boring av pilottunnel ned til ventilasjonshallen, med påfølgende strossing av sjakten, kan være en aktuell uttaksmetode. Detaljer vil planlegges i neste planfase.

Sideoverdekningen (minste avstand til overflaten) for ventilasjonshallen ut mot dalsiden er konstant i størrelsesorden 25 m. Dette er tilstrekkelig for stabiliteten.

Luftesjaktens (ventilasjonstårnet) utgang i dagen i fjellsiden til Orretua, inngår i reguleringsplanen for delstrekning 3. Ventilasjonstårnet er ca. 8 meter høyt over terrengnivå.



Figur 3-7: Planlagt plassering av ventilasjonstårn (rød ring), tunnelportal for Eidsvågtunnelen (grønn ring) og tunnelportaler for Fløyfjelltunnelen med og uten lokk (blå ringer). Utklipp fra 3D-modellen for planlagt løsning, delstrekning 3.

For nærmere omtale av ingeniørgeologiske og bergsikring av ventilasjonshall og luftesjakt vises det til egen rapport [6].

3.5.3 Tekniske bygg og tekniske rom i tunnelen

For å styre anleggene i tunnelen skal det etableres teknisk bygg på utsiden og flere tekniske rom i tunnelen. Fulle bygg i tråd med Håndbok N500 etableres i Eidsvåg i nærheten av tunnelpåhugget (som del av delstrekning 3) og Nygårdstangen som del av planen for E39 Fløyfjelltunnelen sør.

Antall tekniske rom i tunnelen etableres etter behov og hensyn til fremtidig utskiftning og utvidelser. I håndbok N500 er det gitt innvendig minimumareal for tekniske rom som totalt utgjør 115 m². Stoll for tekniske bygg med adkomst har et behov for bredde på ca. 11-12 meter og lengde ca. 30 meter. Tverrstollen til rommene utformes med rette vegger og hengradius med avsetning til berg- og vannsikring, ca. 80 m² areal sprengningsprofil.

3.5.4 Strøm og styring

Forlengelsen av tunnelen vil utløse krav til strømforsyning som er redundant. Dette løses ved at det føres høgspenningskabel gjennom tunnel fra Eidsvåg til Nygårdstangen. Denne går innom alle tekniske rom pr. 1000 - 1500 meter. Nødkiosker, ledelys og belysning samt signalanlegg forsynes fra tekniske bygg eller rom, avhengig av plassering i tunnelen. Ved portalområdet i Eidsvåg må det hentes kapasitet på 11 kV nettet fra Jordal sekundærstasjon til BKK.

Gjeldende forskrifter og veiledninger for prosjektering og montasje av kabelanlegg, nasjonal standard for el-forsyning og elektrisk kommunikasjon i vegtrafikksystem, samt Statens

vegvesen sine håndbøker (REN-blader, NEK 600, Håndbok N601 m.fl.) blir fulgt i detaljfasen. Disse definerer hvordan føringsveger og installasjoner skal utføres med blant annet separasjon av kabler, brannkonsept og reservekapasitet slik at det elektriske anlegget blir robust med oppetid også ved avvik og vedlikehold.

Anleggstunnel blir drevet fra saltimporttomten og det er avklart med BKK om at det finnes kapasitet til 3 MW for rigg og drift. Etterbruk av anleggstunnel til føring av høgspennet kan være alternativ til redundans av strømforsyning.

3.5.5 Belysning

Det monteres langsgående kabelstige i heng for tunnelbelysning. Kabelstige monteres sentrisk i tunneltverrsnittet og normalt på vegbanen. I innkjøringssoner med ekstra armaturer monteres avstivning for å hindre utbøying. Kabelstige i heng med takelementer utføres med oppheng mellom fuge for takelementer. Kabelstige i heng med sprøytebetonghvelv monteres med gjennomgående eller skjøtet $\varnothing 25$ mm bergbolt gjennom sprøytebetonghvelvet. Bergbolt i rustfri kvalitet med maksimum senteravstand på 3 meter.

3.5.6 Skilt og kjørefeltsignaler

Skiltning i ny Fløyfjelltunnel vil omfatte følgende skilttyper og signaler:

- Fareskilt (100-serien)
- Fartsgrenseskilt (360-serien)
- Skilt for regulering eller bruk av kjørefelt (530-serien)
- Havarilommeskilt (555-serien)
- Nødutgangsskilt for tunnel (570-serien)
- Skilt for nødtelefoner, brannsløkker og radiokanal (600-serien)
- Vegvisningsskilt (700-serien)
- Underskilt til røde stopp blink signaler (800-serien)
- Hindermarkeringsskilt (900-serien)

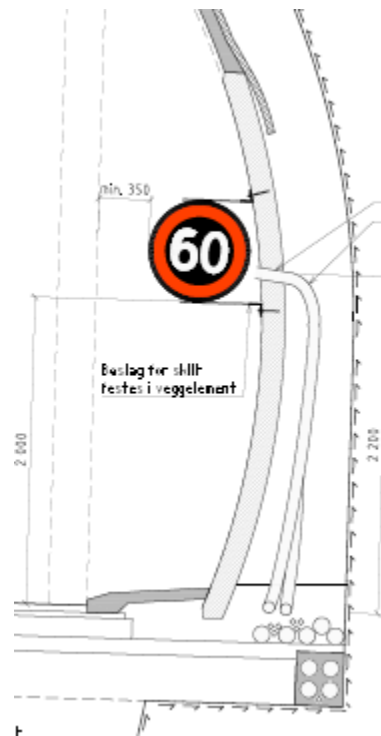
I tillegg skal det monteres kjørefeltsignaler til regulering for bruk av kjørefelt i avvikssituasjoner. Kjørefeltsignalene skal kun nyttes i slike situasjoner og viser åpne kjørefelt (grønn pil), varsling før stengt kjørefelt (gul skrå pil) og stengte kjørefelt (rødt kryss). Signalene skal plasseres slik at en til enhver tid kan se 2 etterfølgende signaler over hele vegens/tunnelens tverrsnitt på samme tid.

Vegvisningsskilt vil bli plassert før avkjøringsrampene og ved starten av avkjøringsrampene i tunnelen. Størrelsen på vegvisningsskiltene er avhengig av flere faktorer; vegstatus, visningsmålene (antall og lengde av stedsnavn), fartsgrense og bokstavhøyde.

Det er fra Vegdirektoratet gitt åpning til å redusere skiltstørrelsene i tunneler ned en størrelse når skiltene er belyste. Alle skilt i tunneler vil bli belyste, enten innvendig eller ved bruk av LED teknologi.

I Fløyfjelltunnelen er det valgt tunneltverrsnitt T9,5 som medfører at banketten, den delen av vegskulderen som er opphøyd, har en bredde på 1,0 meter.

Dette medfører at det ikke er plass til runde sideplasserte skilt som har en bredde større enn 60 cm. Større skilt medfører at kanten av skiltet kommer nærmere vegbanene som kan skape farlige situasjoner ved at kjøretøy, spesielt speil fra store kjøretøy, kan treffe disse. Se figur under.



Figur 3-7. Eksempel på sideplasserte fartsgrenseskilt størrelse LS i tunnelprofil T9,5 på bankett med bredde 1,0m

For andre typer sideplasserte skilt slik som blant annet skilt for radio, må skiltet reduseres i størrelse for å få plass til dette uten at de kommer for nært vegbanen. Det kan derfor bli behov for å søke fravik for enkelte sideplasserte skilt, når detaljerte skiltplaner foreligger i prosjekteringsfasen.

Ved noen skiltplasseringer vil det bli behov for lokal utvidelse både for å få plass til skilt, og for å oppnå tilstrekkelig sikt mot skilt.

Ved tovegs trafikk i ett av tunnellopene skal flere typer skilt i tunnelen være lesbare i begge kjøreretninger.

Videre må alle kjørefeltsignaler dobles slik at også disse er lesbare fra motsatt kjøreretning.

Alle skilt og signaler som skal nyttes i avvikssituasjoner skal inneha mulighet for variabel informasjon.

Ved tunnelportalene skal det ved innkjøring til tunnelen monteres høydehinderskilt. Tovegs trafikk i tunnellopene medfører at hovedløpene må ha slike skilt i alle tunnelmunningene.

3.5.7 Signalanlegg og stengebommer

Umiddelbart utenfor tunnelportalene både ved hovedtunnelen og rampetunnelene skal det monteres røde stoppblink signaler med tilhørende underskilt. Disse skal plasseres på hver side av kjørebanelen. I tilknytning til disse stoppblinksignalene skal det også etableres stengebommer. Stengebommer skal være påmontert hindermarkeringskilt og blinkende lyssignal. Bommene skal være automatisk styrte. Eksempel på stengebommer ved hovedtunnelen med to kjørefelt er vist på figur under.



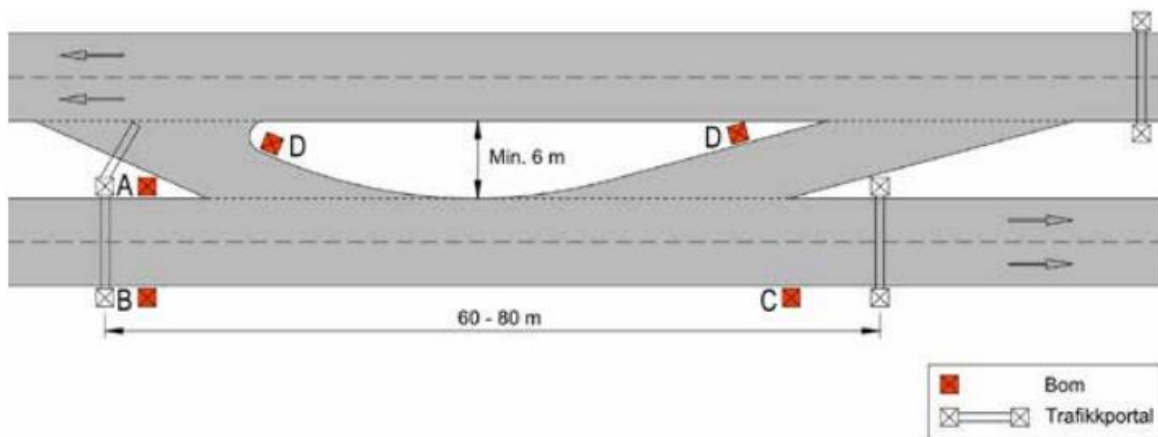
Figur 4.2.3-1 Eksempel på stengebom ved hovedtunnelen.

3.6 Tovegstrafikk i ett løp

Forlenget Fløyfjellstunnel bygges med et profil som tillater tovegstrafikk ved hendelser. Begge løp vil ha mulighet for å avvike tovegstrafikk, slik at trafikk kan sluses over i det åpne løpet ved hendelser. Hensikten er å redusere sårbarheten i vegsystemet og samtidig skjerme Bergen sentrum for gjennomgangstrafikk. Fartsgrensen ved tovegsregulering i tunnelen bør settes til 60 km/t.

For å kunne sluse trafikk fra det ene til det andre løpet, må det etableres kryssingsfelt gjennom midtdeler i dagen før tunnelen. Selve systemløsningen i nord ligger i dagsonen i Eidsvåg (Delstrekning 3) før tunnelportalene. Nord for kryssingsfeltet i Eidsvåg bør farten settes ned til 50 km/t. I sør (Nygårdstangen) løses dette i prosjektet E39 Fløyfjellstunnelen sør.

I dagsonen i Eidsvåg blir det etablert kryssingsfelt i midtdeler som vist i Figur 3-8.



Figur 3-8. Prinsipp for kryssingsfelt med anbefalt bredde på midtdeler

Dersom nordgående tunnelløp er stengt, medfører det at nordgående trafikk må nytte sørgående tunnelløp (tovegstrafikk). Avkjøringsrampen mot Sandviken/Glass Knag og avkjøringsrampen til Eidsvåg vil derfor ikke være tilgjengelig for denne trafikken da disse ligger i det tunnelløpet som er stengt. Nordgående trafikk må derfor kjøre til Tertneskrysset for å kunne snu tilbake mot Eidsvåg og ytre Sandviken.

Dersom sørgående tunnelløp er stengt, medfører det at sørgående trafikk må nytte nordgående tunnelløp (tovegstrafikk). Påkjøringsrampen fra Sandviken/Glass Knag og påkjøringsrampen fra Eidsvåg vil derfor ikke være tilgjengelig for denne trafikken da disse ligger i det tunnelløpet som er stengt. Sørgående trafikk til sentrum/Nygårdstangen må enten kjøre via sekundærvegnettet, eller nordover til Tertneskrysset og så sørover på E39 for å kunne kjøre inn i Fløyfjellstunnelen mot sør.

Systemet for tovegstrafikk utarbeides i henhold til Statens vegvesen sine retningslinjer for trafikkstyringssystemer på veg [15].

3.7 Brann og rømning

Brannsikkerheten i prosjektet skal tilfredsstillende de løsninger som følger av Håndbok N500 [16]. Det er gjennomført risikoanalyse i tråd med Statens vegvesen sine krav [9]. Det er ikke avdekket farer som ikke er dekket av de sikkerhetstiltak som følger av håndboken.

Tunnelen har imidlertid noen særegenheter som bør nevnes:

- I avkjøringsrampen i Eidsvåg vil krav til evakuering bli tilfredsstillende ved at det etableres en korridor bak tunnelvegg for å evakuere til tverrpassasje. Dette er gjort fordi det er vanskelig å etablere tverrpassasje over til det andre tunnelløp fra første nødutgang i avkjøringsrampen. Kravene til avstand mellom tverrpassasjer eller nødutganger er lik i ramper som i tunnel, dvs. maks 250 m.
 - En slik løsning er ikke unik, og er blant annet av samme årsak også etablert i Ryfastprosjektet i Rogaland.
 - Kravene til rømningskorridoren er det samme som for tverrpassasjen for brannskillekrav, bredde og stigning.
- I rampene i Sandviken er noen lange nødutganger og tverrpassasjer. Dette skyldes stor avstand mellom rampene. Det er i utgangspunktet ikke noe krav i N500 til maksimal lengde på tverrpassasjer, men disse er klart lengre enn tverrpassasjene mellom hovedløpene.
 - Det er diskutert å etablere trapp ned til det motsatte hovedløp, og dette er en løsning som eventuelt vil bli sett nærmere på i neste fase. En slik løsning vil være mye kortere enn de planlagte tverrpassasjene, men vil da utgjøre en trapp. Trapp er heller ikke en unik løsning, men det søkes ofte løsninger uten trapp for å muliggjøre rullende transport.

3.8 Støy

Ettersom området for reguleringsplanen i sin helhet ligger i fjell, vil dette tiltaket isolert sett ikke bidra med støy til omgivelsene. I dagsonene utenfor tunnelen vil støybildet endres. Forlengelse av Fløyfjelltunnelen til Eidsvåg reduserer støynivået langs dagens E39. Siden trafikkmengden reduseres på ny E39 i forhold til dagens trafikk, vil lydutbredelsen langs den nye vegen også reduseres noe. Støy fra tunnel vil gi noe økt støy lokalt ved tunnelmunningen. Støy fra vegtrafikk i dagen er vurdert etter støyretningslinjen T-1442 [4] som del av de to tilgrensende reguleringsplanene, delstrekning 2 i Sandviken og delstrekning 3 i Eidsvåg.

4 Ingeniørgeologi og hydrogeologi

4.1 Ingeniørgeologi

Tiltaket er plassert i geoteknisk kategori 3 på grunn av stedvis høy vanskelighetsgrad og store konsekvenser ved funksjonssvikt [6].

Traséen er ventet å gå gjennom bergartene gneis og kvartsitt. Basert på erfaringer og observasjoner fra nærliggende undergrunnsanlegg, utførte grunnundersøkelser (seismikk og grunnboringer) og geologisk kartlegging, er bergmassen i hovedsak ventet å være av middels til god kvalitet. Under, og like nord for, Munkebotsdalen forventes imidlertid utfordrende driveforhold ved kryssing av en forkastning. Her kan det bli behov for omfattende bergsikring og forinjeksjon. Bergoverdekningen ved kryssing av strekningen er ca. 130-200 m. Andre tolkede svakhetssoner langs traséen er ventet å ha beskjeden mektighet i tunnelnivå.

Koblingssonen i Sandviken mot eksiterende tunnel fremheves som et spesielt utfordrende område fra et bergteknisk ståsted. Store spennvidder, kompleks geometri og begrenset spillerom med hensyn til anleggsgjennomføring, gjør at driving og bergsikring av koblingssonen vil være styrende for byggetid og kostnader. Det største bergrommet i koblingssonen vil få en spennvidde på ca. 36 meter.

Stabilitetssikring av tunnelene skal utføres i tråd med bestemmelsene i Statens vegvesens håndbok N500 om vegtunneler [16]. For områder med spesiell geometri, f.eks. koblingssonen i Sandviken, ventilasjonshall og luftesjakt i Eidsvåg, og krysning mellom hovedløp og rampetunneler, må bergsikringen dimensjoneres spesielt. I dagsonen vil det bli behov for skredsikringstiltak i påhuggsområdene i Eidsvåg, samt ved påhugget for rampetunnelene i Sandviken.

4.2 Hydrogeologi

Det er lite løsmasser over tunneltraséen, og vegetasjonen er lite sårbar for endringer i vannhusholdningen. Det er relativt store nedbørsfelt som drenerer til de to vannene over tunnelen, noe som gir begrenset sårbarhet for senkning av vannstand ved tunnellinnlekkasje. Det er satt innlekkasjekrav på en 500 meter lang strekning ved passering øst for Langevatnet, som ansees som mest sårbar. Her kan det forventes behov for systematisk forinjeksjon. Resterende tunneltrase ansees som mindre sårbar og lekkasjerate styres av driftsmessige forhold.

5 Konstruksjoner

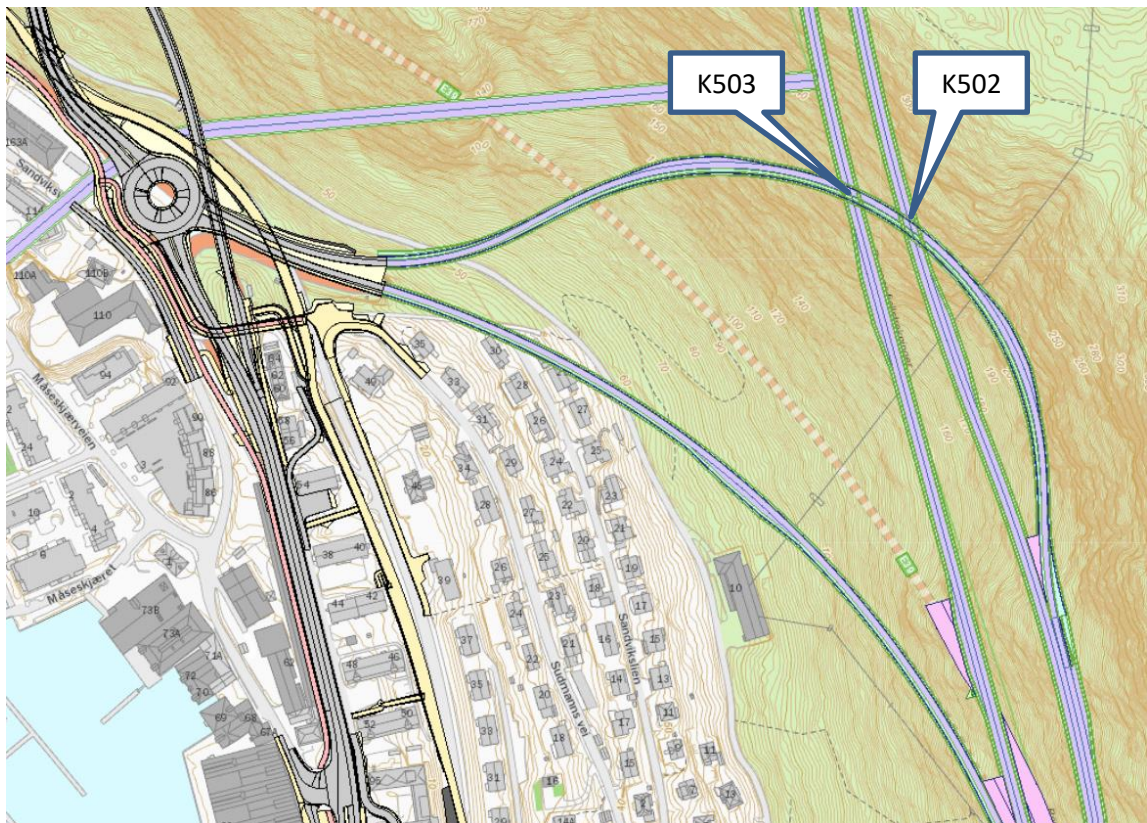
5.1 Generelt

Innenfor planområdet for forlenget Fløyfjelltunnel er det fire portaler med utstøping i hovedtunnelen der den krysser under rampene, jf. tabellen og figurene under. Tunnelportaler ut i dagen er behandlet i tilstøtende planer.

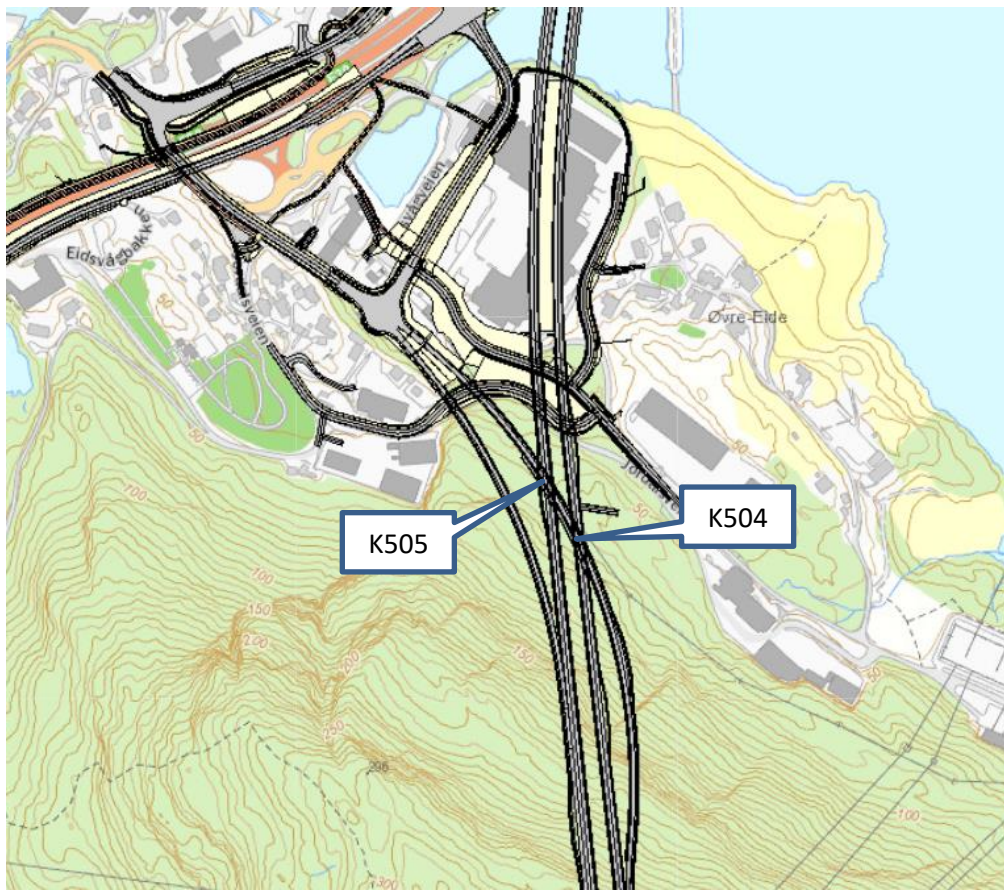
Tabell 5-1. Oversikt over konstruksjoner i plan for forlenget Fløyfjelltunnel

Utstøping ved rampekryssinger:	Linje	Ved profil	Lengde (m)
K502 – Portal under rampe i berg Sandviken 1	11000	3555	40
K503 – Portal under rampe i berg Sandviken 2	11000	3590	30
K504 – Portal under rampe i berg Eidsvåg 1	11000	5535	73
K505 – Portal under rampe i berg Eidsvåg 2	11000	5595	60

Det er utarbeidet fagmodell for de omtalte konstruksjonene.



Figur 5-1: Oversikt over Fløyfjelltunnelen i Sandviken, K502 og K503 markert.



Figur 5-2: Oversikt over Fløyfjelltunnelen i Eidsvåg, K504 og K505 markert.

Konstruksjonene skal utformes etter retningslinjer fra Statens Vegvesens håndbok N400 om bruprosjektering [14], og alle tilhørende håndbøker, samt at de skal utformes etter prosjekteringsreglene i Eurokode-serien. Løsningene er basert på konstruksjoner i betong.

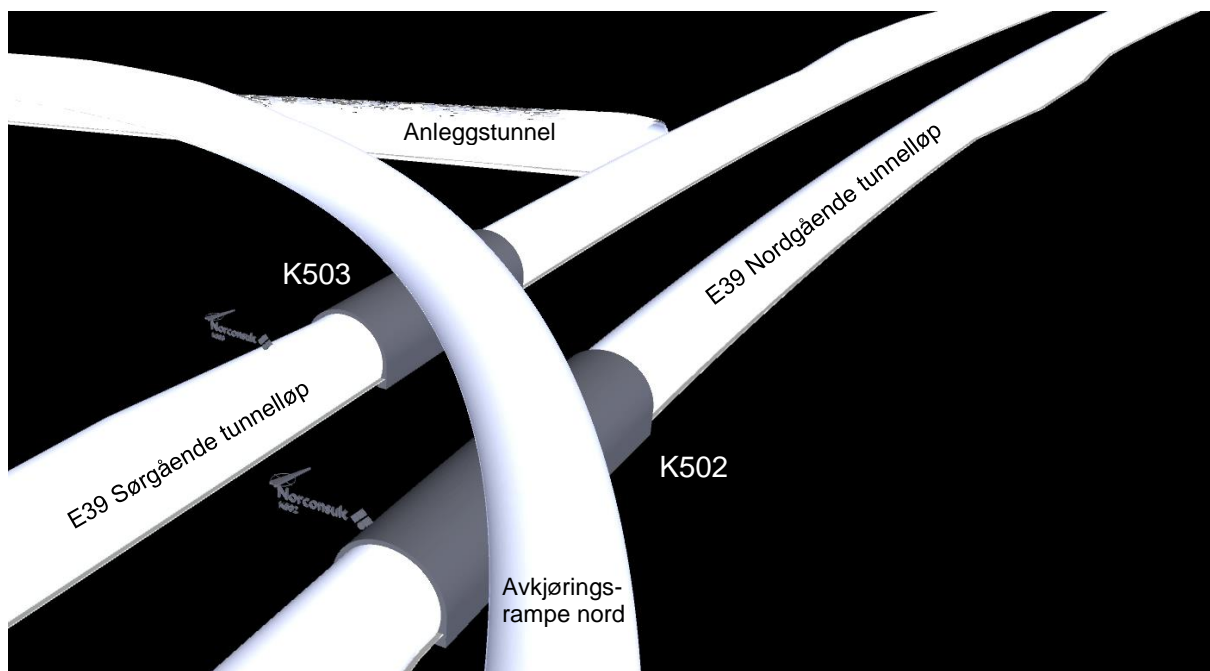
Det er utført enkel forprosjektdimensjonering av konstruksjonenes hoveddimensjoner, basert på erfaringstall, oppslagsverk og overslagsberegninger. I detaljprosjekteringen kan det utføres lokale tilpasninger og justeringer. Konstruksjonene vil bli statisk beregnet, dimensjonert og detaljert i byggeplanfasen.

5.2 Utstøpninger i berg for ramper til Fløyfjelltunnelen

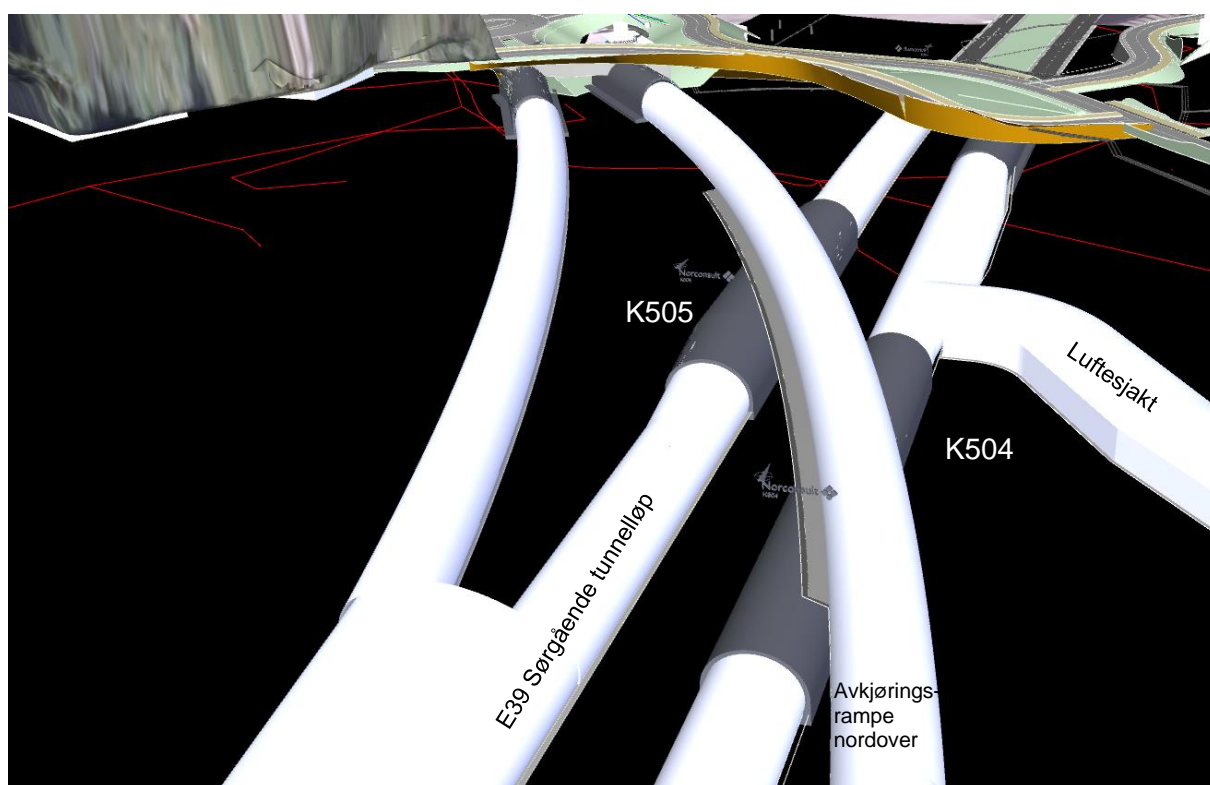
5.2.1 Generelt

Ved kryssinger mellom tunnelene med for kort bergoverdekning til overliggende vegtunnel, støpes det ut betongtverrsnitt i hovedløp med tilhørende bergsikring. Tilsvarende konstruksjoner er støpt i arbeidet med E39 Svegatjørn – Rådal.

Det er enkelte unike forhold ved kryssingene, dette er omtalt nedenfor.



Figur 5-3: Rampekryssinger i Sandviken, K502 og K503.



Figur 5-4: Rampekryssinger i Eidsvåg, K504 og K505.

5.2.2 K502 og K503 Konstruksjon under avkjøringsrampe inne i fjell i Sandviken

For begge konstruksjonene støpes det ut T9,5 profil portaler mot berg. Antatt tykkelse er satt til 400 mm, men konstruksjonen må vurderes videre og dimensjoneres i samarbeid med ingeniørgeologi i byggeplanfase.

Vegger mot eksisterende tunnel utføres i samarbeid med ingeniørgeolog og branningeniør. Veggene regnes ikke som bærende, men sikrer mot kollisjoner, stenger for uvedkommende og sørger for riktig ventilasjon i tunnelene. Uten installasjoner rett bak vegg vil det være plass til å bygge med tilstrekkelig veggtykkelse.

5.2.3 K504 Konstruksjon under avkjøringsrampe inne i fjell i Eidsvåg

Det støpes ut T9,5 profil portaler mot berg. Antatt tykkelse er satt til 400 mm, men konstruksjonen må vurderes videre og dimensjoneres i samarbeid med ingeniørgeologi i byggeplanfase. Det legges opp til rømning bak vegg i rampetunnelen.

5.2.4 K505 Konstruksjon under avkjøringsrampe inne i fjell i Eidsvåg

Kryssing over havarilomme i hovedtunnel. Det støpes ut T12,5 profil portaler mot berg. Antatt tykkelse er satt til 600 mm, men konstruksjonen må vurderes videre og dimensjoneres i samarbeid med ingeniørgeologi i byggeplanfase. Det legges opp til rømning bak vegg i rampetunnelen.

6 VA-anlegg

For delstrekning forlenget Fløyfjelltunnel, som kun regulerer selve tunnelstrekningen, utarbeides det ikke egen VA-rammeplan. Tiltak i dagsonene utarbeides i forbindelse med VA-rammeplan med infrastrukturplan for tilgrensende delstrekninger med PlanID 65810000 og PlanID 65820000, delstrekning 2 og 3. Dette gjelder både eksisterende (konfliktpunkter) og planlagte ledninger med tilkoblingspunkter.

For selve tunnelstrekningen er det ingen kjente konfliktpunkter med eksisterende VA. I dagens tunneler er eneste kjente VA-anlegg brannvann gjennom dagens nordgående løp, denne ledningen skal være i drift frem til trafikken flyttes over i ny trasé. Over tunnelen er det ingen bebyggelse og ingen kjente borehull som må hensyntas.

6.1 Tunnelvann og overvann

Planlagt forlengelse av Fløyfjelltunnelen har, lengdefall fra høybrekk ved ca. profil 3100 både mot sør (Nygårdstangen) og mot nord (Eidsvåg) hvor alt drenevann og vaskevann tas ut. Det skilles mellom tunnelvann og overvann/vaskevann.

Tunnelvann karakteriseres som rent vann og dreneres på egne drengsledninger (perforerte plastrør) mot utslipp til sjø i Jordalsstemma. Mengden vann er vanskelig å forutsi, men ofte settes det krav til maks 30 l/min pr. 100 meter tunnel. Det legges en drengsledning pr. tunnellop.

Overvann og vaskevann karakteriseres som forurenset og må ledes til et rensebasseng før utslipp til resipient. Før rensebassenget settes det ned oljeutskiller. Tunnelen har tverrfall og overvannsledning legges på det laveste nivået i hvert tunnellop. Ledningen føres mot Eidsvåg via sandfangkummer plassert ca. hver 80 meter. Sandfangene er utstyrt med dykket utløp (dykker) og holder derved også tilbake noe oljespill, sot etc. Ledningen er gjennomgående, dvs. vannet føres fra kum til kum gjennom hele tunnelen.

Det legges en drengsledning og en overvann/vaskevannledning i hvert tunnellop. Ledningsdimensjonen beregnes basert på fallforholdene i tunnellopene. Mengden vaskevann er avhengig av rutinene for vask. Nødvendig oppholdstid i rensebassenget er ca. 25 dager for at såpen i vannet skal nøytraliseres.

Uttak av vaskevann gjøres fra brannvannsledning som etableres gjennom tunnelen.

6.2 Brannvann

Ny brannvannledning legges gjennom hele Fløyfjelltunnelen fra Nygårdstangen til Eidsvåg. I Eidsvåg kobles ledningen til hovedvannledning i Eidsvåg og tilsvarende kobles det til vannforsyning fra sør ved Nygårdstangen slik at brannvannledningen blir tosidig forsynt.

Ledningen legges under banketten eller kjørebanelen i nordgående eller sørgående løp, med doble NOR-uttak hver 250 meter, ved hvert tverrslag mellom tunnelene. Fra hvert uttak legges ledning i tverrslaget til motsatt tunnellop hvor det også monteres doble uttak. Dvs. det er behov for kun en gjennomgående brannvannledning, enten i nord- eller sørgående løp, med 2 x doble NOR-uttak ved hvert tverrslag mellom tunnellopene.

Brannvesenet ønsker normalt 50 l/sek. ved et hvilket som helst uttak i tunnelen. Krav til trykk ved uttaket er min. 1,0 bar. I tillegg ønskes også en DN100 mm stålleddning for bruk av

brannslukkingsskum, plassert gjennom tverrslagene slik at det kan benyttes brannskum i begge tunnellop.

Eidsvåg og Sandviken ligger begge i trykksone 2, Nygårdstangen hovedsakelig i sone 1, men eksisterende brannvannledning i Fløyfjelltunnelen er i sone 2 via en reduksjonsskum. Ved forsyning av brannvann vil det være krav om tilbakeslagssikring kategori 4. Brannvannledningen vil eies av vegeier, dvs. Statens vegvesen.

6.3 Anleggsvann

6.3.1 Innhold i anleggsvannet

Anleggsvann fra driving av tunneler kan etter rensing bli sluppet på spillvannsnett, eller ledes til robust resipient. Dette anleggsvannet har meget høyt innhold av partikler og andre forurensninger før rensing. Konsekvensene ved en uønsket hendelse hvor drivevann slippes urensert til resipient må vurderes for hver resipient. Det skal gjøres egen risikovurdering for dette i prosjekteringsfasen.

Mindre søl av olje vil med stor sannsynlighet forekomme på et anleggsområde. Brudd på en hydraulikkslange kan gi lekkasje av noen titalls liter olje. Skade på, og lekkasje fra drivstofftank kan potensielt gi et større utslipp av hydrokarboner. Store deler av et slikt utslipp vil trolig holdes tilbake i grunnen. Likevel kan det være overflateavrenning eller utlekking via rør og drenerende sjikt i bakken som kan gi et betydelig forurensningsbidrag til en eventuelt nærliggende resipient.

Det bør vurderes egne vaskeplasser med tett underlag og med oppsamling av all avrenning.

Avrenning fra vaskeprosessen kan, i tillegg til olje, drivstoff og smøremidler fra kjøretøyet, inneholde forurensninger anleggsmaskiner kommer i kontakt med på anleggsplass.

Det antas flere store støpearbeider, blant annet støping av trau, bruer, støttemurer, ramper, tunnelportaler, betongtunneler, luftetårn, sedimenteringsbasseng og tekniske bygg.

Noe søl rundt betongmaskiner og avrenning ved utpumping fra byggegrøp kan forekomme, selv om sannsynligheten er ansett som lav. Eventuell søl vil inneholde avrenning med høy pH, og et potensielt innhold av krom (Cr(VI)). Ved utstøping vil betongen raskt trekkes av og deretter umiddelbart tildekkes av plast. Dette vil tilnærmet eliminere avrenning fra selve støpearbeidet.

6.3.2 Renseløsninger og kontrollbasseng

Alt anleggsvann fra anleggsarbeidene skal renses før utslipp til resipient. Renseanlegget skal minst ha følgende funksjonskrav:

- Oppsamling
- Fordrøyning
- Sedimentering
- Tilbakeholdelse av olje
- Mulighet for opplegg for tilsetning av fellingskjemikalier, pH-justering og filtertrinn
- Visuell inspeksjon, kontroll, prøvetaking og logging av vannkvaliteten før utslipp for å verifisere at utslippskravene overholdes.

Renseløsninger i anleggsfasen kan være midlertidige rensedammer eller renseskontainere tilpasset vannmengde og renskrav.

For tunnelvann anbefales lukkede rensesbasseng i fjell eller nedgravd, med dimensjoner tilsvarende vannmengdene for en tunnelvask.

7 Anleggsgjennomføring og massehåndtering

7.1 Faseplaner

Faseplaner, dvs. hvilken rekkefølge (faser) anlegget skal gjennomføres i, vil bli detaljert i videre prosjekteringsarbeid og kan bli endret av entreprenør før anlegget startes. I reguleringsplanfasen er det derfor bare gitt en skisse på mulig faseplan, bl.a. for å avklare arealbehov til anleggsarbeidet som bør inngå i reguleringsplanen.

Følgende faser er skissert for tunneldriving og utbygging av Fløyfjelltunnelens forlengelse:

- Fase 0 Rigg og anleggsområde saltimporttomten, anleggstunnelen og start på hovedtunnel og avkjøringsrampe mot Sandviken (hører til egen reguleringsplan for saltimporttomten og anleggstunnel)
- Fase 1 Anleggsområde og anleggsveg i Eidsvåg
- Fase 2 Hovedtunnel videre mot Eidsvåg og ramper Eidsvåg
- Fase 3 Sammenkobling mellom forlenget og eksisterende tunnel
- Fase 4 Slutføring av rampetunneler i Sandviken
- Fase 5 Tunnelinnredning og testing

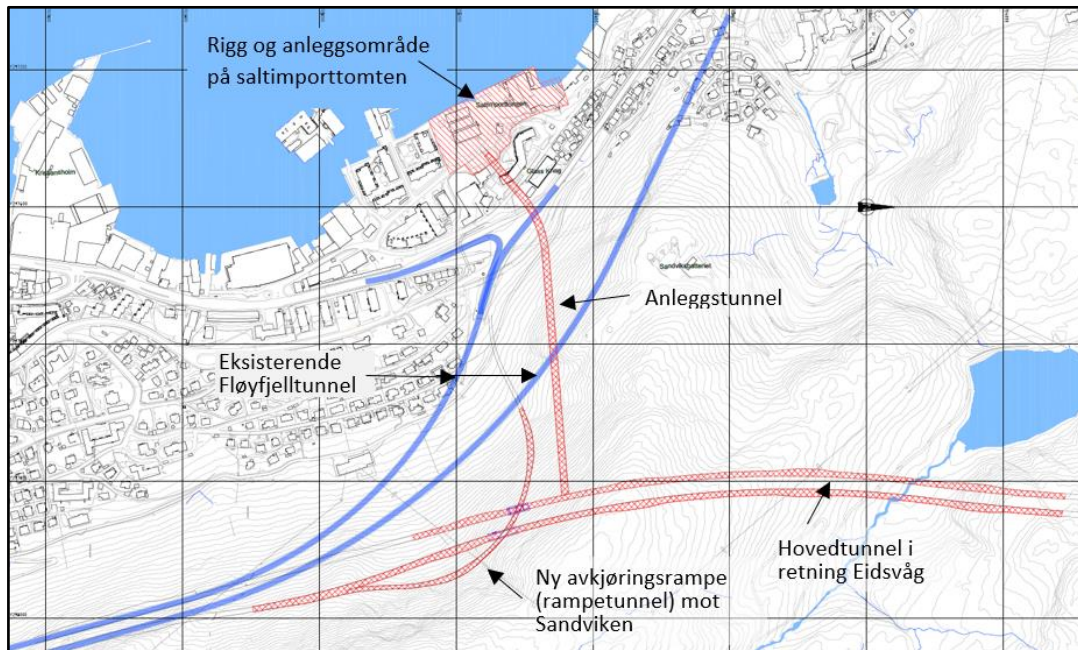
Nedenfor er fasene nærmere beskrevet.

Fase 0 - Rigg og anleggsområde, anleggstunnelen og start på hovedtunnel og rampe i sør

Arbeidet i denne fasen skal være planavklart i reguleringsplan og teknisk forprosjekt for «Områdereguleringsplan Fløyfjelltunnelen – rigg og anleggsområde [1].

Start av driving av Fløyfjelltunnelen, fase 0, omfattes av en egen entrepris for driving av en anleggstunnel fra saltimporttomten inn til forlenget del av Fløyfjelltunnelen. Fasen omfatter:

- Opparbeiding av rigg- og anleggsområde på saltimporttomten
- Anleggstunnelen, 510 meter
- Driving mot koblingssonen:
 - Om lag 285 meter med 2 løps tunnel (2 x 285 meter)
 - Om lag 190 meter med 1 løps tunnel
- Driving mot Eidsvåg:
 - Om lag 825 meter med 2 løps tunnel (2 x 825 meter)
- Bygging av del av avkjøringsrampen mot Sandviken fram til om lag 50 meter før krysningspunkt med eksisterende nordgående løp



Figur 7-1. Anleggsfase 0. Blå linje er dagens tunnel, rød skravur er anleggsfase 0.

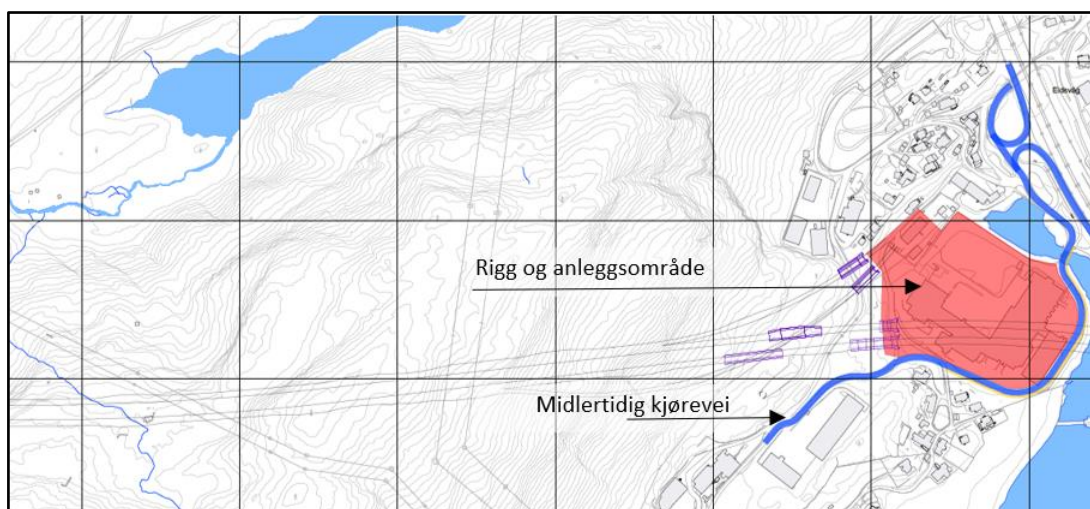
Massetransporten vil skje med transport direkte til lekter og utskipping av tunnelmasser fra saltimportkaiaen.

I denne fasen går trafikken som normalt i eksisterende Fløyfjelltunnelen i begge retninger.

Fase 1 - Anleggsområde og anleggsveg i Eidsvåg

Denne fasen forbereder og legger grunnlag for anleggsarbeid og tunneldriving fra Eidsvågsiden:

- Etablering av rigg- og anleggsområde utenfor tunnelpåhogget, på Norturatomten
- Etablering av omlagt kjøreveg/Jordalsvegen
- Etablering av fjellpåhugg for hovedtunnel og for rampetunneler



Figur 7-2. Anleggsfase 1. Rigg og anleggsområde og midlertidig kjørevei i Eidsvåg

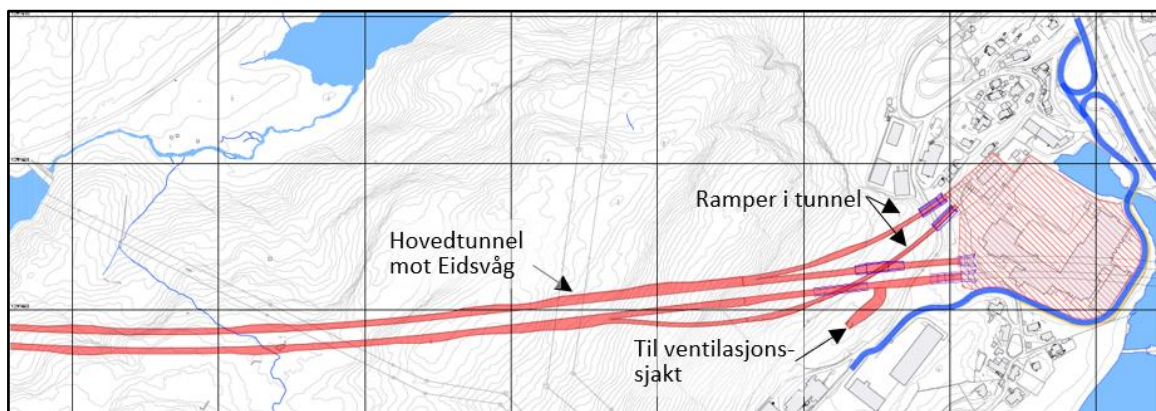
Fase 2 - Hovedtunnel videre mot Eidsvåg og ramper Eidsvåg

Denne fasen starter der fase 0 slutter mot nord og omfatter:

- Bygging av begge tunnellopene videre mot nord mot Eidsvåg, om lag 1280 meter (2 x 1280 meter)
- Driving av hovedløpene mot nord og sør, om lag 250 meter fra Eidsvåg
- Driving av av- og påkjøringsrampene i Eidsvåg
- Driving av ventilasjonshall og luftesjakt (bygging av ventilasjonstårn)

Transport av masser skjer både til saltimportkaien og til Eidsvåg.

I denne fasen går trafikken som normalt i eksisterende Fløyfjelltunnelen i begge retninger frem til sammenkoblingen med eksisterende tunnel i sør (fase 3). Det vil også i denne fasen kunne bli perioder med stengt Fløyfjelltunnel på natt og omkjøring gjennom sentrum.



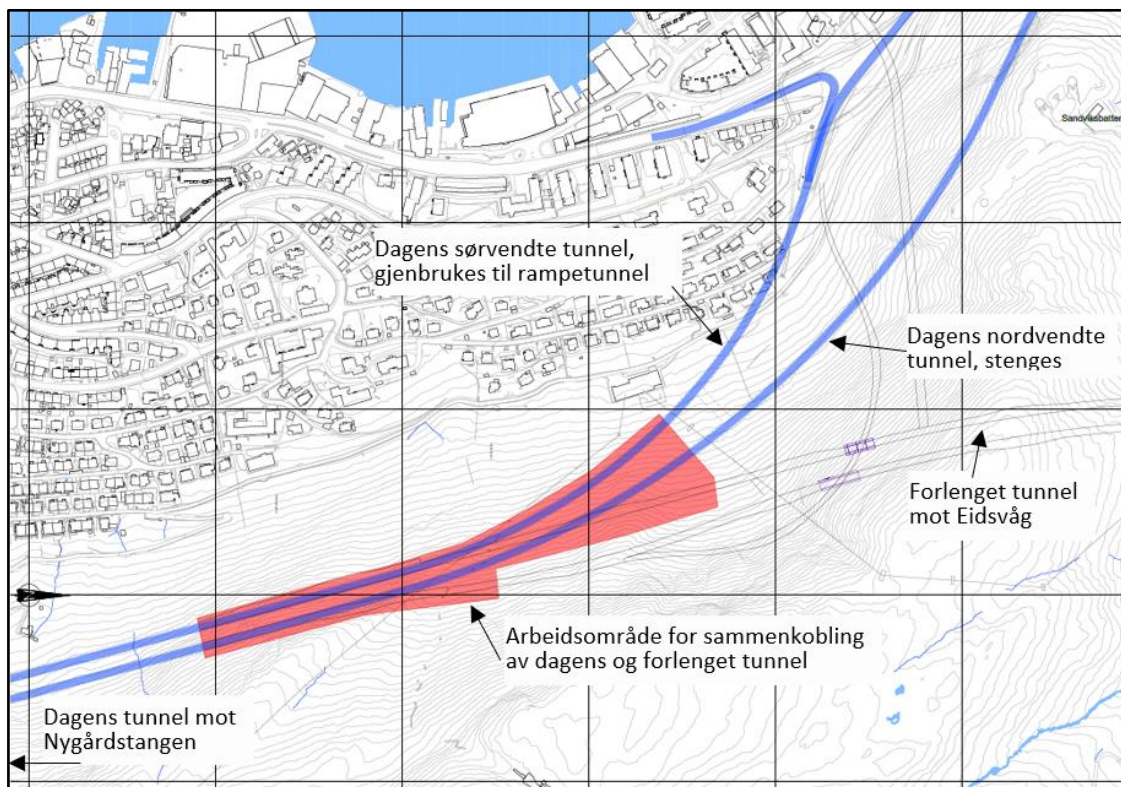
Figur 7-3. Anleggsfase 2, driving mot Eidsvåg inklusive rampetunneler

Fase 3 - Sammenkobling mellom ny og eksisterende tunnel

Denne anleggsfasen må tilpasses i tid mot entreprenørens opplegg. Samtidig må fasen i det videre tilpasses arbeidet med Fløyfjelltunnelen sør.

I denne fasen blir det behov for nattarbeid. Det forutsettes at ikke begge løp stenges samtidig.

For nordgående løp kan alt arbeid utføres som nattarbeid. På sørgående vil det i en periode være behov for å stenge tunnelen helt i 10 uker (hele døgnet) i tillegg til perioder med nattestengt.



Figur 7-4. Anleggsfase der forlenget kobles sammen med dagens tunnel (eksisterende eller oppgradert)

Fase 4 Slutføring av rampetunneler i Sandviken

Fasen omfatter resterende deler av rampetunnelene i Sandviken:

- Dagens sørgående løp utvides til påkjøringsrampe, frem til den møter hovedløpet
- Resterende del av avkjøringsrampen bygges
- Resterende del av innredning på rampene
- En siste testperiode for forlenget Fløyfjelltunnel som helhet

Fasen utføres etter at trafikken er flyttet over i forlenget Fløyfjelltunnel i begge retninger. Utføres samtidig med Glass Knag krysset.



Figur 7-5. Anleggsfase for slutføring av rampene i Sandviken og bygging av veg i dagen ved Glass Knag som del av delområde 2.

Fase 5 - Tunnelinnredning og testing

Fasen omfatter innredning og testperiode av tunnelen:

- Veggelementer
- Ventilasjon
- Belysning og skilt
- Andre tekniske installasjoner

7.2 Massehåndtering

7.2.1 Generelt

Bybaneprojektets målsetting for massehåndtering er:

- Å søke å oppnå massebalanse i prosjektet
- Å redusere omfang av flytting av masser til et minimum
- Å gjenbruke stein- og jordmasser. Vurdere etablering av midlertidig steinknuseverk
- Å benytte forurensede masser (tilstandsklasse 1-3), blandede masser / fyllmasser i prosjektet. Dette krever sortering, samt arealer for sorteringsverk og midlertidige anleggsdepot med ulike fraksjoner.
- Levere overskytende masser til aktuelle byutviklingsprosjekter nærmest mulig uttaksstedet.

Bybaneprojektet fra sentrum til Åsane vil generere betydelig masseoverskudd som steinmasser fra sprenging i dagen og i tunnel og gravemasser inklusive rene jordmasser fra banetrasé og tilstøtende arealer. Det er et overordnet mål at overskuddsmassene skal

håndteres slik at de kan brukes i andre nærliggende byggeprosjekter, på en slik måte at negative konsekvenser reduseres, og at massehåndteringen ikke forårsaker spredning av forurensning.

For bybaneprojektet som helhet utarbeides det en felles rapport om massedisponering, som gir mer detaljert informasjon om mengder, ulike massetyper og massehåndtering [10].

7.2.2 Overskuddsmasser fra forlengelse av Fløyfjelltunnelen

Anleggsgjennomføringen av Fløyfjelltunnelens forlengelse, inkludert anleggstunnel fra saltimporttomten, vil gi et masseoverskudd på ca. 550 000 m³ prosjekterte faste masser, eller ca. 990 000 m³ prosjekterte løse masser. Forlenget Fløyfjelltunnel er en stor bidragsyter til overskuddet av sprengstein fra tunnelarbeider på hele prosjektet fra sentrum til Åsane.

Masseoverskuddet kan tas ut to steder, på saltimporttomten via anleggstunnelen, og i Eidsvåg. Uttak av masser fordeler seg om lag slik mellom de to stedene:

- Saltimporttomten: ca. 80 prosent, med ca. 450 000 m³ faste masser, eller ca. 810 000 m³ løse masser
- Eidsvåg: ca. 20 prosent, med ca. 100 000 m³ faste masser eller ca. 180 000 m³ løse masser

7.2.3 Massetransport

Massetransport inn og ut av anleggsområdet vil foregå med større kjøretøy via intern anleggsveg (anleggstunnelen). Transporten vil gå via en omlastingssone, før den transporteres videre.

Tunnelmasser vil bli transportert direkte til gjenbruk i anleggsområdet eller til midlertidig eller permanent deponi.

Reine gravemasser, her under matjord, vil bli transportert til gjenbruk direkte i anleggsområdet eller til midlertidig eller permanent deponi.

Forurensede masser, f.eks. gravemasser fra traséen og bunnrensk fra tunnel vil bli transportert ut av anleggsområdet og, avhengig av forurensingsgrad, håndteres etter gjeldende regelverk.

Transport av masser i Eidsvåg vil transporteres til bestemmelsessted med større kjøretøy. Transporten vil dels foregå på offentlig vegnett, og dels i skjermede transportkorridorer frem til bestemmelsesstedet. Transport av masser fra saltimporttomten kan ikke gå til vegnettet på grunn av manglende kapasitet i Gjensidigekrysset. Det er derfor lagt til grunn at massetransport fra saltimporttomten går på sjø til bestemmelsessted. Transport på veg til og fra saltimporttomten vil bare være varelevering og persontransport.

8 Sikkerhet

8.1 Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø – SHA

Det er gjennomført en fareidentifikasjon i tidlig fase (reguleringsplan med teknisk forprosjekt) for DSF med bakgrunn i krav i byggherreforskriftens §17 som sier at prosjekterende skal risikovurdere sine løsninger. Fareidentifikasjonen er basert på RIF sin sjekklister for SHA-vurderinger i tidligfase [13]. Fareidentifikasjonen fokuserer på det spesielle i oppdraget, dvs. det som prosjekterende (og byggherren) har tilført gjennom sine beslutninger og valg. Det er identifisert flere forhold som må vurderes eller detaljeres nærmere i kommende faser av prosjektet. Der er også identifisert og beskrevet noen tiltak som allerede er tatt inn i løsningsutviklingen som vil være positive for SHA i utførelsesfasen. Identifiserte farer og videre oppfølging er vist i Tabell 8-1. Det er ikke identifisert farer som i denne fasen tilsier at risikoen er uakseptabel. Farene må imidlertid følges opp i kommende faser av prosjektet.

Tabell 8-1. SHA-fareidentifikasjon

Nr.	Spesielle utfordringer	Ja/ Nei	Hvis ja: Konkretisering av risikoforhold	Hvis ja: Tiltak i videre prosjektering
1	Rigg- og lagerområder: Plassforhold og tilkomstmuligheter			
1.1	Plassforhold på rigg-, lager- eller arbeidsområder: <i>Vurder om areal må avsettes i offentlige arealplaner; anleggsveger etc.</i>	Ja	Plass til riggområder er satt av i egen reguleringsplan. Hovedriggområde for tunneldrivingen er ivaretatt i entrepris anleggstunnelen (DSF-F). Arbeidsområde for ventilasjonssjakt ved Eidsvåg krever etablering av en anleggsveg. Denne er beskrevet og lagt inn i reguleringsplan. Ved tunnelportal og skjæring ved Sandviken vil det være noe vanskelig tilkomst. Det vil ikke være tilkomst fra oversiden, tilkomst må etableres fra nedsiden og opp. Dette beskrives i reguleringsplanen.	Se SHA-vurderinger i teknisk forprosjekt for DSF-F-entreprisen.
1.2	Tilkomstmulighet for personer og arbeidsutstyr til alle rigg-, lager, avfall- eller arbeidsområder: <i>Vurder høyder/fall, vann, vær, grunn, strøm, nærhet til eksisterende infrastruktur, nærhet til trafikkert veg/gs-veg</i>	Ja	Tilkomst til arbeidsområder for driving av ny Fløyfjelltunnel er etablert i entrepris DSF-F. Ved tunnelportal og skjæring ved Sandviken vil det være noe vanskelig tilkomst. Det vil ikke være tilkomst fra oversiden, så tilkomst må etableres fra nedsiden og opp. Det er beskrevet tilkomst til arbeidsområde for ventilasjonssjakt ved Eidsvåg. Sjaktet vil tas ut fra toppen og nedover. Ifm. dette vil det være fare for fall, fallende gjenstander mm.	Det skal ikke være vegtrafikk i området ved Sandviken når arbeidene her skal utføres. Vurder behov for å sette av plass til anleggsveg ved Sandviken i reguleringsplanen. Tilkomst, fare for fall mm. ifm. uttak av fjell for sjaktet må vurderes nærmere i kommende faser.

Nr.	Spesielle utfordringer	Ja/ Nei	Hvis ja: Konkretisering av risikoforhold	Hvis ja: Tiltak i videre prosjektering
1.3	Trafikkavvikling internt på anleggsområdet: <i>Vurder plassering av arbeidsområder, lagring, barrierer</i>	Ja	Anleggstunnel etablert i DSF-F kommer ut vinkelrett med nytt hovedløp for Fløyfjelltunnelen. Utilstrekkelige siktforhold kan medføre fare for uhell, eksempelvis påkjørsel. Dersom ikke ny adkomst til Jordal er etablert tidlig i prosjektet vil det være behov for å lage en midlertidig adkomst til Jordal. Denne vil gå gjennom riggområdet på Eidsvåg, og vil kunne komme i konflikt med anleggstrafikk.	Siktforhold må være iht. regelverk for vegkryss. Dette må ivaretas i kommende faser av prosjektet. Etableres ny adkomst til Jordal tidlig i utførelsen for å unngå at adkomsten går gjennom riggområdet på Eidsvåg.
1.4	Beredskap for anleggsområde: <i>Vurder naboer/interessenter, adkomst, 3. part</i>	Ja	Der er flere grensesnitt mot 3. part i prosjektet, herunder: <ul style="list-style-type: none">- Ved sammenkobling av nye og eksisterende tunneler- Tilkomst til Jordal på Eidsvåg-siden.- Arbeider nært Fjellveien på Sandviken-siden.	Tilkomst til Jordal bør etableres tidlig for å unngå midlertidig veg for 3. person gjennom anleggsområdet på Eidsvåg. Forskjæring utformes for god avstand til Fjellveien. Trafikken her må holdes adskilt fra anleggsområdet. Håndtering av 3. part ifm. sammenkobling av nye og eksisterende tunneler er beskrevet i pkt. 6.2.
2	Grunnforhold og utførelsesmetoder			
2.1	Topografiske forhold: <i>Vurder værutsatthet, flom/overvann, ras</i>	Ja	For området ved tunnelportal og forskjæring ved Sandviken er det utarbeidet en skredrapport som konkluderer med at det er rasfare i området.	Fanggjerdning må på plass på oversiden av Fjellveien for å sikre både veg og arbeidstakere fra ras. Det vurderes hva som bør settes av til plass for sikringsarbeider i reguleringsplanen.
2.2	Grunnforhold, lokal og områdestabilitet i alle faser: <i>Vurder geotekniske og geologiske forhold som bergkvalitet/svakhetssoner, forekomst av leire, grunnvann, fare for steinras, ioniserende stråling, radon etc. Vekselvirkning</i>	Ja	Der er identifisert en svakhetssone i fjellet. Her kan det være fare for ras, og for at det kommer inn vann i tunnelen. Det vil være store tverrsnitt på noen av områdene i tunnelen. Større tverrsnitt medfører større fare for ras.	Tung sikring og mye injeksjon over en lang strekning må utføres. Entreprenør må planlegge gjennomføringen nøye, bore pilot og utføre systematisk injeksjon. Forholdet beskrives av ingeniørgeologene.

Nr.	Spesielle utfordringer	Ja/ Nei	Hvis ja: Konkretisering av risikoforhold	Hvis ja: Tiltak i videre prosjektering
	<i>anleggsgjennomføring/ maskiner og området</i>			Det er beregnet at fjellet klarer ca. 50 meter brede tverrsnitt i tunnelen.
2.3	Sprengning: <i>Vurder omgivelser, bergkvalitet/svakhetssoner, fare for ras/utglidninger, påboring av gjenstående gammelt sprengstoff, høyspent, senere bruk av området</i>	Ja	Der er identifisert en svakhetssone i fjellet, se pkt. 2.2 over. Det skal utføres sprengningsarbeider over hovedløpene til ny tunnel ifm. arbeid med ramper og ventilasjons-sjakt. Det vil være fare for ras ned i hovedløp der arbeidstakere kan oppholde seg. Det er ikke identifisert spesiell risiko ifm. sprengning ved driving av tunnel i øvrig.	Utarbeide faseplaner mhp. rekkefølge av arbeider i kommende faser av prosjektet. Det må vurderes hvilke føringer som skal legges på entreprenør.
3	Grensesnitt mot eksisterende infrastruktur			
3.1	Nærhet til eksisterende teknisk infrastruktur på, over eller under bakken: <i>Vurder security, beredskap, fjernvarme, høyspent</i>		Det er ikke teknisk infrastruktur i fjellet som vil komme i konflikt med arbeidene. Det går imidlertid en VA-tunnel gjennom fjellet, og det kan være fare for at denne blir påvirket av sprengningsarbeidene.	Det bør være en viss grad av overvåkning eller inspeksjoner av VA-tunnelen i byggetiden.
3.2	Nærhet til eksisterende veg: <i>Vurder tilkomst, avstand, påkjørsel etc.</i>	Ja	Se pkt. 1.4.	
4	Konstruksjoner og tekniske løsninger			
4.1	Eksponering for helseskadelige stoffer: <i>Vurder ioniserende stråling, asbest, gass</i>	Nei		
4.2	Byggbarhet av foreslåtte tekniske konsepter/løsninger: <i>Vurder plassering, størrelse, omfang og tilkomst</i>	Ja	Se utfordringer med sammenkobling av nye og eksisterende tunnellop i pkt. 6.2 - Fremdrift	
4.3	Plassering/tilkomst av tekniske installasjoner:	Nei		
5	Omgivelser – grensesnitt mot 3. person			
5.1	Nærhet til annen virksomhet, tilstøtende prosjekter eller 3. person?	Ja	Se pkt. 1.4 og 6.2.	
6	Annet			

Nr.	Spesielle utfordringer	Ja/ Nei	Hvis ja: Konkretisering av risikoforhold	Hvis ja: Tiltak i videre prosjektering
6.1	Nye/ukjente arbeidsmetoder og/eller teknologi:	Nei		
6.2	Fremdrift: <i>Vurder utbyggingsrekkefølge, samtidighet, trafikk og personelltilkomst</i>	Ja	Ved sammenkobling av ny og eksisterende Fløyfjelltunnel skal det utføres arbeid mens det er trafikk i eksisterende tunnellop. Sprengnings- og sikringsarbeid må sannsynligvis utføres som nattarbeid. Det må etableres permanent sikring før det kan gå trafikk i tunnelen. Dette vil være utfordrende mtp. tilgjengelig tid på natt, blant annet som følge av bredden på tunnelene. Størst utfordring vil være nord for rømningsveg i eksisterende sørgående løp.	Det må ses nærmere på utførelsen av disse arbeidene i kommende faser av prosjektet. Faseplaner bør utarbeides i detaljprosjekteringen. Ingeniørgeologi beskriver problemstillingen i forprosjektrapport.
			Flere områder krysser nye ramper over hovedløpet med liten overdekning av fjell imellom. Her vil det være fare for ras og personsikkerhet ifm. sprengarbeid. Det kan medføre farlige situasjoner dersom gjennomføringen ikke er planlagt godt nok mtp. fremdrift.	Gjennomføringsmåte må sees nærmere på i kommende faser av prosjektet. F.eks. må det vurderes om konstruksjon for hovedløp kan bygges før rampen over sprenges ut, eller om hovedløp og rampe sprenges ut i full høyde først.
6.3	Midlertidige støttesystemer: <i>Vurder lys, ventilasjon, strøm, varme, fundament, drenering</i>	Ja	Det må etableres lys, ventilasjon, strøm mv. ifm. tunneldriving, men det er ikke identifisert spesiell risiko ifm. dette.	
6.4	Bygging, bruk og riving/demontering av midlertidige konstruksjoner: <i>Sikkerhetstunnel, ramper, veg, bru, stillas, brureis, spunt, gjerde, brakker og plassbehov</i>	Nei		
6.5	Drift og vedlikehold: <i>Vurder behov for identifisering og ivaretagelse av spesielle forhold knyttet til D&V (drift og vedlikehold)</i>	Nei	Det legges opp til tovegs-trafikk i tunnellopene, slik at vedlikehold kan utføres i et løp uten trafikk. Teknisk bygg og renseanlegg ved Eidsvåg er plassert med god tilkomst.	

Nr.	Spesielle utfordringer	Ja/ Nei	Hvis ja: Konkretisering av risikoforhold	Hvis ja: Tiltak i videre prosjektering
6.6	Forhold som har betydning for SHA i drifts- og vedlikeholdsfasen: <i>Vurder vedlikeholdsstrategi, nødvendige fysiske barrierer for sikkert vedlikehold, inspeksjon, reparasjoner, adkomst, parkering og tilstrekkelig areal</i>	Nei	Se pkt. 6.5.	
6.7	Forhold som har betydning for SHA ved endring, riving og avhending av bygget/konstruksjonen:	Nei		

8.2 Miljøoppfølgingsprogram

Miljøprogram og tilhørende miljøoppfølgingsplan (MOP) skal bidra til å identifisere miljøkrav, mål og tiltak, samt være et levende verktøy for miljøoppfølging i prosjektet fra tidlig fase til ferdig anlegg. Det er et bindende dokument for alle som er involvert i anleggsarbeidet, dvs. planlegger, prosjekterende, byggherre og entreprenør. Det er utarbeidet en rapport om miljøoppfølging for hele bybaneprosjektet til Åsane, med mer utfyllende opplysninger og omtale [11].

Miljøprogram og tilhørende MOP bygger på NS 3466:2009 samt Statens vegvesen sin metodikk for utarbeidelse av YM-planer (rev. 2019), som utgjør bransjestandard for samferdselsprosjekter.

Miljømål:

Følgende miljømål er identifisert og gjenspeiler bransjestandarden innen samferdselsprosjekter og større anlegg generelt.

- Tiltaket skal ikke medføre vesentlige eller varige negative konsekvenser for det ytre miljøet. For å sikre den overordnede målsettingen er det viktig å kartlegge miljøpåvirkning både i anleggs- og bruks- og driftsfasen, og gjennomføre tiltak for å holde miljøpåvirkningen innenfor akseptable rammer ut fra gjeldende lovverk.

Prosjektets miljøpåvirkning og håndtering:

- Støy og luftforurensing, inkludert støv, fra anleggsvirksomheten skal i minst mulig grad medføre sjenanse og ulemper for omkringliggende bebyggelse og infrastruktur. Støyforhold i portalområdet i Sandviken skal håndteres som del av arbeidet med delstrekning 2 (DS2), og ved portalen i Eidsvåg som del av arbeidet med delstrekning 3

(DS3) og ved anleggs- og riggområdet ved saltimporttomten i Sandviken som del av videre plan- og prosjekteringsarbeid for dette området (DSFF).

- Anleggsaktiviteten skal ikke bidra til skadelig avrenning eller partikkeltransport til Byfjorden eller på andre måter forårsake spredning av forurensning til grunn eller vann. Anleggsvann fra tunnelarbeid skal håndteres på riggarealene utenfor tunnelen og er dermed håndtert i tilgrensende planområdet.
- Riggarealets omgivelser skal formes slik at de framstår som minst mulig sjenerende både mtp. estetiske kvaliteter, plassering av aktiviteter med hensyn til omgivelsen, orden og belysning (sikkerhet). Disse forholdene skal være regulert i DS2, DS3 og DSFF
- Disponering av overskuddsmasser skal planlegges slik at gjenbruksgrad er optimal, samt at transportavstander er kort. Massene fra DSF skal lagres/skipes fra DSFF. Temaet utredes særskilt og er omtalt i reguleringsplan for rigg- og anleggsområdet på saltimporttomten [1].

Temaer som må følges opp i videre arbeid med forlengelse av Fløyfjelltunnelen:

- Energiforbruk og klimautslipp i forbindelse med anleggsaktiviteten skal begrenses mest mulig gjennom redusert transportomfang og valg av materialer, utstyr og energikilder som gir lavt energiforbruk og utslipp. Anleggstekniske forutsetninger for maskinpark for det aktuelle anlegg må sees i sammenheng med tilgang på alternativ energi (strøm).
- Det skal kartlegges om avfall fra anleggsvirksomhet inklusiv rivning kan ombrukes, gjenbrukes eller deponeres på forsvarlig måte. Det skal også redegjøres for plastrester som kan forekomme i sprengstein.
- Vibrasjon (under tunneldriving) vil være et tema som følges opp mot andre strukturer i fjell, samt i nærheten av bebygde områder som tunnelen passerer under eller som ligger i influensområdet.

Temaer som er vurdert å ha lav risiko:

Hydrogeologisk vurdering av risiko for grunnvannssenkning har konkludert med at tunnelen ikke vil medføre vesentlig endringer i dagens hydrogeologiske system, og risiko for uheldig drenering av overliggende arealer anses derfor som lavt. Det er heller ikke funnet spesielt sårbare myrer eller våtmark i influensområdet over tunnelen som kunne ta skade ved mindre endringer i grunnvannsnivå.

Ettersom planen i sin helhet omfatter tunnel i fjell og alle tilgrensede dagstrekninger inngår i tilgrensende planer, vil støyberegninger både for dagens situasjon og fra trafikken på omlagt E39 i dagen gjøres i forbindelse med delstrekning 2 og 3, som omtalt over.

9 Fravik

9.1 Fravik behandlet i utredningsfase

Dersom utforming av veganlegg avviker fra kravene i Statens vegvesen vegnormaler eller i forskrift, skal det søkes om fravik. Fravik for riks- og europaveger behandles via en formell prosess (fraviksbehandling) hos Statens vegvesen ved Vegdirektoratet.

I forbindelse med i KU i 2013 ble fire fravik for Fløyfjelltunnelen identifisert, behandlet og godkjent av Vegdirektoratet:

- *Fravik 1 – Tunnellengde*, tunnellengde over 4 km.
- *Fravik 2 – Kryss i tunnel – Sandviken*, for komplett kryss i tunnel for Fløyfjelltunnelen.
- *Fravik 3 – Profilendring inne i tunnelen*, overgang mellom tunnelprofil T9,5 og ca. T8 i dagens tunnel.
- *Fravik 4 – Kryss utenfor tunnelmunning*, Glass Knag krysset.

I skissefasen til reguleringsplan med teknisk forprosjekt for forlenget Fløyfjelltunnel i 2020 ble fravikene gjennomgått og det ble sjekket etter nye fravik [7].

Seks fravik ble identifisert og vurdert, behandlet og godkjent av Vegdirektoratet:

- *Fravik 1 – Tunnellengde*, tunnellengde over 4 km. Det ble vurdert at fraviket fremdeles var relevant, og at godkjenningen som ble gitt i 2013 ble lagt til grunn for videre arbeid.
- *Fravik 2 – Kryss i tunnel – Sandviken*, for komplett kryss i tunnel for Fløyfjelltunnelen. Planen er endret slik at det nå kun er av- og påramping mot sør (Nygårdstangen), og Vegdirektoratet ble informert om dette. Det ble vurdert at fraviket fremdeles var relevant, og at godkjenningen som ble gitt i 2013 ble lagt til grunn for videre arbeid.
- *Fravik 3 – Profilendring inne i tunnelen*, overgang mellom tunnelprofil T9,5 og ca. T8 i dagens tunnel. Det ble vurdert at fraviket fremdeles var relevant, og at godkjenningen som ble gitt i 2013 ble lagt til grunn for videre arbeid.
- *Fravik 4 – Kryss utenfor tunnelmunning*, alternativet for Glass Knag krysset som lå til grunn for fravikssøknaden som ble sendt inn i 2013, er nå ikke lengre aktuelt, slik at fravik utgår.
- *Fravik 5: Kryss i tunnel Eidsvåg*. Det ble søkt om og innvilget fravik i 2020.
- *Fravik 6: Valg av tunnelprofil* – det ble søkt om og innvilget fravik i 2020 fra Håndbok N100 om krav til tunnelprofil, T9,5 istedenfor T10,5. Godkjenningen er avgrenset til forlenget del og det vises til fravik 3 om krav til overgangssone mellom ny og gammel del.

9.2 Fravik behandlet i reguleringsfasen

I forbindelse med reguleringsplan med teknisk forprosjekt for forlenget Fløyfjelltunnel i 2022, er fravikene drøftet i et eget notat [12] og det er sjekket om det er kommet til nye fravik:

- Fravik 1, 2, 5 og 6 er fortsatt relevante og godkjenninger ligger til grunn for arbeidet. Det lages oppdatert informasjon til Vegdirektoratet i form av ett oppdatert fraviksnotat [12].

- Fravik 3 er flyttet internt i Fløyfjelltunnelen og ligger nå i den delen som planlegges av prosjektet E39 Fløyfjelltunnelen sør. Det vil oversendes oppdatert informasjon til Vegdirektoratet i form av ett oppdatert fraviksnotat [12].
- Fravik 4 er utgått
- I oppdatert fraviksnotat [12] er det videre informert om løsning for havarilommer, da disse får løsninger som benytter fleksibiliteten som er gitt i håndbok N500. Om disse er ett fravik, blir ett tolkningsspørsmål og det er valgt å kun informere Vegdirektoratet i denne omgang.

9.3 Mulige fravik som må avklares videre i byggeplanfasen

I forbindelse med arbeid med teknisk forprosjekt til reguleringsplanen har en funnet to forhold som det kan bli behov for å søke fravik for i byggeplanfasen av prosjektet. Dette gjelder:

- Behov for fravik for ventilasjonsretning på avramper i normalsituasjonen, der ventilasjonsretningen blir mot kjøreretningen for å ta mest mulig tunnelluft til ventilasjonstårn og samtidig oppnå bedring av luftforurensning fra tunnelmunning på avrampene. Søknad om fravik avventes til detaljprosjektering, når en vet mer om selve styringen av ventilasjonstårnet.
- Mulig fravik for krav til skiltstørrelser i tunnel. Behov avklares når detaljerte skiltplaner foreligger i prosjekteringsfasen.

10 Grunnerverv

Ingen grunnerverv på delstrekningen. Tunnelmunninger ligger i DS2 og DS3. Utløpet av luftesjakt fra tunnelen, ved nordre side av Orretua, ligger også på DS3.

Vedlegg

Tegninger:

- BT5-A-F0001
- BT5-A-F0002
- BT5-B-F0001
- BT5-B-F0002
- BT5-D-F0101
- BT5-D-F0102
- BT5-D-F0103
- BT5-D-F0104
- BT5-D-F0105
- BT5-D-F0111
- BT5-D-F0112
- BT5-D-F0113
- BT5-D-F0114
- BT5-D-F0115
- BT5-D-F0201
- BT5-D-F0202
- BT5-D-F0203
- BT5-D-F0204
- BT5-D-F0601
- BT5-F-F0101
- BT5-F-F0102
- BT5-F-F0103
- BT5-F-F0104
- BT5-Y-F0001
- BT5-Y-F0002
- BT5-Y-F0003
- BT5-Y-F0004
- BT5-Y-F0005

Referanser

- [1] Bergen kommune (2022) *Reguleringsplan Fløyfjelltunnelen – Rigg- og anleggsområde, planid 70670000. Planbeskrivelse*
- [2] Bergen kommune (2022). *Varsel om oppstart av planarbeid for E39 Fløyfjelltunnelen sør. [Bergen kommune - Bergenhus bydel, E39, Fløyfjelltunnelen sør](#)*
- [3] Bergen kommune (2021) *Trafikkplan sentrum. Hovedrapport. Miljøløftet planforslag 24.9.2021*
- [4] Klima- og miljødepartementet (2021) *Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging. T-1441/2021*
- [5] Norconsult og Asplan Viak (2020) *Oppsummering av skissefasen Rapport RA-DS0-007 30.10.2020*
- [6] Norconsult og Asplan Viak (2021) *Ingeniørgeologisk og hydrogeologisk rapport. RA-DSF-004*
- [7] Norconsult og Asplan Viak (2021) *Fraviksnottat Fløyfjelltunnelen Notat RA-DSF-004*
- [8] Norconsult og Asplan Viak (2021) *DSF – Fløyfjelltunnelen - luftforurensning fra tunnelportaler og vurdering av ventilasjonstårn. Notat NO-DSF-007.*
- [9] Norconsult og Asplan Viak (2021) *Risikoanalyse Fløyfjelltunnelen. RA-DSF-010*
- [10] Norconsult og Asplan Viak (2022) *Massedisponering. Rapport RA-DS0-018*
- [11] Norconsult og Asplan Viak (2022) *Miljøprogram (MOP). Rapport RA-DS0-008*
- [12] Norconsult og Asplan Viak (2022) *Fraviksnottat Fløyfjelltunnelen Notat RA-DSF-012*
- [13] RIF (2017) *Veiledning SHA For rådgivere i planlegging og prosjektering av samferdselsprosjekter*
- [14] Statens vegvesen (2015) *Bruprosjektering. Prosjektering av bruer, ferjekaier og andre bærende konstruksjoner. Håndbok N400*
- [15] Statens vegvesen (2017) *Trafikkstyringssystemer på veg. Retningslinje R311*
- [16] Statens vegvesen (2021) *N500 Vegtunneler. Digital veileder <https://svv-cm-sv-apppublic-prod.azurewebsites.net/product/859934/nb>*