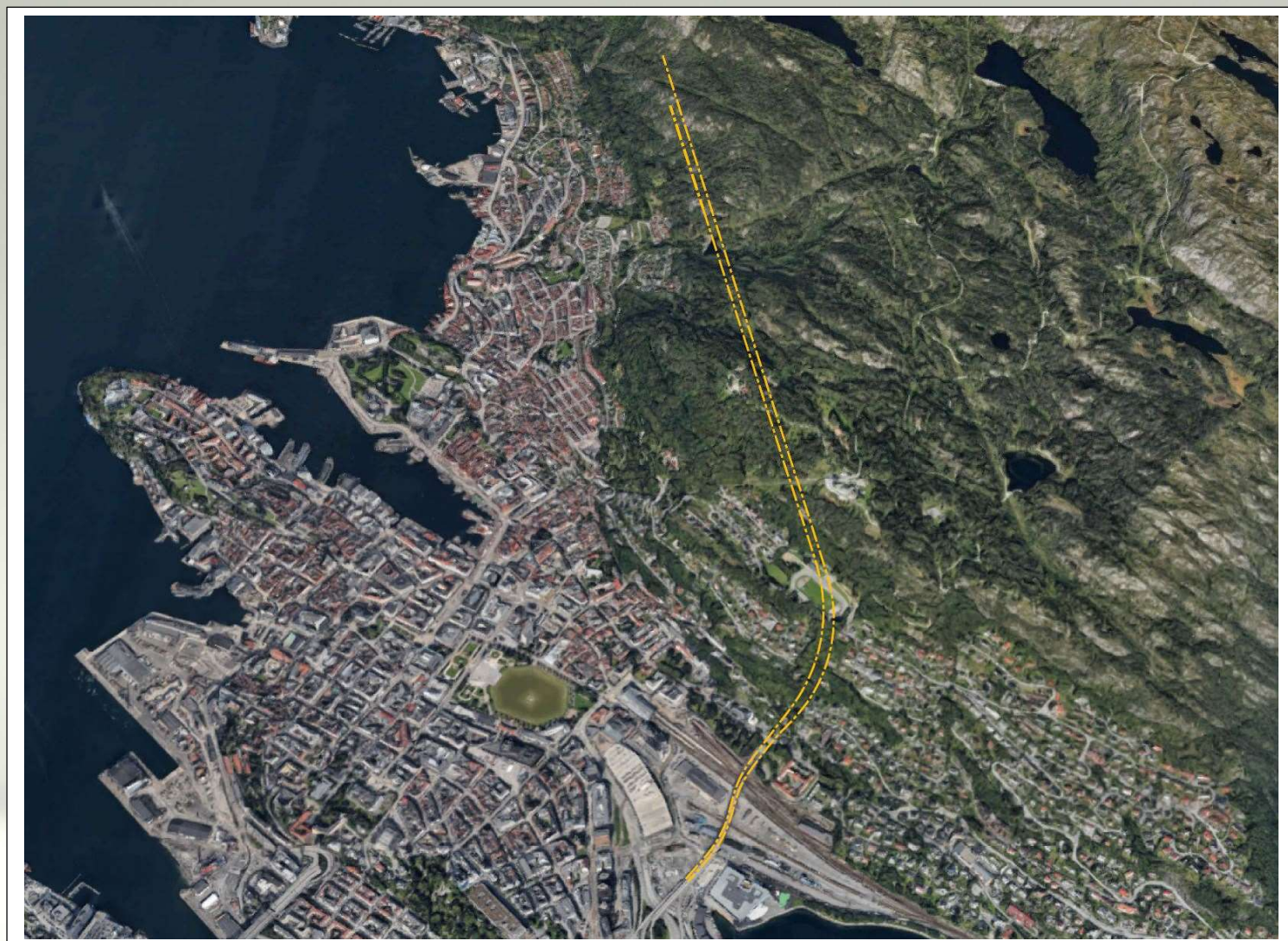


E39 Fløyfjelltunnelen sør, Teknisk forprosjekt

Plan-ID 70820000



Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver: Statens vegvesen

Tittel på rapport: E39 Fløyfjelltunnelen sør, Teknisk forprosjekt

Oppdragsnavn: E39 Fløyfjelltunnelen sør - Reguleringsplan

Oppdragsnummer: 631033-09

Utarbeidet av: Asplan Viak /Norconsult

Oppdragsleder: Bente Elin Fauske

Tilgjengelighet: Åpen

01	25. nov. 2022	Nytt dokument	BEF	GAS
Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS

Forord

Dette dokumentet presenterer teknisk forprosjekt for reguleringsplanen for Fløyfjelltunnelen sør. 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 grunnnerv.

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

Bergen, 25.11.2022

Bente Elin Fauske

Oppdragsleder

Geir Arild Slettemark

Kvalitetssikrer

Innholdsfortegnelse

1. Fløyfjelltunnelen sør	5
2. Forutsetninger og grunnlag	7
2.1. Formål med reguleringsplanen	7
2.2. Planavgrensning	7
2.3. Tilgrensende prosjekt; E39 Fløyfjelltunnelen forlengelse til Eidsvåg og Anleggstunnel fra saltimporttomten	8
2.4. Trafikk	9
2.5. Risikoanalyse	10
3. Tunnelutforming, innredning og elektro	11
3.1. Hovedtrekk	11
3.2. Plan	12
3.3. Lengdeprofil	13
3.4. Tovegstrafikk i ett løp	13
3.5. Tunnelprofil	16
3.6. Innredning og utrustning av tunnelen	17
3.7. Brann og rømning	29
3.8. Støy	29
4. Ingeniørgeologi og hydrogeologi	30
4.1. Ingeniørgeologi	30
4.2. Hydrogeologi	32
5. Konstruksjoner	34
5.1. Generelt	34
5.2. Konstruksjonsprinsipp for overkjøringssone	35
5.3. Støpte betongvegger i koblingssonen i sør	37
6. VA-anlegg	40
6.1. Vaskevann og innlekkasjevann	40
6.2. Brannvann	43

6.3. Anleggsvann	44
7. Anleggsgjennomføring og massehåndtering	46
7.1. Riggområder	46
7.2. Trafikkavvikling	47
7.3. Faser	48
7.4. Massehåndtering	52
8. Fravik	54
8.1. Fravik behandlet i utredningsfase for forlenget Fløyfjelltunnel	54
8.2. Fravik for Fløyfjelltunnelen sør	55
9. Grunnerverv	56
Vedlegg	57
Referanser	58

1. Fløyfjelltunnelen sør

I forbindelse med planlegging av Bybanen fra sentrum til Åsane er det vedtatt å forlenge Fløyfjelltunnelen til Eidsvåg. Fløyfjelltunnelen vil fra koblingspunktet og nordover til Eidsvåg få tunnelprofil T9,5 og fullgod standard.

Fra koblingspunktet og sørover (Fløyfjelltunnelen sør) har eksisterende tunnel et smalt tunnelprofil, ca. T8, og det er behov for å oppgradere tunnelen iht.

tunnelsikkerhetsforskriften. Planleggingen har en viktig målsetting om mulighet for tovegsregulering i ett av løpene i hovedsak ved planlagte stengninger, som er ett særs viktig tiltak for å redusere trafikkbelastning gjennom Bergen sentrum. Dersom ett løp stenges, skal det andre løpet kunne ha tovegstrafikk. Det vil redusere behovet for å bruke Bergen sentrum som omkjøringsveg. For å oppnå denne målsettingen må eksisterende del av tunnelen utvides fra tunnelprofil ca. T8 til T9,5 og oppgraderes til fullgod standard slik som forlenget del.

Strekningen Fløyfjelltunnelen sør omfatter bygging av to nye tunnelløp på østsiden av dagens nordgående løp. Lengde på ny tunnel blir ca. 2,5 km fra Nygårdstangen i sør til grensesnitt mot forlenget del i Sandviken. Begge portalene i sør skal beholdes, og nytt nord- og sørgående løp kobles mot eksisterende tunneler/ portaler i sør.



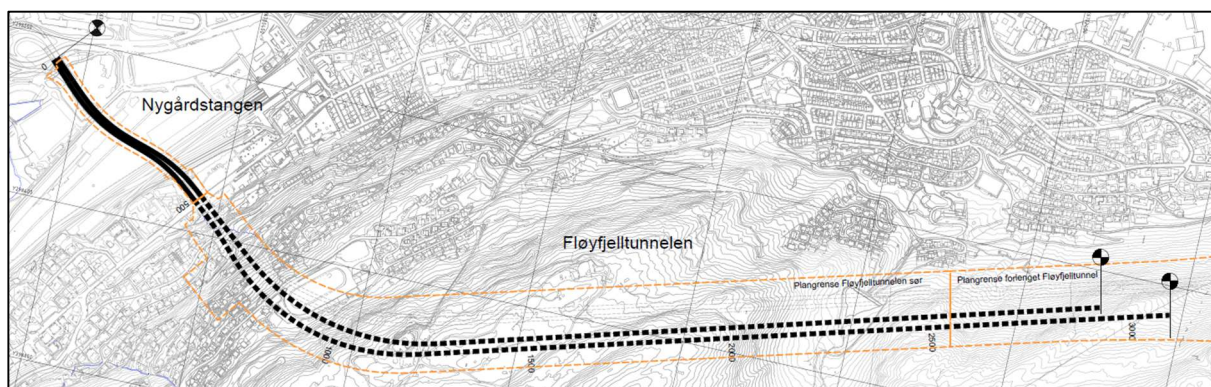
2. Forutsetninger og grunnlag

2.1. Formål med reguleringsplanen

Formålet med denne reguleringsplanen er å utvide og oppgradere Fløyfjelltunnelen sør slik at den får fullgod standard, slik som Fløyfjelltunnelen forlenget del fra Sandviken til Eidsvåg. Da vil ny komplett Fløyfjelltunnel få fullgod standard på hele strekningen fra Nygårdstangen til Eidsvåg.

2.2. Planavgrensning

Plangrensen i nord er lagt like sør for nye ramper til Sandviken. Rampene til Sandviken reguleres som del av forlenget Fløyfjelltunnel i bybaneprosjektet. I sør er planavgrensningen lagt til starten av broene/ viaduktene på Nygårdstangen.



Figur 2-1. Planavgrensning.

2.3. Tilgrensende prosjekt; E39 Fløyfjelltunnelen forlengelse til Eidsvåg og Anleggstunnel fra saltimporttomten

Formålet med reguleringsplanene er å legge til rette for forlengelse av Fløyfjelltunnelen mellom Sandviken og Eidsvåg.

Fløyfjelltunnelen forlengelse til Eidsvåg [1] omfatter:

Fløyfjelltunnelen forlenget del til Eidsvåg, planid 65840000

- To nye tunneltuber på rundt 2,8 km fra Sandviken til Eidsvåg og går videre med fire felt i dagen og kobles til dagens E39 ved Selviktunnelen
- Tunnelrampekryss i fjell med tilknytning til lokalveiveinettet i Sandviken. 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 med rampetunneler til Fløyfjelltunnelen mot sør og god tilgjengelighet til lokalveiene i Sandviken.
- Ny kryssløsning i Eidsvåg med sørvendte ramper i fjell mot Fløyfjelltunnelen. Nordvendt avkjøringsrampe i dagsonen i Eidsvåg og nordvendt påkjøringsrampe som starter i dagsonen i Eidsvåg og går gjennom utvidet Selviktunnel og kobler seg på E39 i Øvre Ervik.

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.

Planen for forlenget tunnel omfatter ikke oppgraderingen av dagens tunnel. Grensesnittet mellom planene går inne i fjell sør for tunnelrampekryss til Sandviken.

Anleggstunnel fra saltimporttomten [2] omfatter:

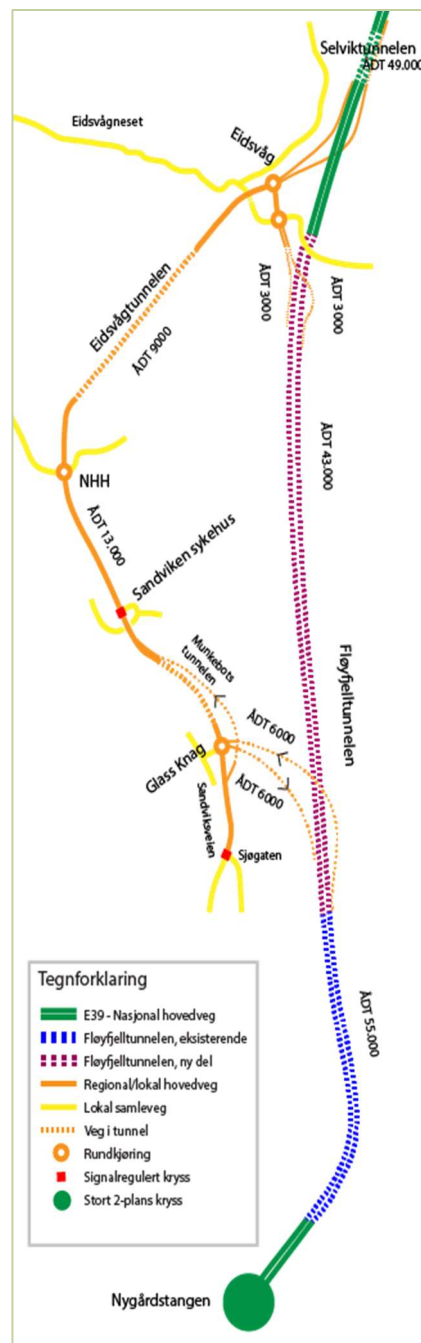
Reguleringsplan Fløyfjelltunnelen - Rigg- og anleggsområde, planid 70670000

I forbindelse med regulering av Bybane til Åsane og forlengelse av Fløyfjelltunnelen er det utarbeidet en egen reguleringsplan som legger til rette for bygging av anleggstunnel fra Fløyfjelltunnelen til saltimporttomten og bruk av saltimporttomten i Sandviken som rigg- og anleggsområde.

2.4. Trafikk

I Trafikkplan sentrum er det laget prognoser for biltrafikken i 2040 [4]. 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 2-2* viser tall for trafikkfase 2. Dette gir mest trafikk i Fløyfjelltunnelen og er derfor brukt som planleggingsgrunnlag.

I 2040 viser disse prognosene en trafikk på 55 000 ÅDT (gjennomsnittlig biler pr døgn) i Fløyfjelltunnelen sør, 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 2-2. Trafikkprognose for 2040 med Torget stengt for biltrafikk og nullvekst i biltrafikken.

2.5. Risikoanalyse

Det er gjennomført en risikoanalyse av trafikksikkerheten i Fløyfjelltunnelen 17. desember 2021 [10]. Formålet med risikoanalysen er å belyse risikobildet i ferdig bygget Fløyfjelltunnel som helhet og gi beslutningsstøtte om tiltak for risikoreduksjon og utforming av tunnelen.

Det er gjort en vurdering av spesielle farlige forhold for tunnelen, før en risikovurdering av ti uønskede hendelser er gjennomført. Vurderingen i denne risikoanalysen er i hovedsak basert på tunnelens særtrekk, registrerte ulykker, TUSI-beregninger og innspill fra deltakerne under analysemøtet.

Risikovurderingen viser at toløpstunnelen har et moderat risikonivå, hvor alle hendelsene er i oransje/gul sone. Dette vurderes hovedsakelig å være en følge av at tunnelen er en byttunnel med høyt trafikkarbeid. Sikkerhetsnivået i tunnelen vurderes å være høyt, og vil utgjøre en forbedring sammenliknet med dagens sikkerhetsnivå i den eksisterende tunnelen.

Utforkjøring og feltskifteulykke er hendelsene med høyest risiko. Det er foreslått risikoreduserende tiltak for flere av de identifiserte hendelsene.

Risikoreduserende tiltak identifisert gjennom analysemøtet er vurdert og foreslått basert på en overordnet vurdering av effekt.

For Fløyfjelltunnelen er følgende tiltak anbefalt:

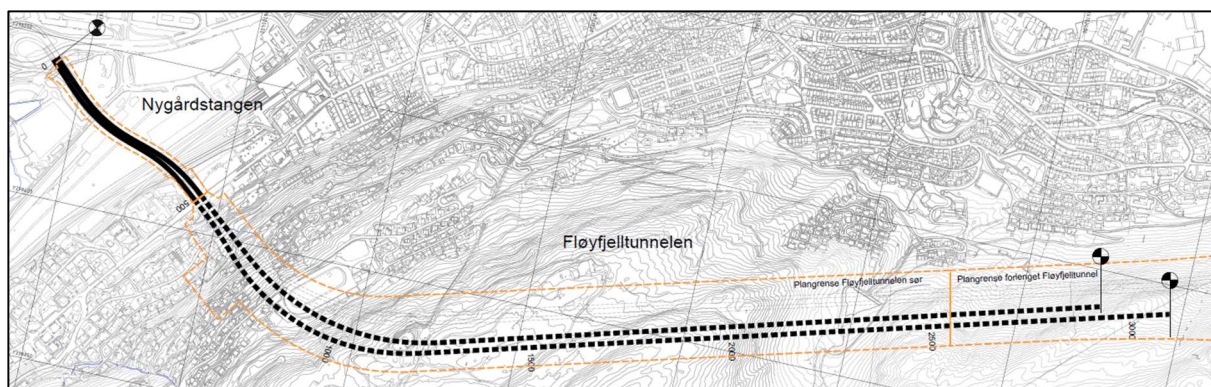
- Utvidelse av fartsgrensesone 60 km/t i sørgående retning til innenfor portal på Nygårdstangen
- Stoppblinksignal i kombinasjon med skilt for feil kjøreretning ved ramper
- Kødetektering og -varsling med variable skilt
- Utbedre portalområdet ved Nygårdstangen
- Tydelig skilting inn mot og i avkjøring til rampe
- Optimalisere plassering av havarilommer ved ramper
- Bergingsbil under byggearbeider med kort utrykningstid til tunnelen anbefales vurdert

3. Tunnelutforming, innredning og elektro

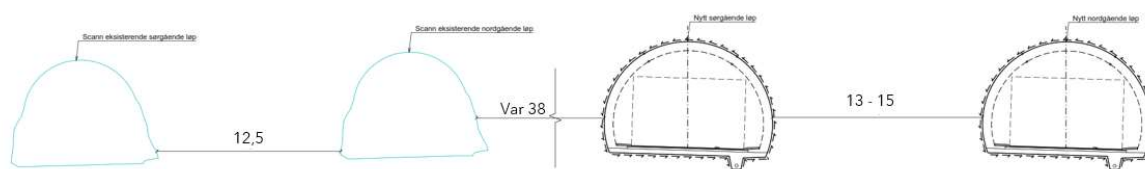
3.1. Hovedtrekk

Fløyfjelltunnelen sør skal oppgraderes over en lengde på ca. 2,5 km. Dette gjøres ved at en bygger to nye løp øst for dagens to løp. I sør kobles de nye løpene mot eksisterende tunneler/ portaler ved Nygårdstangen:

- Nytt nordgående løp
 - Kobles mot eksisterende østre portal på Nygårdstangen
 - Overgangssone i fjell nord for portal, går direkte ut fra eksisterende nordgående løp og videre parallelt på østsiden
- Nytt sørgående løp
 - Kobles mot eksisterende vestre portal på Nygårdstangen
 - Overgangssone i fjell nord for portal, går først ut fra eksisterende sørgående løp, så gjennom eksisterende nordgående løp og videre parallelt på østsiden
- De to eksisterende løpene stenges for trafikk etter overgangssonene



Figur 3-1. To nye løp øst for dagens to løp.



Figur 3-2 Eksisterende Fløyfjelltunnel (lyseblå linjer til venstre) og nye normalprofil (til høyre) sett mot nord. Stabbebredde mellom nye løp blir generelt ca. 13 - 15 m på langstrekket.

3.2. Plan

Nordgående løp

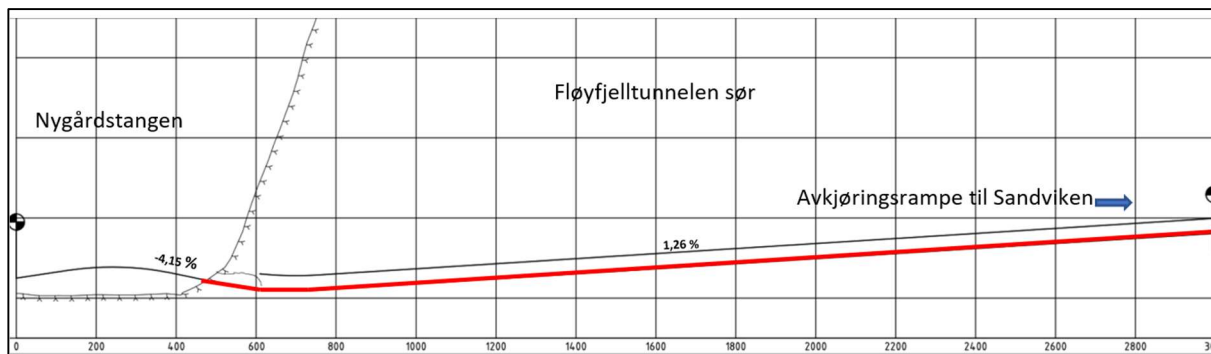
Tegningsnummer	C001 - C005
Lengde	2595 m (tunnelløp)
Fartsgrense	80 km/t
Feltbredde	3,25 m
Havarinisje	3 m
Skulderbredde	0,5 m
Bankett	1 m
Maksimal stigning	1,26 %
Minimums horisontalkurvatur	500 m
Sikt	150 m
Tunnelklasse	F
Tunnelprofil	9,5 m

Sørgående løp

Tegningsnummer	C011 - C014
Lengde	2385 m (tunnelløp)
Fartsgrense	60 - 80 km/t
Feltbredde	3,25 m
Havarinisje	3 m
Skulderbredde	0,5 m
Bankett	1 m
Maksimal stigning	1,27 %
Minimum horisontalkurvatur	550 m
Sikt	150 m
Tunnelklasse	F
Tunnelprofil	9,5 m

3.3. Lengdeprofil

Fløyfjelltunnel sør har et lavbrekk ved Nygårdstangen og tunnelen har et høybrekk i forlenget del like nord for rampene i Sandviken.



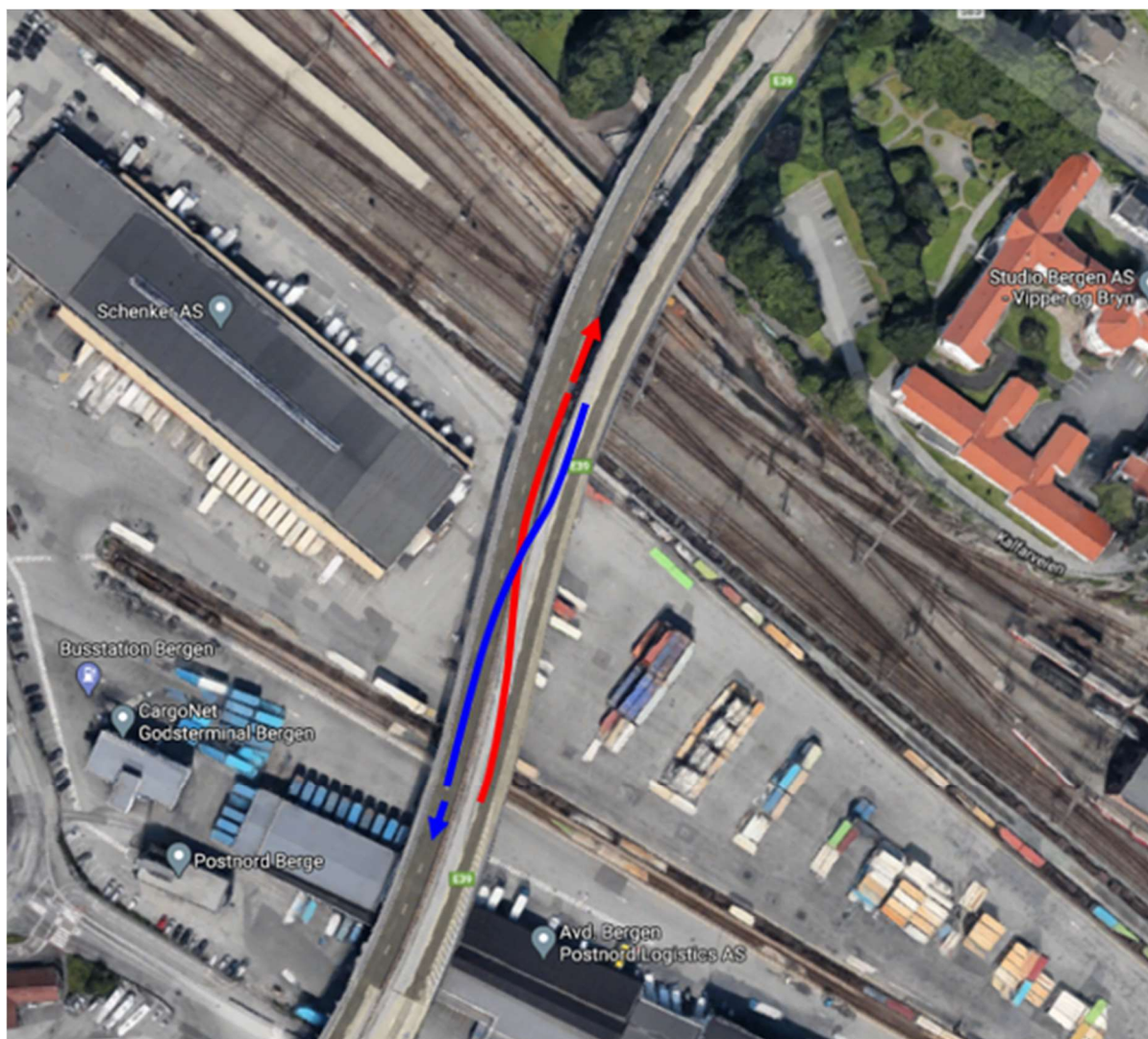
Figur 3-3. Skisse av lengdeprofil for Fløyfjelltunnelen sør

3.4. Tovegstrafikk i ett løp

Samtidig som Statens vegvesen forlenger Fløyfjelltunnelen nord for dagens tunnel for å legge til rette for bygging av ny Bybane til Åsane, er det ønsket å få til en mulighet for tovegstrafikk i det åpne løpet ved planlagte stenginger i tunnelen. Hensikten er å redusere sårbarheten i vegsystemet og samtidig skjerme Bergen sentrum for gjennomgangstrafikk. Fartsgrensen ved tovegsregulering er foreslått til 60 km/t i tunnelen.

For å kunne ha tovegstrafikk i ett løp når det andre løpet er stengt, må det etableres mulighet for kryssing gjennom midtdeler i dagen før tunnelen, for å lede trafikken fra det ene løpet over til det andre.

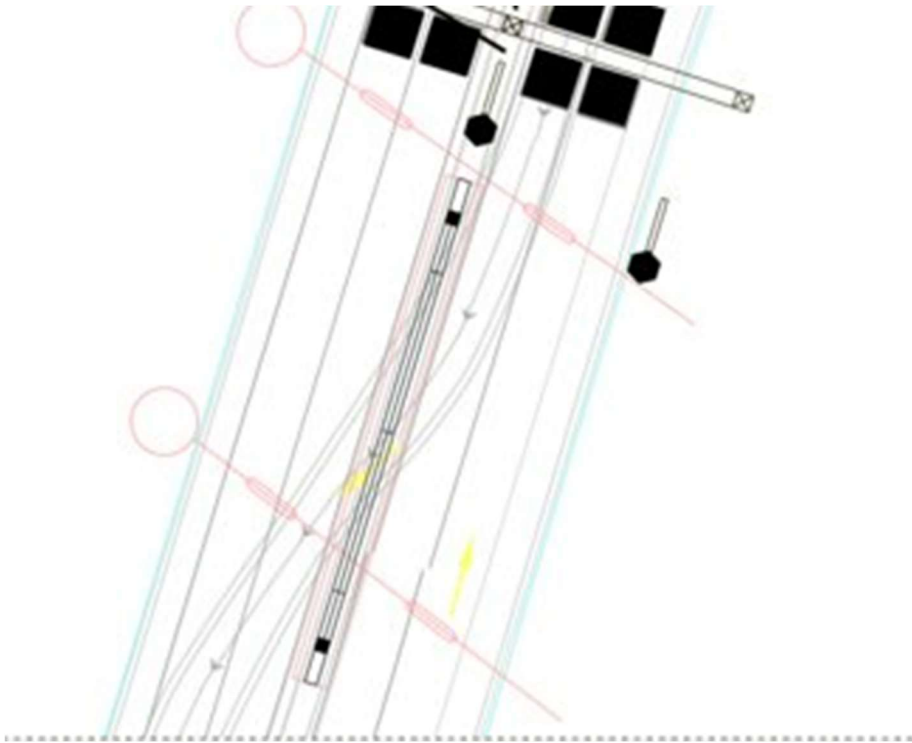
Avvikling av tovegstrafikk i ett løp vil være et tiltak i hovedsak ved planlagte stengninger. Trafikale utfordringer i Bergen sentrum på dagtid vil være som tidligere dersom det skulle oppstå hendelser i Fløyfjelltunnelen.



Figur 3-4 Prinsipp for kryssing mellom viaduktene.

I dagsonen på Nygårdstangen løses dette ved å ha en Oslobom i midtdeleren som kan åpnes ved behov. Denne løsningen er valgt på grunn av knapt areal mellom kjøreretningene. Oslobommen fungerer som rekkverk ved normalsituasjon, og åpnes ved behov for tovegsregulering eller ved beredskapsbehov.

Før krysningsfeltet på Nygårdstangen settes farten ned til 40 km/t.



Figur 3-5. Prinsipp for kryssing av midtdeler – Nygårdstangen



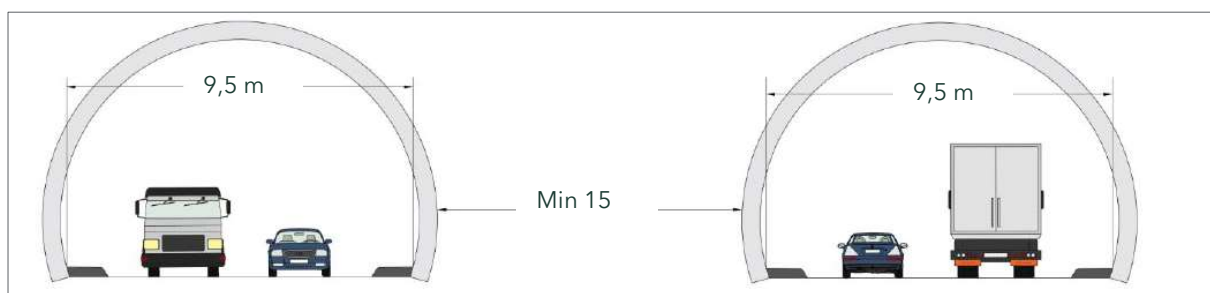
Figur 3-6. Oslobommen.

Systemet for tovegstrafikk utarbeides i henhold til Statens vegvesen sine retningslinjer for trafikkstyringssystemer på veg [14].

3.5. Tunnelprofil

3.5.1. Tunnelklasse

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



Figur 3-7. Tunnelklasse F, prinsipp etter Håndbok N500.

Vegstandarden i Fløyfjelltunnelen skal være som i dag, vanlig fire-feltsveg med forbud mot saktegående kjøretøy.

Eventuell oppgradering av vegstandarden til motortrafikkveg eller motorveg avklares videre i prosjekteringsfasen, når det utarbeides detaljerte skiltplaner.

3.5.2. 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 ventilasjonssjakter med åpning ved Sandviksbatteriet og på Fløyfjellet.

I samråd med Statens vegvesen og godkjent fravikssøknad er det valgt å benytte 2 x T9,5 tunnelprofil for hovedløpene (er godkjent fravik på forlenget del). 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
- Sløkkevann
- 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.

Havarinisjer utformes standard med 30 meters lengde 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. Tverrforbindelsene utformes med maksimum 5% stigning og med fast dekke. Tunnelprofil T4 benyttes med avsatt plass til berg- og vannsikring.

3.6. Innredning og utrustning av tunnelen

3.6.1. 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.

I overgangssonene mellom nye løp og eksisterende tunnel/ portaler i sør vil det benyttes betongvegger i kombinasjon med sprøytebetonghvelv for å tette bergrommene mellom

løpene. Betongveggene må trekkes tilstrekkelig langt bak for å få plass til veggelement mot trafikkrom.

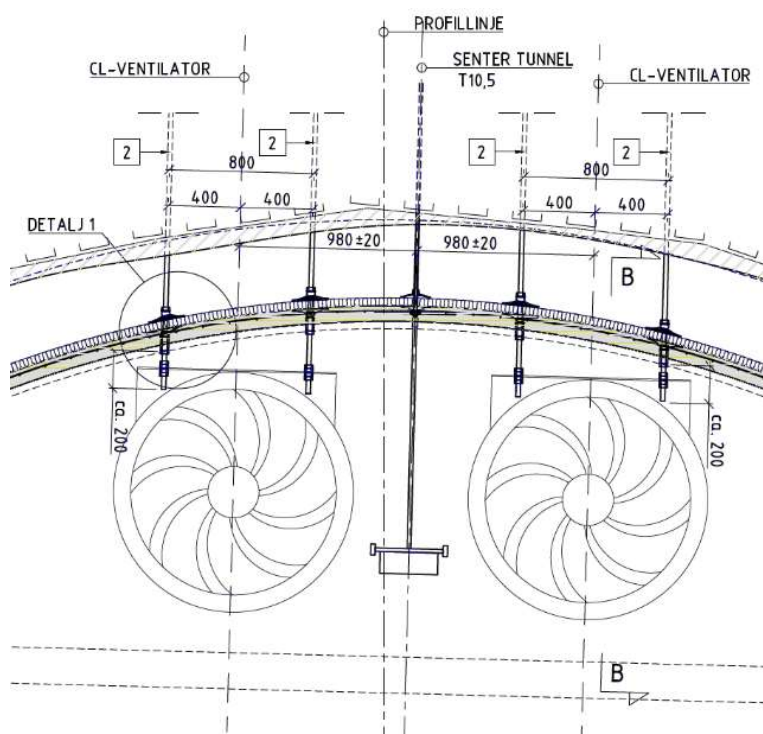
3.6.2. Ventilasjon og luftforurensning

3.6.2.1 Ventilasjon

Ventilasjonsløsningen for Fløyfjelltunnelen må prosjekteres samlet for hele tunnelsystemet. Ventilasjonsanlegget må derfor behandles som en helhet, dvs. inkludere hele tunnelsystemet med forlengelsen til Eidsvåg og alle ramper.

Tunnelløpene ventileres med kjøreretningen både ved drift og brann. Sørgående løp ventileres ut portalen på Nygårdstangen. Nordgående løp ventileres ut gjennom forlenget Fløyfjelltunnel og ut portalen i Eidsvåg.

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.



Figur 3-8 Prinsipp for innfesting av ventilatorer og kabelstige i heng.

Driftsventilasjon

I normal drift vil stempeleffekten fra trafikken gi ventilasjon med kjøreretningen i tunnelen. I perioder med mye trafikk og kø, kan det være behov for at impulsiftene i hengen benyttes for å øke ventilasjonshastigheten.

Nordgående løp ventileres mot forlenget Fløyfjelltunnel. Forurensning produsert fra trafikken i tunnelen blir da ventilt ut portalen på Eidsvåg, eller ut gjennom fremtidig ventilasjonstårn i Eidsvåg. Dette ventilasjonstårnet etableres i forbindelse med forlenget Fløyfjelltunnel.

Sørgående løp ventileres ut portalen på Nygårdstangen. På grunn av forlengelsen av Fløyfjelltunnelen vil luftkvaliteten i sørgående løp bli dårligere enn i dagens situasjon. Forurensning fra bilene i fremtidig forlengede sørgående løp, og påkjøringsrampene tilknyttet sørgående løp, kommer da i tillegg til forurensingen som produseres på strekningen i dag.

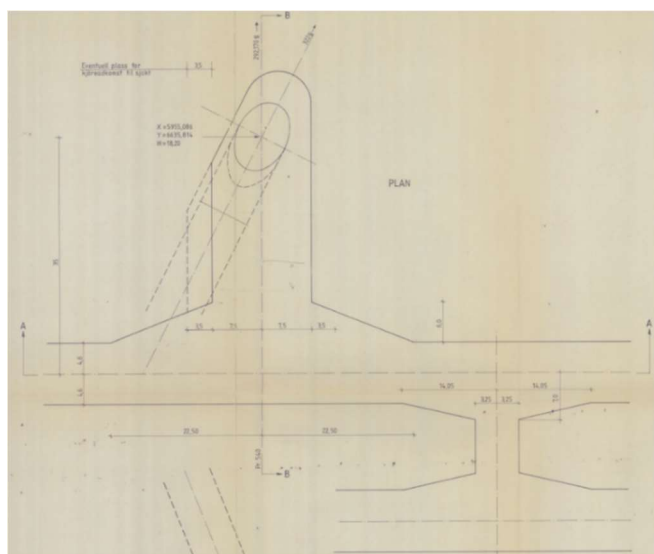
Ventilasjonstårn

For å redusere utslippet fra tunnelportalen benyttes ventilasjonstårn. Dette er et tiltak for å forbedre luftkvaliteten i området utenfor tunnelportalen. Den forurensede luften fra tunnelen trekkes da av og ventileres ut ventilasjonstårnet istedenfor å spres utenfor tunnelportalen på bakkenivå. Eksisterende ventilasjonstårn på Fløyen kan benyttes for effektivt å begrense utslippet av forurenset luft fra tunnelportalen.

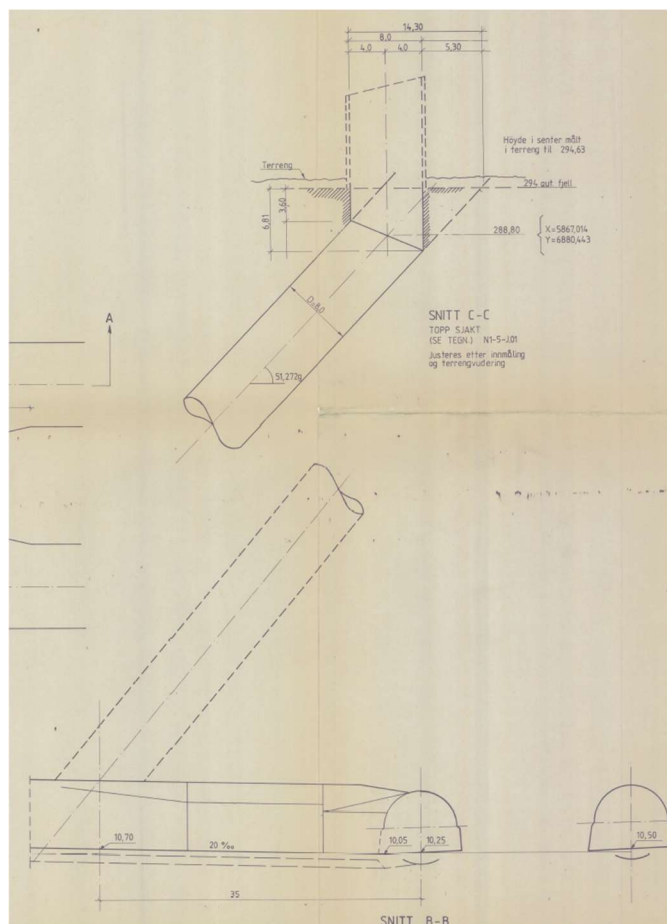
Ved bruk av eksisterende ventilasjonstårn på Fløyen, slik det er utformet i dag, viser simuleringer at det da vil gi for dårlig luft i bakkenivå rundt ventilasjonstårnet. Dette skyldes at forlenget tunnel gir høyere konsentrasjon av forurensning i tunnelluften enn for dagens situasjon. For å gi akseptabel luftkvalitet i bakkenivå rundt ventilasjonstårnet på Fløyen, er det identifisert to mulige alternativer: (1) Gjøre eksisterende ventilasjonstårn på Fløyen høyere, eller (2) gjenbruk av ventilasjonstårnet i Sandviken som ventilasjonstårn tilknyttet sørgående tunnellop.

Det eksisterende ventilasjonstårnet på Fløyfjelltunnelen er ca. 10 m høyt. Med forlenget Fløyfjelltunnel og drift av ventilasjonstårn 16 timer i de verste døgnene, vil utslippet av støv fra ventilasjonstårnet være større enn dagens situasjon. 10 m høyt ventilasjonstårn vil gi rød sone rundt ventilasjonstårnet i henhold til T-1520. Kravet til støvkonsentrasjon i forurensingsforskriften vil også bil overskredet. Dersom kun ventilasjonstårnet på Fløyen skal benyttes, anbefales det derfor at ventilasjonstårnet gjøres høyere. Foreløpig vurdering av nødvendig høyde tilsier at total høyde på ventilasjonstårnet bør være 25 m.

Ved bruk av ventilasjonstårn i Sandviken i tillegg til ventilasjonstårnet på Fløyen, kan inntil 40-45 % av forurensningen trekkes av i ventilasjonstårnet i Sandviken. Hvor mye av forurensningen som trekkes av i Sandviken vil være avhengig av hvor stor andel av tiden ventilasjonstårnet er i drift. Dersom ventilasjonstårnet i Sandviken driftes i parallell med ventilasjonstårnet i Fløyen, vil utslippet fra ventilasjonstårnet i Fløyen bli tilsvarende det utslippet er i dag før tunnelen blir forlenget til Eidsvåg. Plantegning og snitt av eksisterende ventilasjonstårn på Fløyen vises på **Figur 3-9** og **Figur 3-10**. Avstanden fra ventilasjonstårn til tunnelportal er ca. 545 m. Dokumentasjon for ventilasjonssjakten angir et tverrsnittsareal på 50 m². Diameter og plassering i forhold til tunnelportalen gjør at eksisterende ventilasjonstårn kan benyttes også når tunnelen forlenges til Eidsvåg.

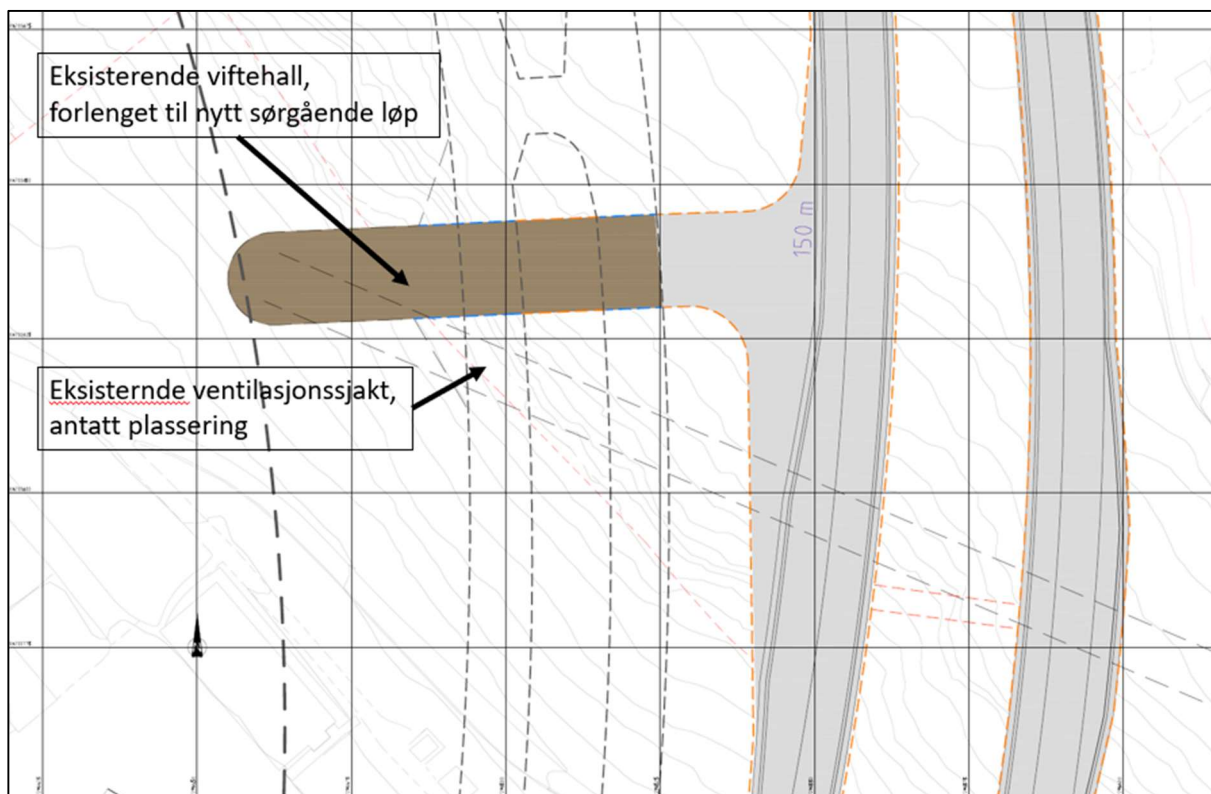


Figur 3-9: Plantegning av eksisterende ventilasjonstårn tilknyttet sydgående tunnellop.



Figur 3-10: Snitt av eksisterende ventilasjonstårn tilknyttet sydgående tunnellop.

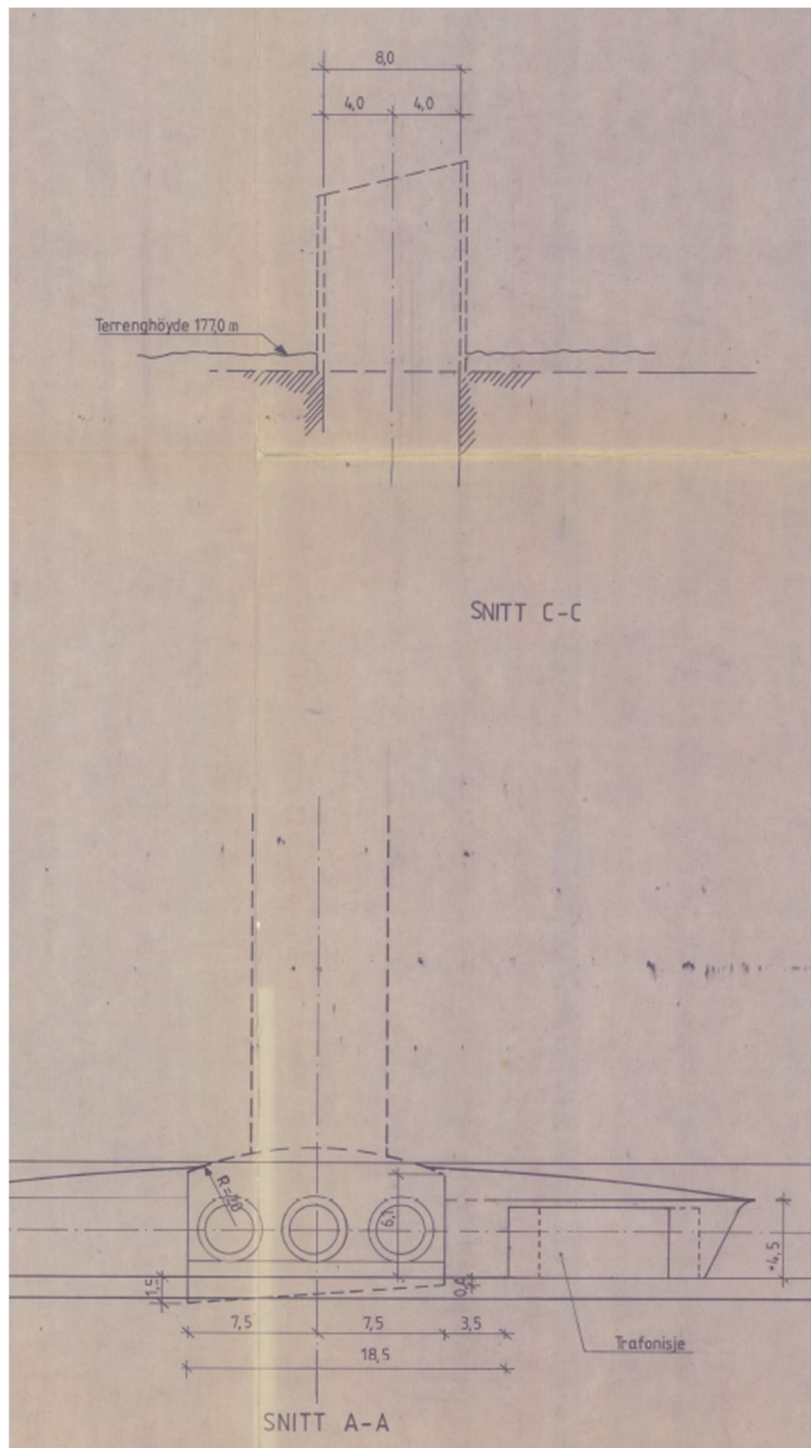
Det er ikke gjennomført befaring eller gjort vurdering av teknisk tilstand eller kapasitet på eksisterende avtrekksvifter i søndre løp. Eksisterende tegninger viser tre sjaktvifter. Avtrekkskapasitet og teknisk tilstand til eksisterende vifter er ikke kjent. Stollen for avtrekksviftene må forlenges som følge av at sørgående løp flyttes øst for dagens nordgående løp i dette området. Basert på dette forventes det å kunne etablere løsning for sjaktvifter med tilstrekkelig avtrekkskapasitet.



Figur 3-11 Flyttet sørgående løp og forlenget viftehall.

Som følge av forskyving av sørgående løp må viftehallen forlenges gjennom eksisterende løp til nytt løp. Figur 3-11 viser prinsipp for forlengelse av ventilasjonshall. Nye betongvegger etableres i ny stoll slik at luften trekkes av fra nytt sørgående tunnellop og frem til eksisterende sjakt.

Figur 3-12 viser eksisterende ventilasjonstårn i Sandviken som i dag er tilknyttet nordgående tunnellop. Tilgjengelig tegningsdimensjoner angir at tverrsnittsarealet i sjaket er ca. 50 m². Sjakten er tilstrekkelig stor for å kunne fungere effektivt som ventilasjonstårn tilknyttet sørgående løp. Dersom dette ventilasjonstårnet skal gjenbrukes tilknyttet sørgående løp, må det etableres en kobling fra sørgående løp til sjakten. Denne forbindelsen må ligge før pårampen i Sandviken (sett med kjøreretningen i sørgående løp).



Figur 3-12: Snitt av eksisterende ventilasjonstårn i Sandviken.

Brannventilasjon

På grunn av rampene på tunnelen i Sandviken 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 iverksettes.

I henhold til håndbok N500 skal det i tunnelklasse F dimensjoneres for en ventilasjonshastighet på minst 4,5 m/s ved 100 MW brann. Ved brann benyttes ikke ventilasjonstårnene, men røyken ventileres ut tunnelportal.

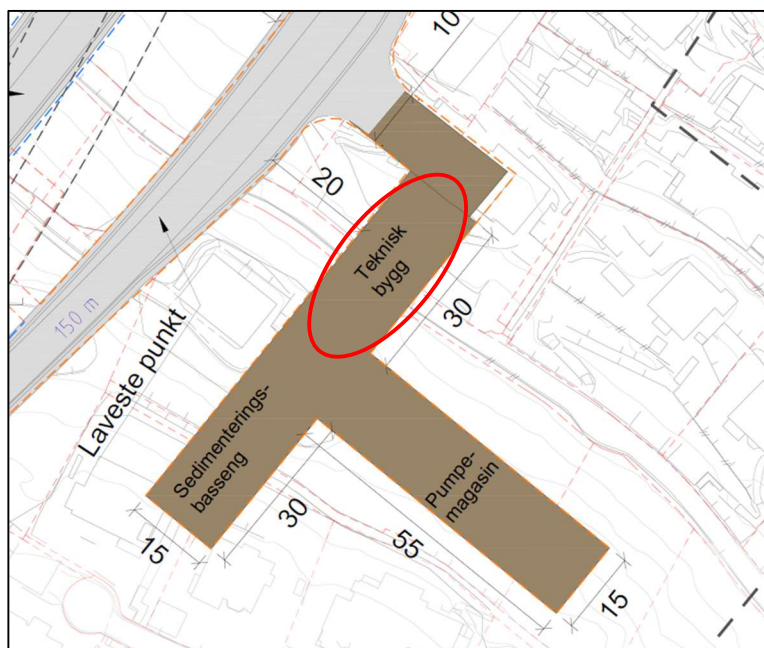
Ventilasjonsretning for driftsventilasjon og brannventilasjon er med normal kjøreretning i tunnelløpet. I avvikssituasjon opprettholdes den samme ventilasjonsretningen både for driftsventilasjon og brannventilasjon. For å legge til rette for rømning nedstrøms brann, både ved toveigtrafikk i ett løp og i situasjon med kø normal drift, kan det vurderes å legge inn lav oppstartshastighet for brannventilasjon.

3.6.3. Teknisk bygg 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 ved Nygårdstangen (plassert inne i tunnel ved første havarinisje på nordgående løp) som del av planen for E39 Fløyfjelltunnelen sør. Det vil også etableres et tilsvarende bygg i nærheten av tunnelpåhugget på Eidsvåg som del av Fløyfjelltunnelen forlenget del (Bybaneprosjektet).

For de fulle byggene er det i håndbok N500 gitt innvendig minimumareal for tekniske rom, som totalt utgjør 115 m². Antall tekniske rom i tunnelen etableres etter behov og hensyn til fremtidig utskiftning og utvidelser. Ut fra krav til brannsikkerhet skal tekniske bygg bygges i betong. Dører til tekniske rom skal ha brannmotstand EI 60 [16]. Hvert av rommene i tekniske bygg skal være egne brannceller.

Stoll for det fulle tekniske bygget har et behov for bredde på ca. 11-12 meter og lengde ca. 30 meter, sprengningsprofil ca. 80 m². Tverrstollen til tekniske bygg og rom utformes med rette vegger og hengradius med avsetning til berg- og vannsikring. I Fløyfjelltunnelen sør (portal Nygårdstangen) blir det etablert felles fjellhall for pumpemagasin, sedimenteringsbasseng og teknisk bygg for tunnel.



Figur 3-13 Planlagt teknisk bygg i fjellhall i sør

3.6.4. Strøm og styring

Forlengelsen av tunnelen vil utløse krav til strømforsyning som er redundant. Dette løses ved at det føres høgspenkabel gjennom tunnel fra Eidsvåg til Nygårdstangen i nytt nordgående løp. Denne går innom alle tekniske rom pr. 1000 - 1500 meter. Nødkiosker, ledelys og belysning samt signalanlegg forsynes fra tekniske bygg, avhengig av plassering i tunnelen. Det blir god mobiltelefon og DAB dekning i hele tunnelen.

Ved portalområdet i Eidsvåg må det hentes kapasitet på 11 kV nettet fra Jordal sekundærstasjon til BKK. Det vil bli store omlegginger av høyspentnettet i Eidsvåg og dette krever konsesjonssøknad, som igjen har lang behandlingstid hos NVE.

På Nygårdstangen er det kapasitet i 11 kV nettet, men må planlegges i detaljfasen. Effektbudsjett vil bli utarbeidet og må sees i sammenheng med eksisterende Fløyfjelltunnel. Noe av kapasitet kan hentes som i dag med borehull til Sandviken trafostasjon.

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 føringsveier og installasjoner skal utføres med blant

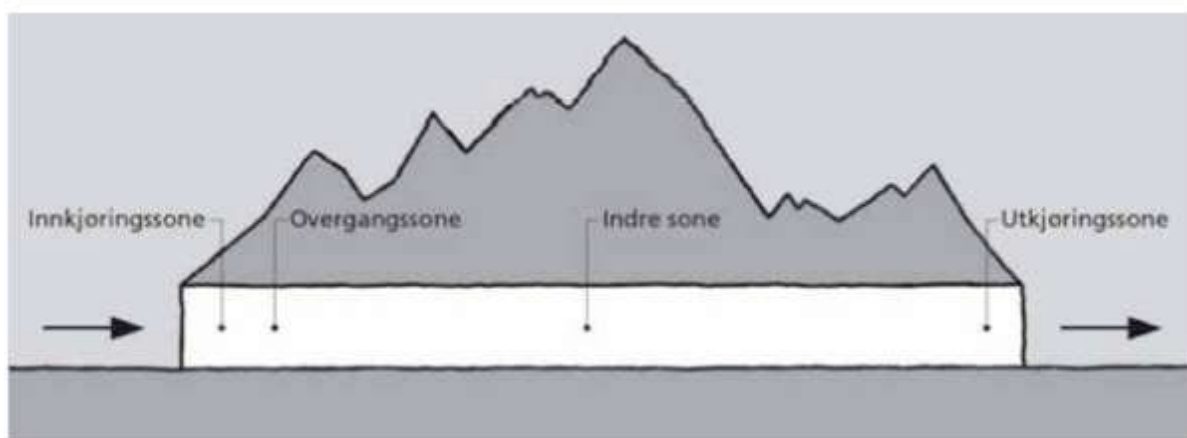
annet separasjon av kabler, brannkonsept og reservekapasitet slik at det elektriske anlegget blir robust med mulighet for oppetid også ved avvik og vedlikehold.

Anleggstunnel fra saltimporttomten, som ligger inne i Fløyfjelltunnelen forlenget del, skal i deler av anleggsfasen også benyttes til Fløyfjelltunnelen sør. Anleggstunnelen blir drevet fra saltimporttomten og det er avklart med BKK at det finnes kapasitet til 3 MW for rigg og drift. Etterbruk av anleggstunnel til føring av høgspent kan være alternativ til redundans av strømforsyning. Krav om lading og elektrifisering av anleggsdrift vil utløse ytterligere 3 MW og kreve ny 11 kV trase fra Sandviken trafostasjon.

3.6.5. 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.

Kravene til luminans og luminansjevnhet mot kjørebane ivaretas i detaljfasen og ved lysberegninger. Det må også utføres Febdok kortslutningsberegninger for alle kabler og tas hensyn til adaptjonsluminans i detaljfasen.



Figur 3-14 Inndeling av tunnelsoner for overgang fra dagslys utenfor tunnelen til mørke inne i tunnelen.

3.6.6. Skilt og kjørefeltsignaler

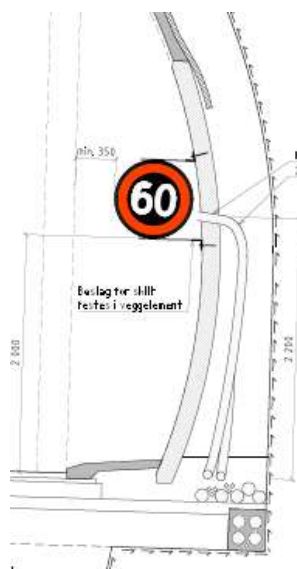
Skilting ved Nygårdstangen og i ny Fløyfjelltunnel vil omfatte følgende skilttyper og signaler:

- Fareskilt (100-serien)
- Fartsgrenseskilt (360-serien)
- Skilt for regulering eller bruk av kjørefelt (530-serien)
- Skilt for automatisk trafikk kontroll (556-serien)
- Havarilommeskilt (555-serien)
- Opplysningstavle (560-serien)
- Nødutgangsskilt for tunnel (570-serien)
- Skilt for nødtelefoner, brannslukker 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 og tunnelens tverrsnitt på samme tid.

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 krav om 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 60cm. Større skilt medfører at kanten av skiltet kommer for nær vegbanen, som kan skape farlige situasjoner ved at kjøretøy, spesielt speil fra store kjøretøy, kan treffe disse. Se *Figur 3-15*.



Figur 3-15. Eksempel på sideplassert 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 tovegstrafikk i ett av tunnellopene skal flere typer skilt i tunnelen være lesbare i begge kjøreretninger. Alle kjørefeltsignaler dobles slik at de 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. Tovegstrafikk i tunnellopene medfører at hovedløpene må ha slike skilt i alle tunnelmunningene. Ved tovegstrafikk i ett av tunnellopene ledes trafikken over i motsatt kjørebane. Det skiltes med lavere fart, endret kjøremønster, fareskilt, tovegstrafikk, hindermarkeringer og med kjørefeltsignal over kjørefeltene.

3.6.7. Signalanlegg og stengebommer

Ved tunnelportalene skal det monteres røde stoppblinksignaler med tilhørende underskilt. Disse skal plasseres på hver side av kjørebane. I tilknytning til disse stoppblinksignalene skal det også etableres stengebommer. Stengebommer skal være med påmontert hindermarkeringsskilt og blinkende lyssignal. Bommene skal være automatisk styrte. Eksempel på stengebommer ved hovedtunnelen med to kjørefelt er vist på *Figur 3-16*.



Figur 3-16 Eksempel på stengebom ved tunnelportal.

3.7. Brann og rømning

Brannsikkerheten i prosjektet skal tilfredsstillende de løsninger som følger av Håndbok N500 [15]. Det er gjennomført risikoanalyse i tråd med Statens vegvesen sine krav [10]. Det er ikke avdekket farer som ikke er dekket av de sikkerhetstiltak som følger av håndboken.

Det etableres nye tverrforbindelser mellom de nye løpene. Slik at avstanden mellom nødutgangene maksimalt blir 250 m.

3.8. Støy

Det er utført en støyvurdering etter retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging, T-1442/2021 [5].

Reguleringsplanen for Fløyfjelltunnelen sør medfører for dagsonen en tovegsregulering i ett løp, slik at man kan benytte tovegstrafikk i hovedsak ved planlagte stengninger/vedlikehold. I tillegg reduseres fartsgrensen fra 80 km/t til 60 km/t i sørgående retning i dagsonen.

Selv om reguleringsplanen for Fløyfjelltunnelen sør i seg selv ikke vil bidra til økt støynivå, vil trafikken på E39 øke som følge av tilstøtende prosjekter i forbindelse med bybaneprosjektet og Trafikkplan sentrum. Det er derfor utført en beregning av hvor mye vegtrafikkstøyen vil endres som følge av denne trafikkøkningen [11]. Ser man kun på bidraget fra E39 Fløyfjelltunnelen sør vil støyen gå noe ned, med inntil ca. 0,5 - 1,5 dB. Dette er på grunn av at fartsgrensen settes ned fra 80 km/t til 60 km/t i sørgående retning i dagsonen.

Vurderingskriteriet er at dersom omkringliggende veger får økt trafikk som medfører at støynivået på eiendommer med støyfølsom bebyggelse øker merkbart (3 dB eller mer iht. retningslinje T-1442/2021), bør det gjøres tiltak for å redusere støynivået. Trafikkøkningen vil dermed ikke medføre krav om støytiltak for nærliggende støyfølsom bebyggelse.

4. Ingeniørgeologi og hydrogeologi

4.1. Ingeniørgeologi

Tunnelen er planlagt gjennom bergmasse bestående av ulike gneisvarianter med granittisk sammensetning tilhørende Blåmannsdekket, amfibolitt og kvartsitt. Regionalgeologien er preget av skyveforkastninger og tverrgående svakhetssoner. Bergmassen er generelt massiv og kompetent, med stedvis tett oppsprekking og innslag av leire og kloritt på sprekkeflater. Det er kartlagt tre hovedsprekkesett ved ingeniørgeologisk feltkartlegging [6].

Tunnelen er planlagt sikret med konvensjonell sikring som bolter og sprøytebetong. Gjennom svakhetssoner eller områder med dårlig stabilitet forventes det bruk av tynge sikringsmidler som sprøytebetongbuer. Koblingen av nye tunnellop med eksisterende Fløyfjelltunnel vil skje mellom ca. profil 570 til 870 (sørgående løp). Det vil bli partier med relativt store spennvidder i denne overgangssonen som er videre omtalt i kapittel 4.1.1.

Det er ikke forventet særlig utfordrende driveforhold knyttet til bergmassens borbarhet og sprengbarhet. Det må vises sprengningsteknisk varsomhet i områder med liten bergoverdekning og tett bebyggelse, samt i overgangssoner mellom eksisterende tunnellop og nye planlagte løp.

Fløyfjelltunnelen sør er satt til pålitelighetsklasse (RC) 4 på bakgrunn av følgende aspekter:

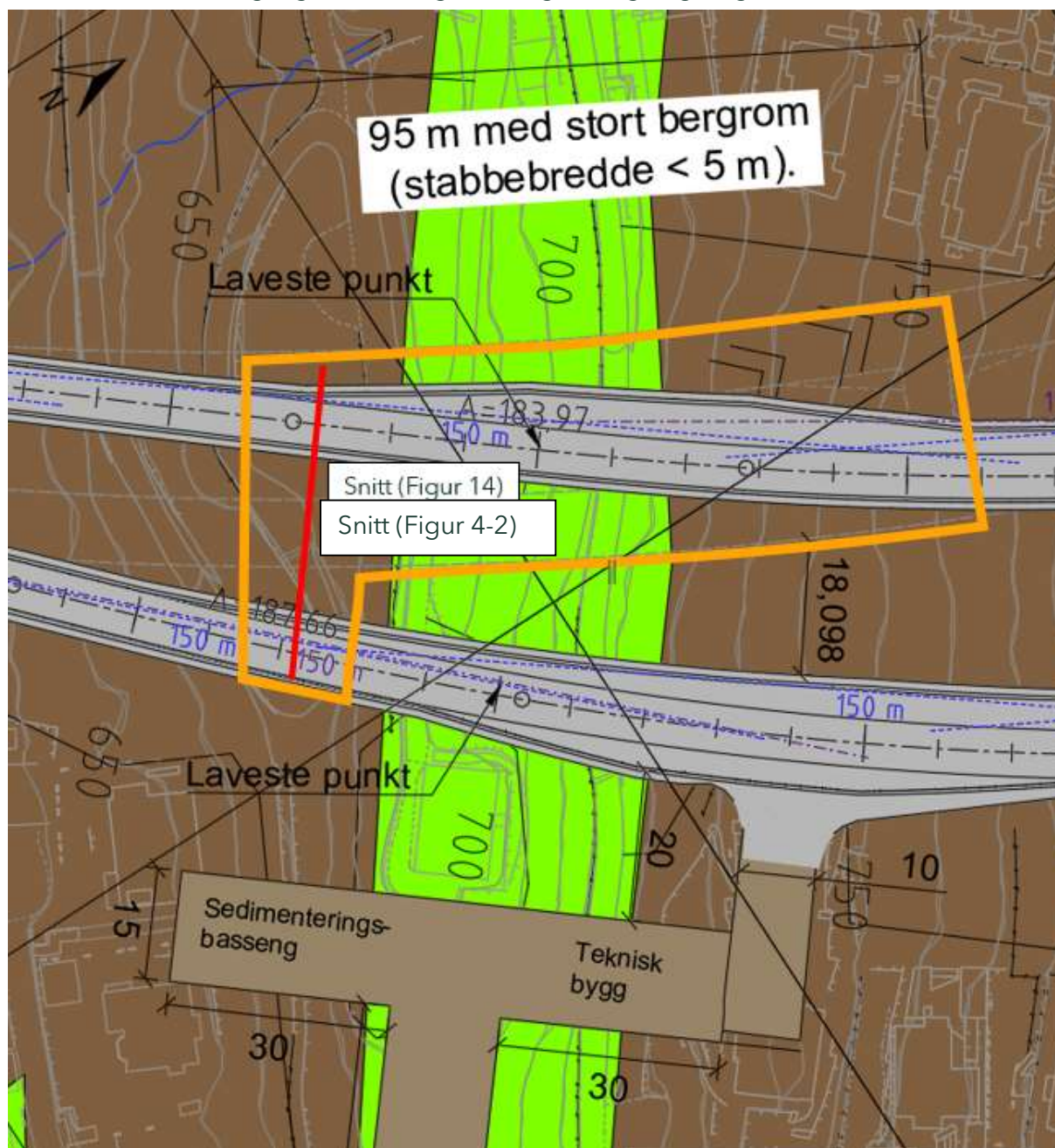
- Nærhet til tettbebygde strøk og byområde.
- Relativt store spennvidder i overgangssonen fra eksisterende til nye løp.
- Nærhet til eksisterende tunnellop som skal være trafikkerte samtidig som driving av nye tunnellop pågår.
- Forholdsvis kjente bergmasseforhold.

4.1.1. Område med stort bergrom i sør

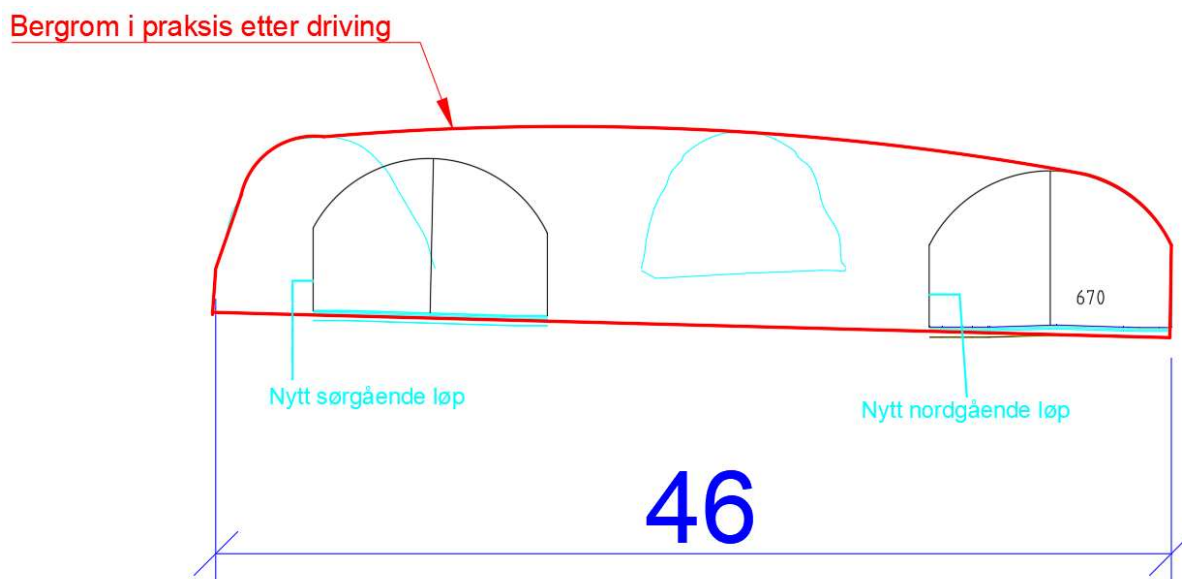
I forbindelse med overgangssonen til nye tunnellop i sør, vil det bli et bergrom med relativt store spennvidder mellom profil 660 – 755 der ca. 95 m vil ha full bredde på generelt ca. 30 m og et kortere parti med bredde på inntil 46 m. Bergsikringen i dette området må dimensjoneres spesielt og bergrommet må dimensjoneres slik at bergmassens selvbærende evne opprettholdes i størst mulig grad. Dette gjelder også for den store fjellhallen for sedimenteringsbasseng og pumpemagasin, samt teknisk bygg.

Det vil bli behov for nattestengninger i forbindelse med arbeidene i overgangssonen. Dette er omtalt i kapittel 7.2.

Se kartutsnitt av overgangssonen i Figur 4-1 og snittegning i Figur 4-2.



Figur 4-1 Overgangssonen mellom profil 660-755 (sørgående løp) med stort bergrom (oransje polygon). Se snittegning langs rød strek i Figur 4-2.



Figur 4-2: Snitt på tvers av senterlinjen i profil 670 i nytt nordgående løp, sett mot nord. Her er bredden på spennvidden 46 m.

4.2. Hydrogeologi

Vannforholdene i de nye tunnellopene forventes å ikke avvike i stor grad fra de eksisterende. Det forventes liten endring i vanninntrengning ved strossing av eksisterende løp i sør, med mindre det påtreffes en hydraulisk konduktiv svakhetssone som ligger tett inntil eksisterende løp. Det ble observert veldig lite lekkasjevann i eksisterende sørgående løp, men det er montert en del PE-skum i begge løp, så det er derfor stedvis usikkerhet knyttet til mengden innlekkasje. Vannlekkasjer i de nye tunnellopene forventes som mindre punktlekkasjer til stedvis hyppige drypp, i sammenheng med sprekker og vannførende svakhetssoner som kan påtreffes.

Driving av to nye tunnellop, vil øke influensområdet til Fløyfjelltunnelen samlet sett, grunnet økt volum av samlet bergrom og større areal hvor vann kan sige inn [6].

Erfaringer fra studier av grunnvannssenking knyttet til tunneldrift i Norge viser at det sjelden observeres endringer i grunnvannsnivå i avstander mer enn 200-300 m fra tunnelanlegg. Ved driving av nye tunnellop, vil den samlede påvirkningen på grunnvannet bli større, sammenlignet med dagens situasjon. Det vurderes derfor at influensavstanden følgelig vil bli større. Influensområdet for oppgradert Fløyfjelltunnelen vurderes derfor til ca. 300 m fra tunnelrommet. Folasjonen har orientering mot nord-øst, som er gunstig

knyttet til innsjøer som ligger med god avstand øst og nord-øst for traséen. Det vurderes derfor at driving av to nye tunnelløp ikke vil påvirke disse innsjøene.

Systematisk sonderboring er anbefalt på stuff i områder med lav overdekning, antatte svakhetssoner og ved mistanke om hydrogeologiske utfordringer. Ved påtreffing av vannlekkasje større enn innlekkasjekravene, skal det utføres systematisk forinjeksjon, særlig i områder som er utsatt for grunnvannssenkning og partier med liten bergoverdekning og tett bebyggelse.

Det henvises ellers til "Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan" for øvrig utredelse av geologiske forhold [6].

5. Konstruksjoner

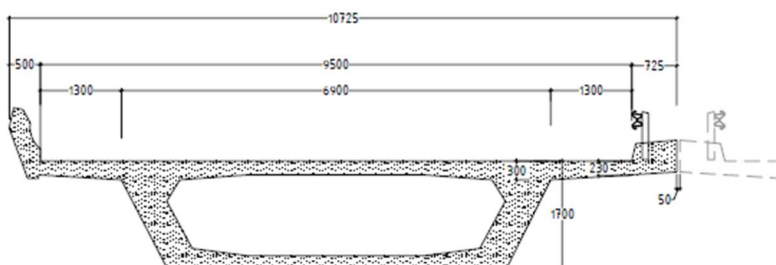
5.1. Generelt

Viaduktene på Nygårdstangen er to separate bruer som kobles mot hvert sitt løp i Fløyfjelltunnelen i sør. Bruene ligger på E39, nordre hovedfartsåre inn til Bergen.

Bruene er bygget midt på 80-tallet og ble trafikkert i 1987/88. De er tilnærmet identiske og er bygget som spennarmerte kassebruer med 17 spenn og en totallengde på 477m.



Figur 5-1 Nygårdstangen

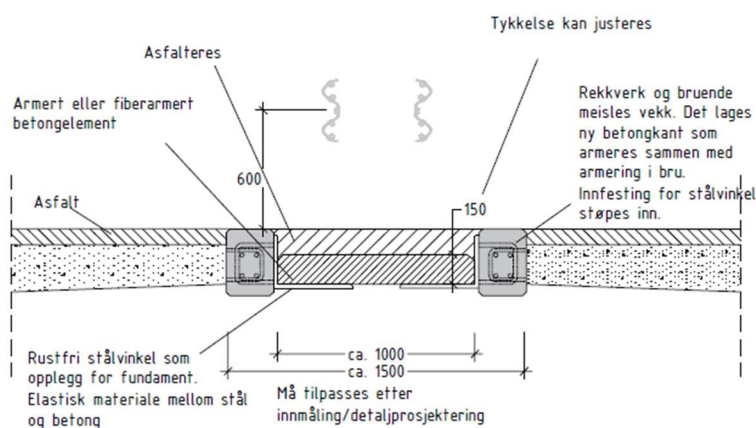


Figur 5-2 Tverrsnitt av eksisterende bru

5.2. Konstruksjonsprinsipp for overkjøringssone

For å oppnå målet med tovegsregulering av trafikk i begge løp, legges det opp til en sammenkobling mellom de to broene over en lengde på ca. 30 m [12].

For selve sammenkoblingen anses som en mulig løsning å meisle av dagens rekkverkskant og støpe på en ny kant med et opplegg for betongelementer på begge broene.

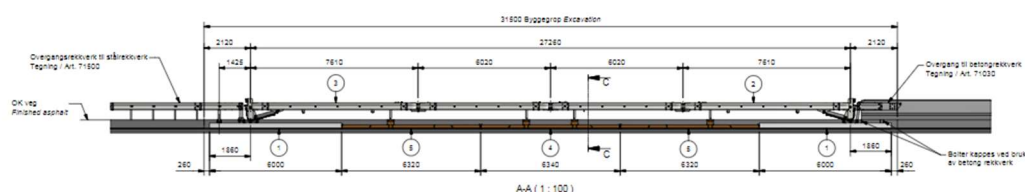


Figur 5-3 Snitt av bruvinger - Prinsipp for sammenkobling

Elementene legges på elastisk materiale som vil gi rom for mindre individuelle bevegelser mellom bruene, og dermed hindre at det oppstår store tvangskrefter. Det vurderes imidlertid som lite sannsynlig med individuell forskyvning av betydning siden bruene har lik utforming og er utsatt for de samme værforholdene. Bremselaster tas direkte opp i de monolittiske pilarene og vil ikke medføre store forskyvninger.

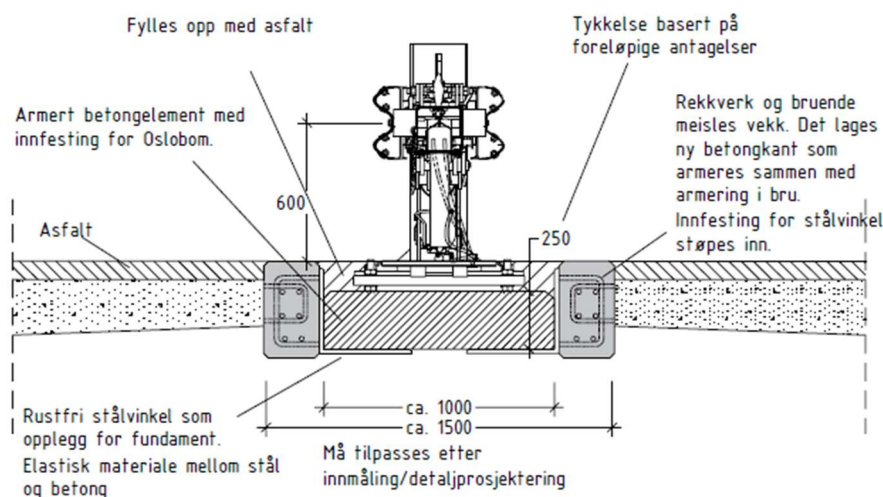
Oslobommen

For normalsituasjon (hvor trafikken flyter som normalt med 2 felt i begge retninger) må overkjøringssonen være stengt med rekkverk. Det er sett på Oslobommen som mulig rekkverksløsning. Se Figur 5-4



Figur 5-4 Overgang med tilpasning til eksisterende rekkverk.

For å etablere et fundament for innfesting av Oslobommen så må bruvingen forsterkes (tykkelsen økes og armeres) lokalt for å gi en sterk og romslig nok innfesting for løftepunktet. Elementet må ha stor nok lengde for å ha tilstrekkelig stabilitet i en løftesituasjon, og må kontrolleres og dimensjoneres for lasten det påføres fra bommen.



Figur 5-5 Prinsipp for bominnfestning

For ytterligere informasjon henvises det til E39 Fløyfjelltunnelen sør, Vurdering kobling bruer [12].

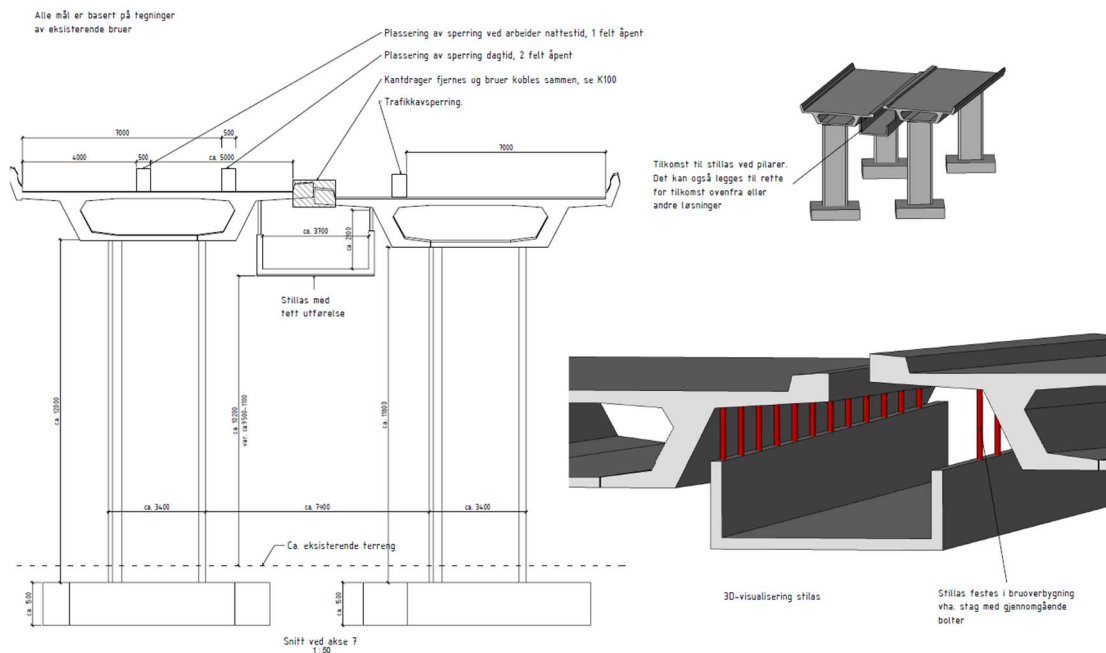
Utførelse av arbeidene

Under arbeidet med avmeisling av eksisterende rekkverkskant er det behov for stillas under broene i dette området. Tegning K200 viser et prinsipp der dette stillaset er tenkt opphengt i de utkragede delene av brua. Viaduktenes bæreevne blir ikke påvirket, lastene er ubetydelige sammenlignet med normalsituasjonen.

Stillaset kan antageligvis monteres ganske raskt og enkelt. Det forutsettes at monteringen foregår med kran nattetid. Stillaset vil ikke påføre brua noen laster av dimensjonerende art da bruplata normalt er belastet med tung trafikklast.

Når stillaset er på plass bør vi ha rimelig god høyde til underliggende jernbanespor, slik at dette ikke medfører konflikt mot aktivitet på godsterminalen (minimum ca. 9m frihøyde ut fra eksisterende tegninger).

Tilkomst til stillaset kan skje opp langs pilarer eller på annen hensiktsmessig måte.



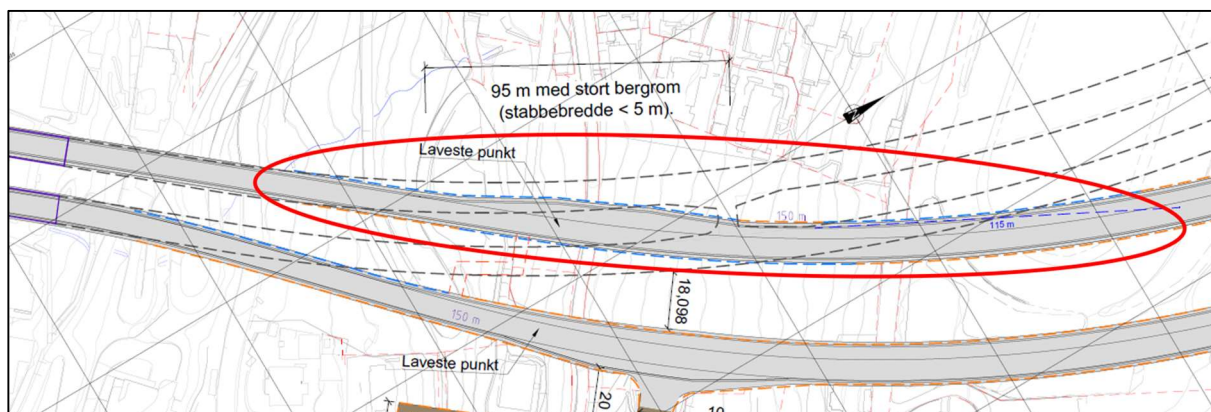
Figur 5-6 Prinsippskisse stillas.

5.3. Støpte betongvegger i koblingssonen i sør

I sør skal de to nye løpene kobles mot eksisterende portaler, og det vil gi store bergrom hvor det må støpes betongvegg for å lukke mellom eksisterende og nye løp.

5.3.1. Betongvegger mellom nytt og eksisterende sørgående løp

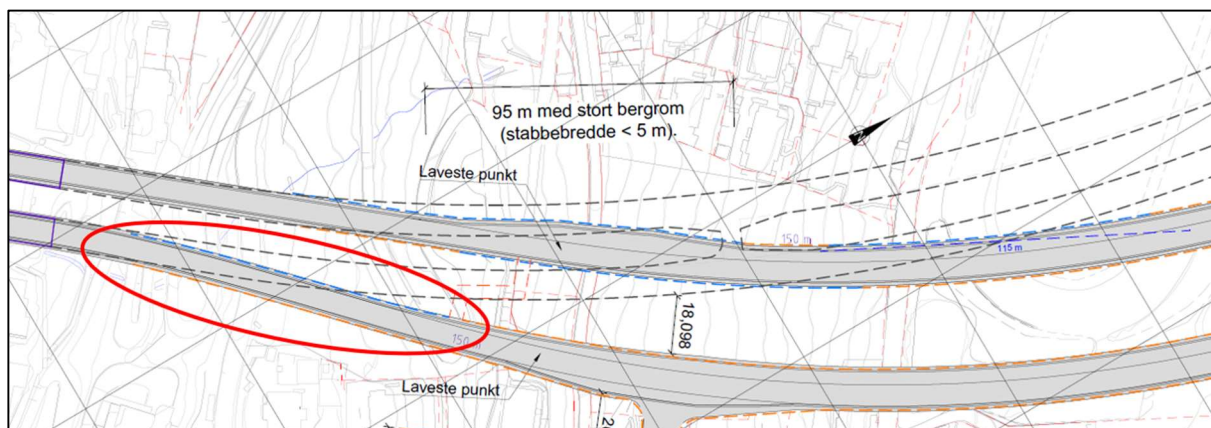
Nytt løp i retning sør vil krysse begge de eksisterende løpene, noe som vil gi et stort bergrom på ca. 95 m lengde. Bergrom stenges med betongvegger slik at tunnelen får et tett profil gjennom sonene.



Figur 5-7 Koblingssone mellom eksisterende og nytt sørgående løp.

5.3.2. Betongvegg mellom nytt og eksisterende nordgående løp

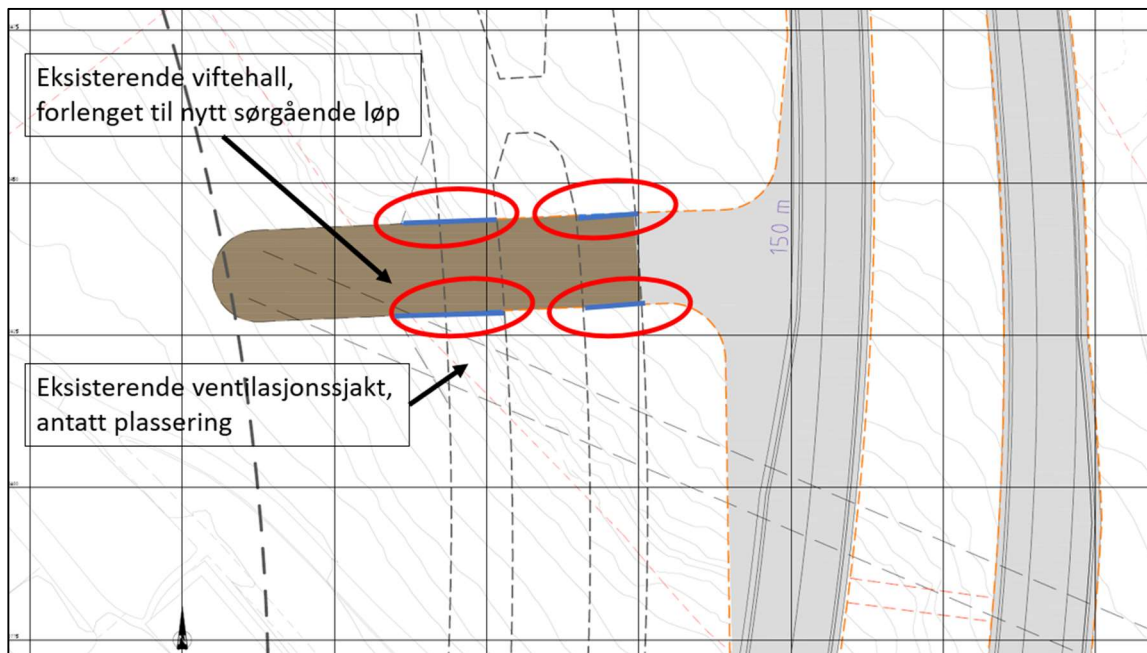
Det må støpes betongvegg i bergrommet mellom nytt nordgående løp og dagens nordgående løp.



Figur 5-8 Koblingssone mellom eksisterende og nytt nordgående løp

5.3.3. Forlengelse av konstruksjon mot luftesjakt.

Konstruksjon/hall i forbindelse med luftesjakt forlenges ved å krysse eksisterende sørgående løp til nytt sørgående løp. Det vil gi sammenhengende tette betongvegger fra luftesjakt, gjennom eksisterende sørgående løp, til nytt løp i sørgående retning med. Eksisterende vegger i dagens luftesjakt er i stor grad støpte betongvegger.



Figur 5-9 Viser forlengelsen av viftehallen til nytt sørgående løp. Blå linjer viser nye betongvegger. Tilkomst via havarinisje i nytt sørgående løp.

6. VA-anlegg

For Fløyfjelltunnelen sør utarbeides egen VA-rammeplan [13].

6.1. Vaskevann og innlekkasjevann

Alt drensvann og vaskevann fra høybrekk mot sør tas ut ved Nygårdstangen. Det skilles mellom forurenset vann og ikke-forurenset vann, som må håndteres i hvert sitt system. Vaskevann samt overvann fra vegbane er forurenset. Innlekkasjevann fra fjellet karakteriseres som ikke forurenset. Høybrekk i tunnelen er ved ca. profil 3100, og lavbrekk mot sør er ved ca. profil 580. Tunnelmunning mot sør er ved ca. profil 500. Det gir ca. 2600 meter tunnel som har avrenning til lavbrekket. Det legges en drensledning og en overvann/vaskevannledning i hvert tunnelløp.

Uttak av vann for vasking av tunnelen skal ha mengderegulering og -måler. For den forlengede tunnelen mot Eidsvåg skal det etableres et nytt teknisk bygg der det monteres vannpost med mengdemåler (planlagt i Bybaneprosjektet). På Nygårdstangen forutsettes det at det finnes vannuttak med mengdemåler i dag. Hvis dette ikke er tilfelle må vannpost og mengdemåler etableres, for eksempel i nærmeste tekniske rom i tunnelen. Alternativt hentes alt vaskevann fra Eidsvågsiden. Mengde uttak for vaskevann avtales med Bergen Vann i detaljprosjekteringsfasen.

6.1.1. Håndtering av vaskevann og overvann fra vegbane i tunnel - *forurenset*

Vaskevann og overvann fra vegbane i tunnel karakteriseres som forurenset og skal ledes til et sedimenteringsbasseng inne i tunnelen før utslipp til spillvannsnettet. Tunnelen har tverrfall, og overvannsledning legges på det laveste nivået i hvert tunnelløp. Ledningen føres mot Nygårdstangen via sandfangskummer plassert ca. hver 80 meter. Sandfangene utstyres med dykket utløp (dykker) for å holde tilbake noe oljespill, sot etc. Ledningen er gjennomgående, og sandfangskummer knyttes til ledningen. Det må settes ned oljeutskiller/oljeutskillere i forbindelse med systemet.

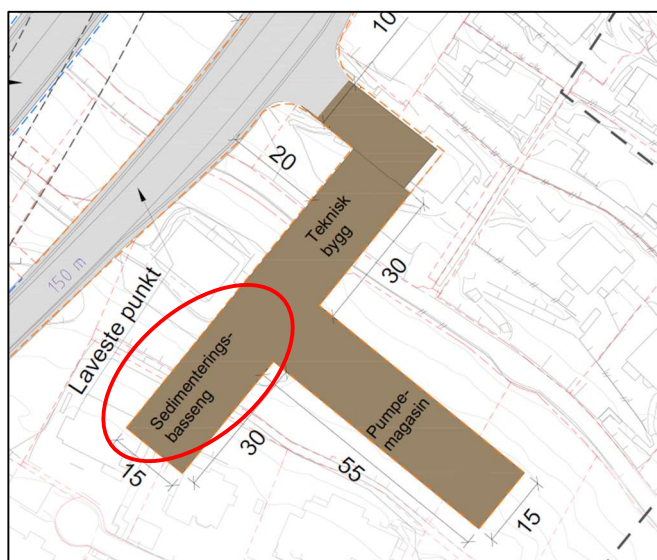
Mengden vaskevann er avhengig av rutinene for vask. Fløyfjelltunnelen sør vil ha ca. 2600 meter veg med fall fra høybrekk i nord og tunnelportal i sør til Nygårdstangen, frem til lavbrekk i ca. profil 580. ÅDT i 2040 er over 20 000 i hvert 2-felts løp, noe som medfører krav om vask en gang per måned. Basseng for oppsamling og rensing av vaskevann må ha

tilstrekkelig kapasitet til en helvask. I tillegg må det vurderes behov for oppsamling fra en tankbilvelt. For Fløyfjelltunnelen-sør er det beregnet et behov for sedimenteringsbasseng med volum på ca. 410 m³.

Nødvendig oppholdstid i sedimenteringsbassenget er ca. 25 dager for at såpen i vannet skal nøytraliseres. Når vannet er ferdig sedimentert og nøytralisert skal det ledes til dagens kommunale AF-ledning utenfor tunnelen. AF-ledningen har liten eller ingen ledig restkapasitet. Det legges til grunn at tunnelanlegget er tilknyttet AF-ledningen ved dagens situasjon. Total mengde vann tilført AF-ledningen vil bli redusert i fremtidig situasjon fordi innlekkasjevann (rent vann) skal skilles ut og ledes til sjø i stedet for til AF-ledningen.

Mengden sedimentert vann som knyttes til AF-nettet reguleres etter hvor lang tid man bruker på å slippe det ut. Mengde påslipp avtales med Bergen Vann i detaljprosjekteringsfasen.

For å lede vannet til AF-ledningen må det pumpes opp. Gravitasjonsledning er ofte å foretrekke over pumpeledning, men det er usannsynlig å skulle lede vannet ut fra sedimenteringsbassenget uten pumping på grunn av manglende høydeforskjell mellom sedimenteringsbasseng og mulige tilknytningspunkt på AF-ledningen. Til gjengjeld gir pumpeløsning bedre mulighet for å regulere mengden påslipp. Det må bestemmes ved detaljprosjektering om det skal tilknyttes i kum i Kalfarveien (SID 137259) eller til kum ved parken/gravplassen (kum SID 137254). Begge forslag medfører etablering av borehull for pumpeledningen.



Figur 6-1 Planlagt sedimenteringsbasseng i fjellhall.

6.1.2. Håndtering av innlekkasjevann i tunnel – *ikke forurensset*

Tunnelen har lavbrekk før utløp mot Nygårdstangen og innlekkasjevannet må pumpes ut av tunnelen, og i den forbindelse må det også etableres pumpemagasin for å ivareta innlekkasjevannet ved utfall av pumpene.

Drensledninger i hvert av tunnelløpene samler opp og leder innlekkasjevannet til et eget pumpemagasin. Det legges en drensledning pr. tunnelløp. Drensledninger skal ligge separert fra overvannssystemet som tar imot vaskevann og overvann, og pumpemagasinet skal ligge separert fra sedimenteringsbassenget. Dimensjon på drensledningene må bestemmes ved detaljprosjektering når fallforhold i tunnelene er bestemt.

Mengden innlekkasjevann er vanskelig å forutsi, men ofte settes det krav til maks 30 l/min pr. 100 meter tunnel, som er totalsum for begge løp for en toløpstunnel. Samtidig må en ivareta tunnelvann fra de eksisterendetunnelløpene som tas ut av bruk, som vil si at pumpemagasinet må dimensjoneres for fire tunnelløp, se kapittel under. Det påpekes at innlekkasje i tunnelen forventes å være lavere enn 30 l/min per meter, da det ikke vil være maksimal tillatt lekkasje gjennom hele tunnelen.

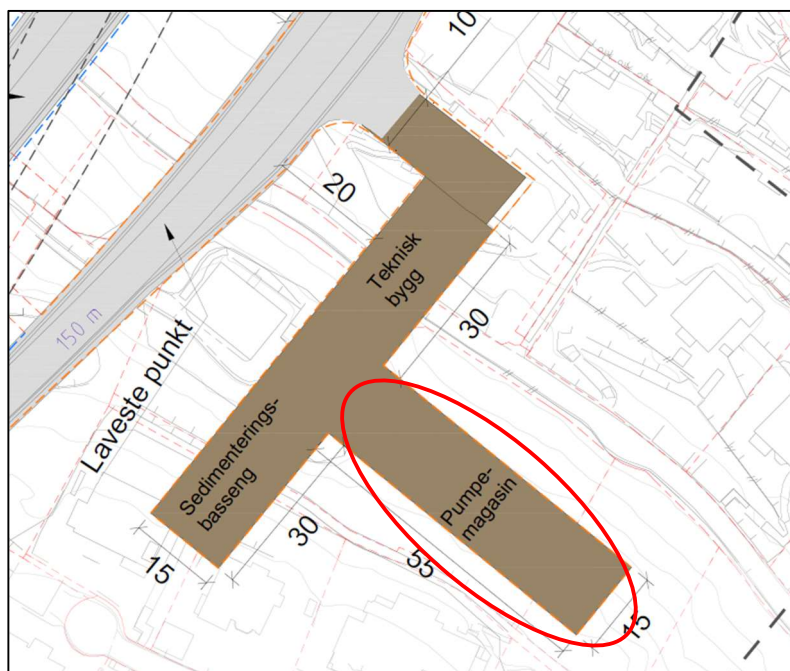
6.1.3. Pumpemagasin

Som et minimum skal pumpemagasinet ivareta innlekkasje tilsvarende 24 timer. Pumpemagasinet må dimensjoneres for fire tunnelløp fordi innlekkasjevann fortsatt vil forekomme i tunnelløpene som skal tas ut av bruk.

Tallene som er lagt til grunn for dimensjonering av pumpemagasin er følgende:

- Høybrekket i tunnelen ved vegprofil ca. 3100, som betyr at det er omtrent 2600 meter tunnel som har tilrenning til lavbrekket ved Nygårdstangen.
- Med 2600 meter tunnel, 30 l/min per 100 meter, blir mengden vann 46 800 l/time for to tunnelløp, og 93 600 l/time for fire tunnelløp. Dette tilsvarer 26 l/s.
- Med 24 timers strømstans må magasinet må ha et volum på ca. **2250 m³**.

Det skal etableres pumpeledning som leder innlekkasjevannet fra pumpemagasinet, ut av tunnelen, og langs siden eller undersiden av viadukten. Ledningen festes til viadukten med rørklammer eller braketter. Ved høybrekket på viadukten blir det også høybrekk på pumpeledningen der det må monteres en lufteventil på røret. For å komme ned til bakkeplan festes røret på en av søylene på viadukten, og ledningen knyttes til en ny kum på bakkeplan før utløp til sjø. Vannet ledes i selvfallsledning fra kum og ut i Store Lungegårdsvann like ved brannstasjonen. Utløpet må skje utenfor planlagt fremtidig høyvannslukke som planlegges i Nygårdstangenplanen (plan- ID 15540200).



Figur 6-2 Planlagt pumpemagasin i fjellhall.

6.2. Brannvann

Ny brannvannledning legges gjennom hele Fløyfjelltunnelen fra Nygårdstangen til Eidsvåg. Det kan vurderes å beholde deler av dagens ledning hvis tilstanden på den er god. Dagens tilknytning ved Nygårdstangen er tenkt beholdt. I Eidsvåg kobles ledningen til hovedvannledning og knyttes sammen med ledning fra Nygårdstangen, slik at brannvannsledningen blir tosidig forsynt.

Ledningen legges under banketten eller kjørebane 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 tunneløp 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 tunneløpene.

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 tunneløp.

6.3. Anleggsvann

6.3.1. Innhold i anleggsvannet

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

Anleggsvann kommer fra borerigg og annen bruk av vann i tunnelen, samt fra innlekkasjevann som går i sålen og blir påvirket av anlegget. Mengden avhenger av type og antall borerigger, innlekkasje og annen bruk av vann. Mengden må avklares som del av detaljprosjektering og endelig i samråd med entreprenør.

Noe 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 plasser for påfylling av drivstoff og 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.

Anleggsarbeidet inkluderer flere støpearbeider, blant annet støping av tunnelportaler, betongvegger, sedimenteringsbasseng, pumpemagasin og tekniske bygg/ rom.

Noe søl rundt betongmaskiner og avrenning ved utpumping fra byggegrop kan forekomme, selv om sannsynligheten er ansett som lav. Eventuelt 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 rensekontainere tilpasset vannmengde og rensekraft, alternativt at permanent sedimenteringsanlegg etableres tidlig og kan benyttes i anleggsfasen.

For overvann fra vegbane i tunnel og vaskevann anbefales lukkede rensebasseng i fjell eller nedgravd, med dimensjoner tilsvarende vannmengdene for en tunnelvask, se kap. 6.1.1.

7. Anleggsgjennomføring og massehåndtering

7.1. Riggområder

7.1.1. Sandviken

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 foreslått en anleggstunnel fra saltimporttomten i Sandviken inn til tunnelanlegget, i forbindelse med forlenget del. Anleggstunnelen og anleggsområdet ved saltimporttomten blir fremmet som egen reguleringsplan. 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 for anleggsvann og ventilasjon for friskluft til tunnelarbeidene. Arealet er noe begrenset med tanke på disse aktivitetene, men det anses som tilstrekkelig. For nærmere omtale vises det til reguleringsplanen for saltimporttomten. Planid 70670000 [2][1].

7.1.2. Eidsvåg

For tiltaket som er beskrevet i forprosjektet er det saltimporttomten som legges til grunn som hovedriggområde (planid 70670000).

Dersom ikke saltimporttomten kan tas i bruk må andre riggområder, blant annet riggområdet i Åsane/Bergenhus. *Bybanen fra sentrum til Åsane, Delstrekning 3, Eidsvågtunnelen - Tertneskrysset* (planID. 65820000) [3], vurderes å tas i bruk som hovedriggområde for Fløyfjelltunnelen sør.

7.2. Trafikkavvikling

Det skal bygges to nye løp. Under bygging av de nye løpene vil trafikken gå nærmest som normalt i begge de eksisterende løpene, med unntak av i perioden hvor overgangssonene i sør skal etableres for begge løp.

En viktig forutsetning for trafikkavvikling er at Bergen sentrum er tilgjengelig for gjennomkjøringstrafikk i perioder når Fløyfjelltunnelen er stengt på grunn av anleggsarbeider.

7.2.1. Nordgående retning:

Framtidig nordgående løp kobles først, med bakgrunn i at det er dette løpet som kan kobles med minst trafikale utfordringer. Dette er i stor grad ett nytt parallelt løp til dagens to eksisterende løp, bortsett fra en overgangssone helt i sør (ca. 125 meter lang) som må utvides. Dette fordi det nye løpet skal tilpasses dagens portal ved Nygårdstangen.

Arbeid i overgangssonen utføres som nattarbeid og nordgående løp vil stenges i tidsrommet kl. 22.00 til 05.30, 6 dager i uken i ca. 20 uker (ikke natt til søndag). Med bakgrunn i at trafikkbelastningen utenfor dette tidsrommet er for stor til at den kan ledes gjennom sentrum.

Pga. sprengningsarbeider vil det i tillegg være behov for også å stenge sørgående løp i ca. en time (kl. 23 - 24) i de samme 20 ukene. Begge retninger vil da ha omkjøring gjennom Bergen sentrum.

Etter at nytt nordgående løp er åpnet for trafikk (med mulighet for tovegstrafikk i ett løp), går man i gang med overgangssonen til nytt sørgående løp.

7.2.2. Sørgående retning:

Overgangssonen i sør må utføres med helt stengt sørgående løp, med bakgrunn i at en her skal gjennom ett område med store bergrom som krever mye bergsikring.

Områdene før og etter området med stort bergrom, som skal strosses/ utvides kan utføres parallelt med arbeidet i området med stort bergrom. Overgangssonen er totalt ca. 340 meter lang, først ca. 105 m med utvidelse, så ca. 95 meter med stort bergrom og så ca. 140 meter med utvidelse frem mot eksisterende tunnelportal.

Det vil si at en i en periode på ca. 24 uker, må stenge for trafikk i sørgående løp gjennom hele døgnet. Det benyttes tovegstrafikk i nordgående løp i denne perioden.

Pga. sprengningsarbeider vil det i tillegg være behov for også å stenge nordgående løp i ca. en time (kl. 23 – 24) i de samme 24 ukene. Begge retninger vil da ha omkjøring gjennom Bergen sentrum.

Det vil være behov for god informasjon til brukerne og videre planlegging i tett samarbeid med nødetater, kollektivtrafikk m.fl. Det er viktig å presisere at dette er en mulig løsning for gjennomføring av overgangssonene. En bør tilstrebe å finne løsninger som innebærer så korte stengningsperioder som mulig, og så langt det er mulig unngå å stenge tunnelen i begge retninger samtidig. Dette vil være en viktig del av dialogfasen med utførende entreprenør.

Oppsummert er tunnelen nattestengt i nordgående retning i ca. 20 uker og sørgående er stengt hele døgnet i ca. 24 uker, totalt ca. 44 uker.

7.3. Faser

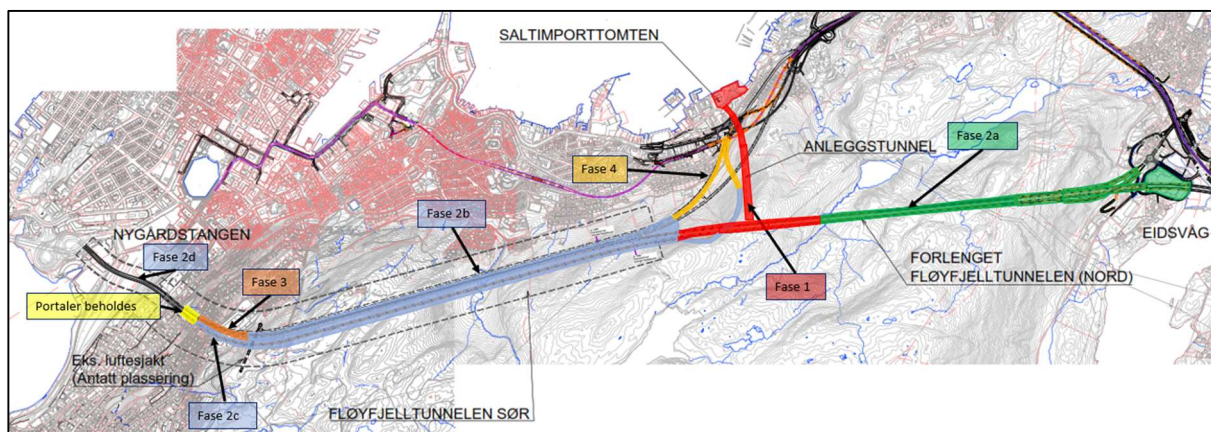
Faseplaner, dvs. hvilken rekkefølge (faser) anlegget kan gjennomføres i, vil bli detaljert i videre prosjekteringsarbeid og kan bli endret i forbindelse med entreprenørens planlegging. I reguleringsplanfasen er det derfor bare gitt en skisse på mulig faseplan bl.a. for å avklare arealbehov til anleggsarbeidet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

Faser/ utbyggingsrekkefølge med utgangspunkt i saltimporttomten

I det følgende gis kort og overordnet beskrivelse og vurdering av de ulike anleggsfasene skissert for tunneldriving og utbygging av hele Fløyfjelltunnelen. Flere av virkningene som følge av anleggsarbeidet vil bli beskrevet også i planforslagene for bybanen delstrekning 2 Sandbrogaten – Eidsvågtunnelen, delstrekning 3 Eidsvågtunnelen – Tertneskrysset og Fløyfjelltunnelen – rigg- og anleggsområde.

I reguleringsplanfasen er det foreslått en mulig faseplan bl.a. for å avklare arealbehov til anleggsarbeidet som bør inngå i reguleringsplanen.

Faseplanene er utarbeidet for bygging av hele Fløyfjelltunnelen (anleggstunnelen, Fløyfjelltunnelen sør og forlenget del) for å kunne se det totale bildet for faser og framdrift. Alle tre prosjekt er vist i fasene 1 – 4 hvor flere av fasene kan utføres parallelt.



Figur 7-1 Faseplaner for Fløyfjelltunnelen sør, forlenget del og anleggstunnelen.

Fase 1 for klargjøring riggområde, driving av anleggstunnel og første del av nye hovedløp mot nord og sør

Arbeidet i denne fasen skal være planavklart i reguleringsplan og teknisk forprosjekt for «Områdereguleringsplan Fløyfjelltunnelen – rigg og anleggsområde», og virkningene som følge av denne fasen er mer utførlig omtalt i denne planen, jf. planID 70670000.

Det vil i fase 1 bli klargjøring av riggområder på saltimporttomten og bygging av anleggstunnelen fra saltimporttomten til nye hovedløp i Fløyfjelltunnelen. De første 400m av nye hovedløp i hver retning blir påbegynt i fase 1.

Masetransporten vil skje med lasting og utskipping av tunnelmasser fra saltimportkaien på lekter. I denne fasen går trafikken som normalt i eksisterende Fløyfjelltunnelen i begge retninger.

Fase 2a for driving av hovedtunneler nordover for Fløyfjelltunnel forlenget del

Denne fasen omfatter bygging av tunnellopene nordover mot Eidsvåg og rampetunneler for kobling mot kryssområde i Eidsvåg. Transport av masser skjer for det meste til saltimporttomten og noe til Eidsvåg.

I denne fasen går trafikken som normalt i eksisterende Fløyfjelltunnelen i begge retninger. Arbeidet vil foregå i god til avstand til eksisterende løp i Fløyfjelltunnelen og vil derfor ikke påvirke trafikken i de eksisterende løpene.

Fase 2b, driving av 2 nye tunnellop for Fløyfjelltunnelen sør

Fase 2b vil bygges samtidig som fase 2a. Begge de nye løpene i fase 2b bygges parallelt fra koblingssonen mot forlenget del til overgangssonene i sør før Nygårdstangen. Det vil i denne fasen være trafikk i eksisterende løp i begge retninger som normalt.

Når den nye delen av løpene er ferdig bygget vil testing startes opp, utstyr som skal stå i overgangssonene vil testes i containere og senere plasseres ut i ferdig tunnel. Dette for å kunne komme tidlig i gang med fullskala testing av tunnelen.

Fase 2c, sammenkobling mellom tunnellop i retning nord og eksisterende tunnelportal på Nygårdstangen

I fase 2c vil det arbeides med overgangssonen til nordgående løp, eksisterende portal og nytt løp i nordlig retning kobles sammen. Både bergarbeid, innredning og gjenstående testing utføres i denne fasen.

Arbeidet vil foregå samtidig med fase 2b. Eksisterende løp i sørgående retning vil være åpent for trafikk, men vil ha kortere stengeperioder ved sprengning i overgangssone i retning nord. Trafikk i nordgående retning vil få omkjøring via Bergen sentrum ved nattestengt tunnel.

Arbeid i overgangssonen utføres som nattarbeid og nordgående løp vil stenges i tidsrommet kl. 22.00 til 05.30, 6 dager i uken i ca. 20 uker (ikke natt til søndag).

Pga. sprengningsarbeider vil det i tillegg være behov for også å stenge sørgående løp i ca. en time (kl. 23 – 24) i de samme 20 ukene. Begge retninger vil da ha omkjøring gjennom Bergen sentrum.

Fase 2d, overgangssone på viaduktene på Nygårdstangen

For å legge til rette for tovegstrafikk i ett løp, må det bygges en løsning for overkjøringssone/rampe på viaduktene ved Nygårdstangen. Arbeidet med overkjøringssone/rampe gjøres samtidig med fase 2b og 2c.

Det etableres en overgangssone mellom viaduktene som skal gjøre det mulig å lede trafikken inn i ett løp ved tovegstrafikk i hovedsak ved planlagte stengninger. Det monteres bom som skal hindre trafikken i å krysse overkjøringssonen i normal situasjon.

Det skal settes opp nye skilt i begge retninger på hver viadukt, og kjørefelt nærmest der det utføres arbeid stenges.

Arbeidet må utføres som nattarbeid og de kjørefeltene som er nærmest arbeidsområdet stenges for trafikk, og all trafikk ledes inn i feltet som er åpent. På dagtid skal det være to åpne kjørefelt.

Etter at nytt nordgående løp er åpnet for trafikk (med mulighet for tovegstrafikk i ett løp), og overkjøringssonen på viaduktene er ferdig går man i gang med overgangssonen til nytt sørgående løp.

Fase 3, sammenkobling mellom tunnelløp i retning sør og eksisterende tunnelportal på Nygårdstangen

I fase 3 vil det arbeides med overgangssonen til sørgående løp, eksisterende portal og nytt løp i sørlig retning kobles sammen. Både bergarbeid, innredning og gjenstående testing utføres i denne fasen.

Overgangssonen i sør må utføres med helt stengt sørgående løp, med bakgrunn i at en her skal gjennom ett område med store bergrom som krever mye bergsikring.

Områdene før og etter området med stort bergrom, som skal strosses/ utvides, kan utføres parallelt med arbeidet i området med stort bergrom. Overgangssonen er totalt ca. 340 meter lang, først ca. 105 m med utvidelse, så ca. 95 meter med stort bergrom og så ca. 140 meter med utvidelse frem mot eksisterende tunnelportal.

Det vil i en periode på ca. 24 uker være stengt for trafikk i sørgående løp gjennom hele døgnet. Disse ukene må forsøkes lagt til perioder med minst trafikk. Det benyttes tovegstrafikk i nordgående løp i denne perioden.

Pga. sprengningsarbeider vil det i tillegg være behov for også å stenge nordgående løp i ca. en time (kl. 23 – 24) i de samme 24 ukene. Begge retninger vil da ha omkjøring gjennom Bergen sentrum.

Fase 4, bygging av nye ramper til Sandviken

Begge løp for Fløyfjelltunnelen sør og forlenget del er åpen for trafikk i fase 4. Eksisterende tunnelutløp i Sandviken stenges, og nye ramper mellom Glass Knag krysset og Fløyfjelltunnelen bygges. I denne fasen må trafikken til og fra Sandviken gå via ny Fløyfjelltunnelen i Eidsvåg eller gjennom Bergen sentrum.

I fasen gjennomføres det både bergarbeid, innredning og testing av komplett tunnel. I perioden når tunnelen testes blir hovedløpene nattestengt og trafikken vil gå gjennom Bergen sentrum.

7.4. Massehåndtering

7.4.1. Generelt

For bybaneprosjektet som helhet er det utarbeidet en felles rapport om massedisponering. Denne rapporten omfatter ikke massene fra Fløyfjelltunnelen Sør. Fløyfjelltunnelen sør-prosjektet er tenkt gjennomført samtidig som forlenget del til Eidsvåg og bybaneprosjektet mot Åsane. Det er derfor forutsatt at massene fra Fløyfjelltunnelen sør behandles sammen med massene fra bybaneprosjektet.

7.4.2. Massetransport

Massetransport inn og ut av anleggsområdet vil foregå med større kjøretøy via intern anleggsvei (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, håndtert etter gjeldende regelverk.

Transport av masser fra de nye løpene vil skje til saltimporttomten via anleggstunnelen. Masser fra overgangssonene i sør vil transporteres ut i sør 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 fordi Gjensidigekrysset er lite egnet til massetransport. Det er derfor lagt til grunn at massetransport fra saltimporttomten går på sjø til bestemmelsessted. Transport på vegnettet til og fra saltimporttomten vil bare være varelevering og persontransport.

7.4.3. Massehåndtering fra Fløyfjelltunnelen sør

Massene fra de nye løpene tas ut mot nord via anleggstunnelen til saltimporttomten og transporteres med lektere videre derfra (evt. med bil fra Eidsvåg). Massene kan kun transporteres ut til saltimporttomten på dagtid (07-19), og derfor planlegges det å bruke det ene løpet i Fløyfjelltunnelen forlenget del til mellomlagring av masser, slik at en kan ha døgndrift på tunnelarbeidene.

Overgangssonen i sør for begge løp (overgang fra nye løp mot eksisterende tunnel/portaler) vil bygges både fra sør (Nygårdstangen) og fra nord (de nye løpene). I

dette området vil det bli massetransport både mot sør til Nygårdstangen (overordnet vegnett) og mot nord til saltimporttomten eller Eidsvåg.

Mengder for totale masser for Fløyfjelltunnelen sør er listet opp i tabellen under:

Løp	Profil nr.	Lengde, m	Teoretisk sprengningsprofil, m ²	Prosjekterte faste kubikk, pfm ^{3*}	Fraktes til
Utvidet del av nordgående	550 - 680	130	21	3 400	Nygårdstangen/ Eidsvåg
Ny del av nordgående	680 - 3095	2415	67	202 500	Saltimporttomten
Utvidet del av sørgående	550 - 655	105	21	2 800	Nygårdstangen/ Eidsvåg
Stort bergrom sørgående	655 - 750	95	115	13 700	Nygårdstangen/ Eidsvåg
Utvidet del av sørgående	750 - 880	130	21	3 400	Nygårdstangen/ Eidsvåg
Ny del av sørgående	880 - 2885	2005	67	168 000	Saltimporttomten
Tverrslag		170	50	10 700	Saltimporttomten/ Eidsvåg
Fjellhall		165	105	21 700	Saltimporttomten
Sum				426 200	

Tabell 1 *Inkludert +25% til overberg/ nisjer/ grøft mm.

8. Fravik

8.1. Fravik behandlet i utredningsfase for forlenget Fløyfjelltunnel

Det har vært en prosess i forbindelse med arbeidet med Fløyfjelltunnelen forlenget del (Bybaneprosjektet) hvor det ble undersøkt om nytt veganlegg oppfylte kravene i Statens vegvesens vegnormaler. For veganlegg som avviker fra kravene i Statens vegvesen vegnormaler eller i forskrift, skal det søkes om fravik. Fravik for riks- og europaveger skal behandles via en formell prosess (fraviksbehandling) hos Statens vegvesen ved Vegdirektoratet.

I forbindelse med i KU i 2013:

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.

Skissefasen til reguleringsplan med teknisk forprosjekt for forlenget Fløyfjelltunnel i 2020:

Fravikene ble 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 fra T10,5 til T9,5. Godkjenningen er avgrenset til forlenget del og det vises til fravik 3 om krav til overgangssone mellom ny og gammel del.

Reguleringsplan med teknisk forprosjekt for forlenget Fløyfjelltunnel i 2022:

Fravikene er drøftet i et eget notat [7] 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.
- 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.
- Fravik 4 er utgått.
- I oppdatert fraviksnotat [7] 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.

8.2. Fravik for Fløyfjelltunnelen sør

For Fløyfjelltunnelen sør er to av fravikene oppdatert med utgangspunkt i fraviksnotat fra forlenget del [7]. Det er utarbeidet et nytt fraviksnotat for Fløyfjelltunnelen sør [8] hvor fravikene 3 og 6 ble identifisert og vurdert, behandlet og godkjent av Vegdirektoratet:

- *Fravik 3 - Profilendring inne i tunnel - flyttet til tunnelportal Nygårdstangen.* Fravik godkjent av Vegdirektoratet 2022.
- *Fravik 6 - Valg av tunnelprofil* er flyttet internt i Fløyfjelltunnelen og ligger nå i den delen som planlegges av prosjektet E39 Fløyfjelltunnelen sør. Fravik godkjent av Vegdirektoratet 2022.

9. Grunnerverv

Det er ikke permanent grunnerverv på strekningen.

Det vil være behov for midlertidig grunnerverv under viaduktene på Nygårdstangen.

Vedlegg

Tegninger:

- A001 Forside
- A002 Tegningsliste
- B001 Oversiktstegning
- B002 Oversiktstegning
- C001 Plan- og profiltegning
- C002 Plan- og profiltegning
- C003 Plan- og profiltegning
- C004 Plan- og profiltegning
- C005 Plan- og profiltegning
- C011 Plan- og profiltegning
- C012 Plan- og profiltegning
- C013 Plan- og profiltegning
- C014 Plan- og profiltegning
- F001 Normalprofil tunnel
- F002 Normalprofil tunnel
- F003 Normalprofil tunnel
- F004 Normalprofil tunnel
- F005 Normalprofil tunnel
- G001 Oversiktstegning, Avrenning og flomveier
- H001 Oversiktstegning, Planlagt VAO
- H002 Oversiktstegning, Eksisterende VAO
- I001 Eksisterende BKK
- I002 Eksisterende BKK
- I003 Prosjektert høyspentledning
- I004 Prosjektert høyspentledning
- K100 Oversiktstegning
- K200 Prinsippskisse stillas
- V001 Plan- og profiltegning geologi
- V002 Plan- og profiltegning geologi
- V003 Plan- og profiltegning geologi
- V004 Plan- og profiltegning geologi
- V005 Plan- og profiltegning geologi
- X001 Støysonekart
- X101 Støysonekart
- Y001 Tovegsregulering
- Y002 Tovegsregulering
- Y003 Tovegsregulering
- Y004 Tovegsregulering
- Y010 Prinsipp for gjennomføring
- Y020 Prinsipp for gjennomføring og ny reguleringsplan

Referanser

- [1] Bergen kommune (2022) *Bergenhus/Åsane. Bybanen fra sentrum til Åsane Fløyfjelltunnelen - Forlengelse til Eidsvåg, planid 65840000. Områderegulering*
- [2] Bergen kommune (2022) *Bergenhus. Bybanen fra sentrum til Åsane Fløyfjelltunnelen - Rigg- og anleggsområde, planid 70670000. Områderegulering*
- [3] Bergen kommune (2022) *Åsane/Bergenhus. Bybanen fra sentrum til Åsane Delstrekning 3, Eidsvågtunnlen - Tertneskrysset, planid 65820000. Områderegulering*
- [4] Bergen kommune (2021) *Trafikkplan sentrum. Hovedrapport. Miljøløftet planforslag 24.9.2021*
- [5] Klima- og miljødepartementet (2021) *Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging. T-1442/2021*
- [6] Asplan Viak (2022) *E39 Fløyfjelltunnelen sør, Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan*
- [7] Norconsult og Asplan Viak (2022) *Fraviksnotat Fløyfjelltunnelen Notat RA-DSF-012*
- [8] Asplan Viak (2022) *E39 Fløyfjelltunnelen sør Fraviksnotat*
- [9] Asplan Viak og Norconsult (2022) *E39 Fløyfjelltunnelen sør - luftforurensning fra tunnelportaler og vurdering av ventilasjonstårn.*
- [10] Norconsult og Asplan Viak (2021) *Risikoanalyse Fløyfjelltunnelen. RA-DSF-010*
- [11] Asplan Viak (2021) *E39 Fløyfjelltunnelen sør, Støyvurdering*
- [12] Asplan Viak (2021) *E39 Fløyfjelltunnelen sør, Vurdering kobling bruer*
- [13] Asplan Viak (2022) *E39 Fløyfjelltunnelen sør, VA-rammeplanen*
- [14] Statens vegvesen (2021) *R311 Trafikkstyringssystemer på veg*
- [15] Statens vegvesen (2021) *N500 Vegtunneler. Digital veileder [N500:2022 | Viewer \(vegvesen.no\)](https://vegvesen.no/N500:2022)*

