

VESTFOLD OG TELEMARK FYLKESKOMMUNE
DETALJREGULERINGSPLAN FOR NY FASTLANDSFORBINDELSE FRA FÆRDER KOMMUNE

FORPROSJEKT TUNNEL

FAGRAPPOR

OPPDAGSNR.

A122639

VERSJON	UTGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET	KONTROLLERT	GODKJENT
1.0	04.01.2023	Endelig versjon	Panagiotis Chryssanthakis, Svein Ole Åstebøl, Øyvind Sverre Pettersen, Muhammad Adeel Mazhar, Håkon Iversen, Olav Eriksen	COWI, Elisabeth Flønes Aspø, Olav Eriksen	Elisabeth F. Aspø / Olav Eriksen

DOKUMENTINFORMASJON	
Rapporttittel:	Detaljreguleringsplan for Ny fastlandsforbindelse fra Færder
Dato:	04.01.2023
Utgave:	Endelig versjon
Filnavn:	RAP TUN_Forprosjekt tunnel
Oppdragsgiver:	Vestfold og Telemark fylkeskommune
Kontaktperson hos Vestfold og Telemark fylkeskommune:	Nils Brandt
Utfører:	COWI AS
Prosjektleder COWI AS:	Olav Eriksen
Utarbeidet av:	Panagiotis Chryssanthakis, Svein Ole Åstebøl, Øyvind Sverre Pettersen, Muhammad Adeel Mazhar, Håkon Iversen, Olav Eriksen
Kontrollert:	Olav Eriksen

1 Forord

Denne fagrapporten er utarbeidet som en del av reguleringsarbeidet for "Ny fastlandsforbindelse fra Færder kommune". Rapporten tar for seg temaet tunnel, og er sammensatt av flere fagfelt.

Tiltakshaver og ansvarlig for planarbeidet er Vestfold og Telemark fylkeskommune. Tiltakshavers prosjektleder har vært Nils Brandt, mens Olav Eriksen har vært oppdragsleder hos COWI.

Januar 2023
Oslo

INNHold

1	Forord	3
2	Innledning	5
2.1	Bakgrunn og målsetting	5
2.2	Kort beskrivelse av tiltaket	5
3	Grunnlag	7
3.1	Regelverk og forutsetninger	7
3.2	Plassering av de enkelte tunneler	7
4	Geometrisk utforming av tunneler	9
4.1	Tunnel for kjørevei	9
4.2	Tunnel for sykkelvei med fortau	15
5	Tekniske anlegg	16
5.1	Vann og frostsikring	16
5.2	Overvann og drenering	16
5.3	Vaskevann	17
5.4	Slokkevann	20
5.5	Elektroinstallasjoner	21
6	Sikkerhet og beredskap	25
6.1	Risikoanalyser	25
6.2	Sikkerhetstiltak og sikkerhetsutrustning	26
7	Ingeniørgeologi	30
7.1	Geologiske vurderinger og bergsikring	30
7.2	Hydrogeologiske aspekter og innlekkasjekrav	31
7.3	Tunneldrivingsaspekter	32
8	Anleggsgjennomføring	33
9	Kostnader	34

2 Innledning

2.1 Bakgrunn og målsetting

Dagens eneste fastlandsforbindelse for øyene i Færder kommune, med ca. 30 000 innbyggere, er Kanalbrua i Tønsberg sentrum. I 2009 ba fylkeskommune og kommunene i området om en konseptvalgutredning (KVVU) av helhetlige transportløsninger for Tønsberg-området. Bakgrunnen for anmodningen var uro over et overbelastet veinett, dårlig fremkommelighet for kollektivtrafikk, belastning av bymiljø og sårbar forbindelse mellom Nøtterøy og fastlandet.

En ny fastlandsforbindelse skal legge til rette for at trafikk fra Smidsrødveien, Kirkeveien og Ramdal/Kaldnes får en alternativ trase til fastlandet uten bruk av Kanalbrua. En ny forbindelse skal dekke behovet for en effektiv, robust og samfunnssikker fastlandsforbindelse, og håndtere trafikkøkningen fra forventet befolkningsvekst på en miljøvennlig måte.

Ny fastlandsforbindelse fra Færder er et delprosjekt i Bypakke Tønsberg-regionen. Bypakken skal løse oppgaven om et helhetlig transportsystem for Tønsberg. Interkommunal "Kommunedelplan for ny fastlandsforbindelse fra Nøtterøy og Tjøme" ble vedtatt i mars 2019, og denne detaljreguleringsplanen følger opp kommunedelplanen.

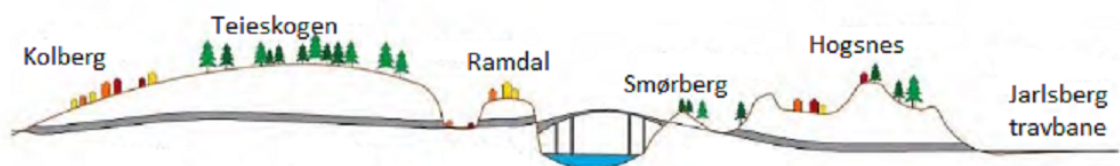
2.2 Kort beskrivelse av tiltaket

Tiltaket omfatter en strekning på ca. 6 km. I Færder kommune starter prosjektet med en ny tverrforbindelse mellom Smidsrødveien og Kirkeveien ved Kolberg. Videre fortsetter forbindelsen i tunnel under Teieskogen og kommer ut i dagen ved Ramdal/ Munkerekka. Fra Ramdal går forbindelsen inn i tunnel under Rambergåsen før fjordkryssing over til Smørberg i Tønsberg kommune. Fra smørberg går forbindelsen så i tunnel under Hogsnesåsen og kommer ut i bunnen av Hogsnesbakken. Herfra følger den dagens fv. 303 frem til påkobling mot Semslinna ved Jarlsberg travbane.

Den nye veien dimensjoneres som "Kapasitetssterk veg" vei etter avsnitt 2.9 i Veg- og gateutforming (N100 fra 2021) som gjelder kapasitetssterke veger/gater med fartsgrense 60 km/t. Kryssene planlegges som rundkjøringer, og strekningene mellom kryssene vurderes for hastighet 60 eller 70 km/t.



Figur 2-1: Oversiktskart over veitraseen og varslet planområde.



Figur 2-2: Snitt av traseen (fra KDP).

3 Grunnlag

3.1 Regelverk og forutsetninger

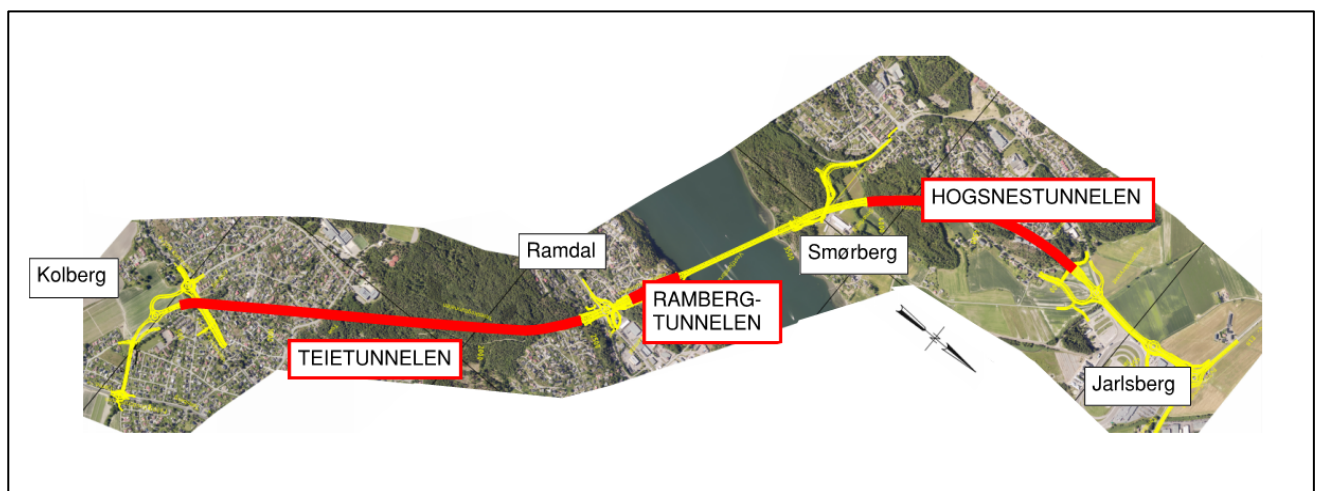
Forprosjektet er basert på følgende grunnlagsmateriale:

- > Kommunedelplan for Ny fastlandsforbindelse fra Nøtterøy og Tjøme, vedtatt 2019
- > Dokumenter utarbeidet i forbindelse med reguleringsplan for Ny fastlandsforbindelse fra Færder, blant annet:
 - o Tekniske tegninger og geometri
 - o Ingeniørgeologisk rapport
 - o Geoteknisk rapport
 - o Forprosjekt konstruksjoner
 - o Rapport Trafikkstyringssystemer
 - o Risikovurdering Ny fastlandsforbindelse, Statens vegvesen, november 2019 og VTFK, juni 2022.

3.2 Plassering av de enkelte tunneler

Ny fastlandsforbindelse fra Færder inneholder tre tunneler for vei og én for gang-/sykkelvei.

- > Teietunnelen: Ettløps tunnel med rømningstunnel mellom Kolberg og Ramdal på Nøtterøy
- > Rambergtunnelen: Toløps tunnel under Rambergåsen på Nøtterøy. Gang-/sykkeltunnel i eget løp.
- > Hogsnestunnelen: Toløps tunnel gjennom Hogsnesåsen, mellom Smørberg og Jarlsberg i Tønsberg kommune



Figur 3-1: Oversikt over tunneler

Hoveddata for tunnelene:

	Teietunnelen	Ramberg-tunnelen	Hogsnes-tunnelen	Gang-/sykkeltunnel Ramberg
Tunnelprofil	T9,5 og T5,5	2 x T9,5	2 x T9,5	T4
Tunnelklasse	D	(< 500 m)	E	Gang-/sykkel
Lengde fjelltunnel	1820 m	235	960	235
Lengde støpt kulvert	60 m	25	60	25
Lengde samlet	1880 m	260	1020	260

Figur 3-2: Hoveddata for tunneler

4 Geometrisk utforming av tunneler

4.1 Tunnel for kjørevei

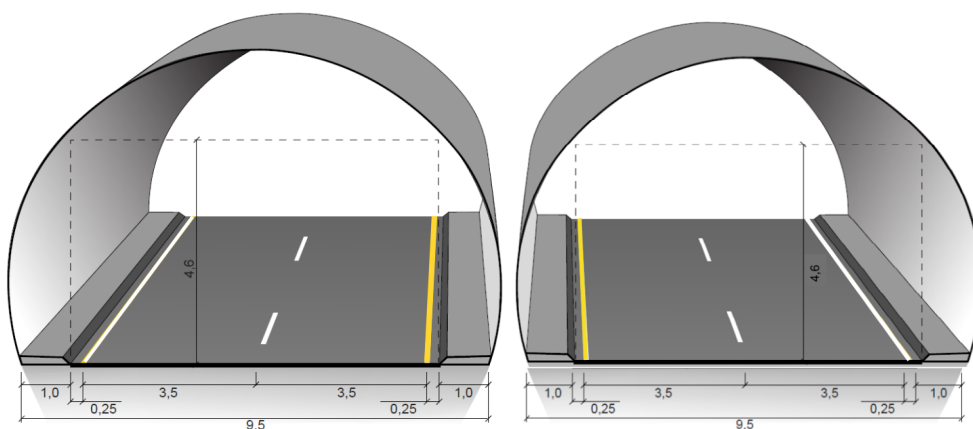
4.1.1 Dimensjoneringsklasse og tunnelprofil

Ved utforming av ny fastlandsforbindelse legges avsnitt 2.9 Kapasitetssterke gater/veger i håndbok N100 (2021) til grunn. I denne håndboka er også tunnelprofiler definert, men ingen av dem er relatert til kapasitetssterk veg/gate, og krav til tunnelprofil og -geometri for prosjektet er således ikke gitt i gjeldende versjon av N100. For å etablere etterprøvbare dimensjoneringsforutsetninger for tunnelene, er det derfor valgt å benytte kurvaturkravene til dimensjoneringsklasse Hø2 som har fartsgrense 60 km/t og ÅDT inntil 12 000 kjt/d.

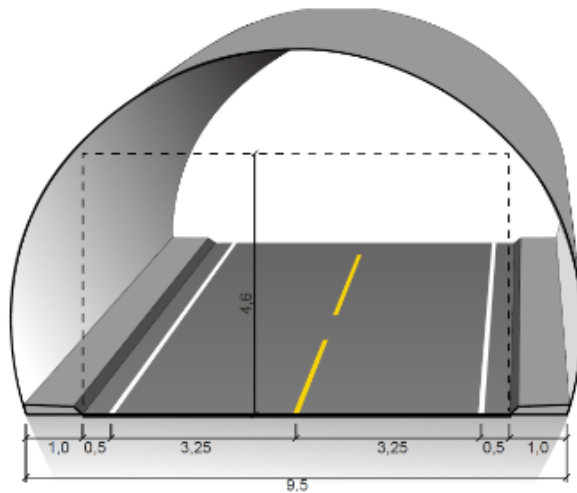
Det framgår av håndbok N100 at tunnelprofil i dimensjoneringsklasse Hø2 skal utformes som for dimensjoneringsklasse Hø1 med profil T9,5, og at 2 x T9,5 utformes som for dimensjoneringsklasse H2.

Dette gir følgende minimumskrav til veggeometri i tunnel:

- > Kjørefeltbredder: 3,25 m for ettløpstunnel, kjørefeltbredde 3,5 m for toløpstunnel
- > Minimum horisontalkurveradius: 125 m
- > Minimum vertikalkurveradius (høy/lav): 900/600 m
- > Maksimal stigning/fall: 5% (iht håndbok N500)
- > Stoppsikt for dimensjoneringsklasse Hø2: 65 m. (+5 m ved maksimalt fall, -4 m ved maksimal stigning)
- > Tunnelprofil T9,5 ved ettløps tunnel og 2 x T9,5 ved toløps tunnel. Ingen kjørefelt påbegynnes eller avsluttes i tunnelen.



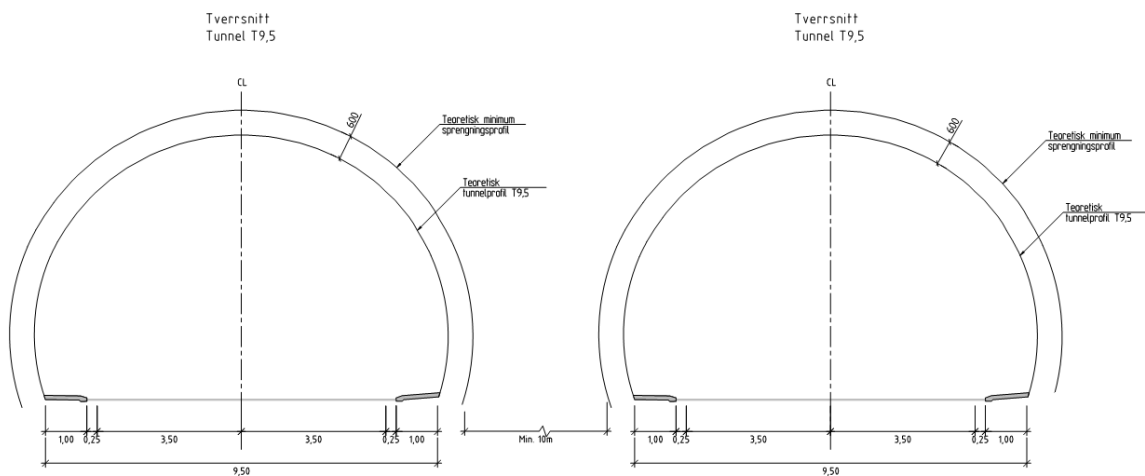
Figur 4-1: Tunnelprofil 2 x T9,5 for toløps tunnel



Figur 4-2: Tunnelprofil T9,5 for ettløps tunnel

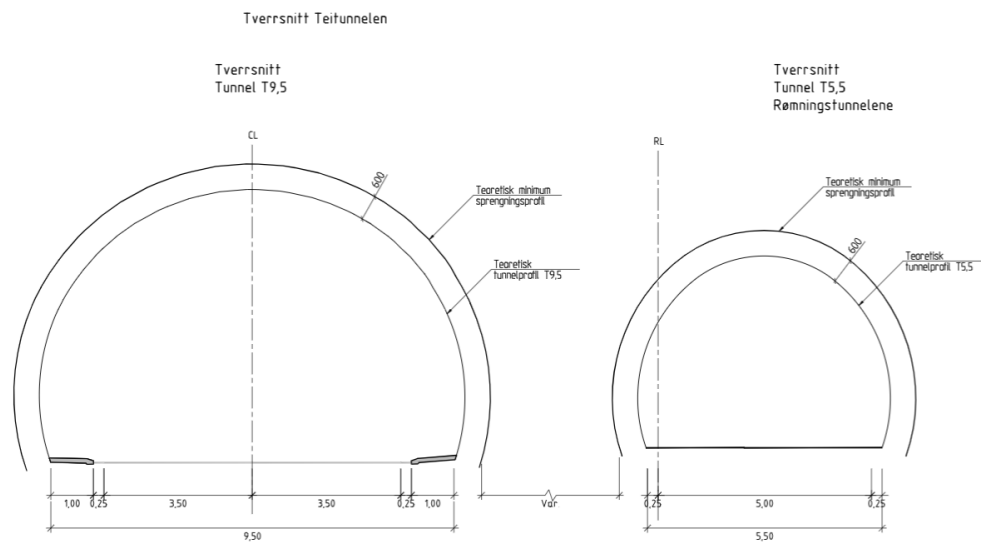
4.1.2 Tverrrprofil

Tverrrprofil for toløps tunnelene er vist nedenfor.



Figur 4-3: Tverrrprofil for toløps tunneler

For ettløps tunnel i dimensjoneringsklasse Hø2 er utformingen i håndbok N100 vist med 3,25 m brede kjørefelt og 1,5 m brede skuldre. I vist tverrrprofil (under) er dette endret til 3,5 m brede kjørefelt og 1,25 m brede skuldre, av hensyn til ønsket om skiltet hastighet på 70 km/t istedenfor 60 km/t. Rømningstunnelen har tverrrsnitt T5,5.



Figur 4-4: Tverrprofil for ettløps tunnel med rømningstunnel

4.1.3 Kurvatur

Tunnelenes minste horisontalradius er $R=700$ i Rambergtunnelen. Dette oppfyller krav til minste horisontalkurve for valgt dimensjoneringsklasse.

Tunnelene er prosjektert med inntil 5% stigning. Dette oppfyller krav til maksimal stigning i tunnel.

Minste verikal høybrekksradius er $R_{vh}=10\ 000$, minste vertikal lavbrekksradius er $R_{vl}=3000$. Begge radier oppfyller krav til dimensjoneringsklasse H6 og for tunnel.

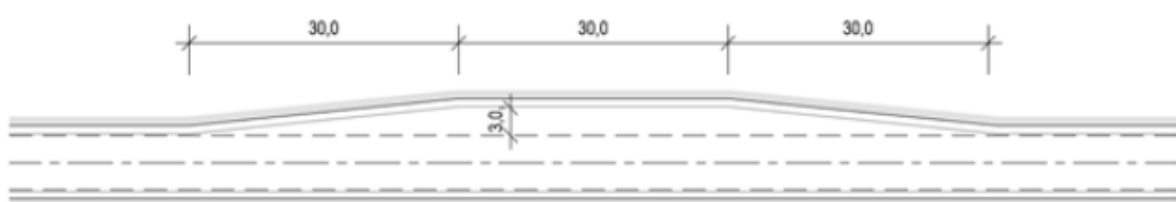
4.1.4 Stoppsikt

Krav til stoppsikt i tunnel er oppfylt gjennom geometrisk utforming i henhold til krav.

For stoppsikt mellom tunnelåpning og vikelinje i rundkjøring, er det i Risikovurdering ny fastlandsforbindelse anbefalt at stoppsiktlengde for hastighet 60 km/t legges til grunn, selv om fartsgrensen kan settes lavere i forbindelse med rundkjøringene, og dette stoppsiktkravet er oppfylt.

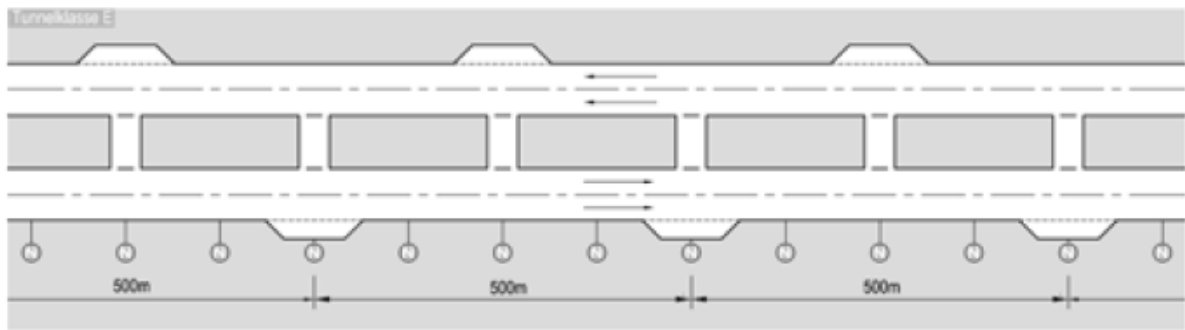
4.1.5 Havarinisjer

Havarinisjer utformes i henhold til håndbok N500:



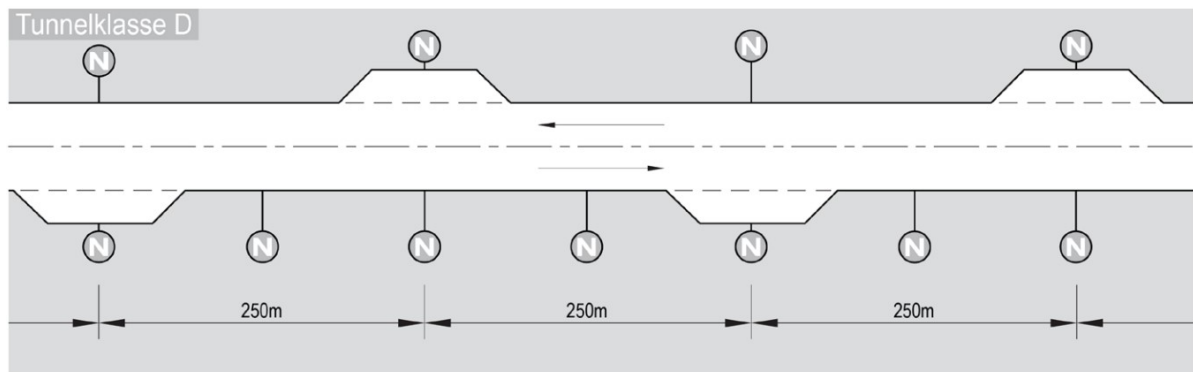
Figur 4-5: Havarinisje i tunnel

For Hogsnestunnelen (toløps tunnel) etableres havarinisjer på høyre side av hvert løp i henhold til håndbokens figur 5.3.1-4, med 500 m mellom nisjer i samme retning og 250 m mellom nisjer i motsatt retning.



Figur 4-6: Avstand mellom havarinisjer, hb N500 figur 5.3.1-4

For Teietunnelen (ettløps tunnel) etableres havarinisjer på høyre side av hver kjøreretning i henhold til håndbokens figur 5.3.1-3, med 500 m mellom nisjer i samme retning og 250 m mellom nisjer i motsatt retning.

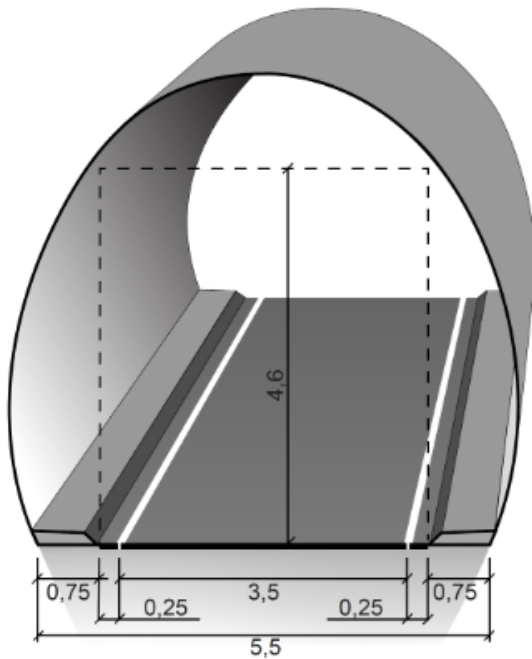


Figur 4-7: Avstand mellom havarinisjer i Teietunnelen, hb N500 figur 5.3.1-3

4.1.6 Rømningstunnel

For Teietunnelen etableres parallelført rømningstunnel med tunnelprofil T5,5. Rømningstunnelen har utgang til Ramdal og Kolberg, i nærheten av kjøretunnelens åpninger.

Tunnelprofil for T5,5 er vist i figuren under. Tunnelen skal ha grusskulder.



Figur 4-8: Tunnelprofil T5,5 for parallellført rømningstunnel. Tunnelen skal grusskulder og ikke opphøyd bankett

Maksimal stigning for rømningstunnelen er 5% i henhold til krav 4.6-3 i håndbok N500.

Rømningstunnel må sikres frisk luft til enhver tid. Innsugsplassering og overtrykk må dimensjoneres.

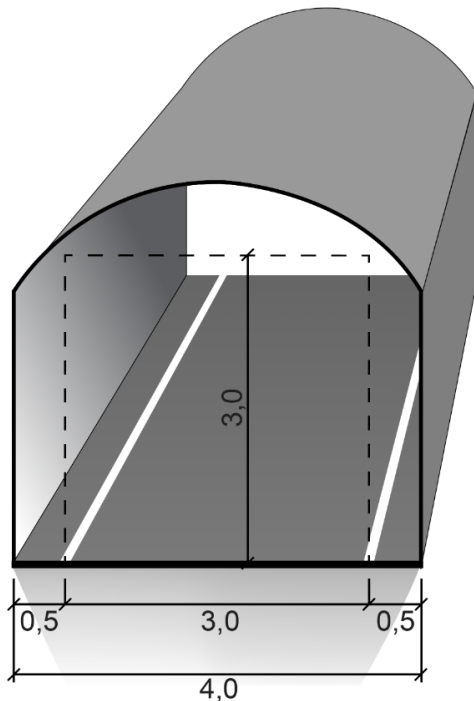
4.1.7 Nødutganger

For Hogsnestunnelen etableres nødutganger som tverrforbindelser mellom tunnelens to løp i henhold til figur 5.3.1-4, og med innbyrdes avstand 250 m.

For Teietunnelen etableres nødutganger ved hjelp av tverrforbindelser fra kjøretunnelen til parallell rømningstunnel, og videre gjennom rømningstunnel til det fri. Maksimal avstand mellom tverrforbindelser er 500 m, i henhold til tunnelsikkerhetsforskriftens krav.

Rambergstunnelen er kortere enn 500 m og har ikke krav til separate nødutganger.

Nødutgangene (tverrtunnelene) har tunnelprofil T4.



Figur 4-9: Tunnelprofil T4 for tverrtunneler/nødutganger

4.1.8 Portaler

Det er seks portalområder i Ny fastlandsforbindelse. Nedenfor gis en kort omtale av hver av dem.

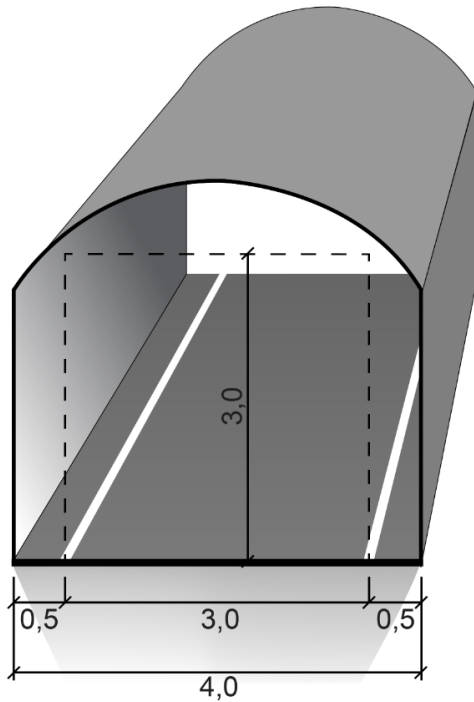
- > Teietunnelen portal sør: Påhugget for tunnelen ligger like inntil Kirkeveien i Kolbergområdet. Ny fastlandsforbindelse er senket under Kirkeveien, og portalen har dermed en kombinert funksjon som tunnelportal og løsmassekulvert under Kirkeveien.
- > Teietunnelen portal nord: Portalen utformes som standard kort overgang mellom dagsone og bergtunnel.
- > Ramberggtunnelen portal sør (øst): Portalen utformes som standard kort overgang mellom dagsone og bergtunnel, men må forlenges noe på grunn av turvei som plasseres over portalen.
- > Ramberggtunnelen portal nord (vest): Portalen utformes som standard kort overgang mellom dagsone og bergtunnel.
- > Hogsnestunnelen portal sør: Portalen utformes som standard kort portal.
- > Hogsnestunnelen portal nord: Portalen utformes i utgangspunktet som standard kort portal, men må forlenges noe på grunn av gang-/sykkelvei som plasseres over portalen, samt for å gi mulighet for god terrengtilpasning.

Portalene er nærmere omtalt i Forprosjekt konstruksjoner.

4.2 Tunnel for sykkelvei med fortau

4.2.1 Tunnelprofil

Tunnelprofil T4 benyttes for gang-/sykkelveiens tunnel.



Figur 4-10: Tunnelprofil T4 for gang-/sykkelvei

4.2.2 Kurvatur

Tunnelen har minste horisontalradius 300. Tunnelene er prosjektert med inntil 5% stigning. Minste verikal lavbrekksradius er $R_{v1}=3000$. Alle parametre oppfyller krav til gang-/sykkelvei og dermed også gang-/sykkeltunnel.

4.2.3 Stoppsikt

Stoppsikt for gang-/sykkelvei oppfylles for tunnelene.

4.2.4 Nødutganger

Tunnelen er kortere enn 500 m og har ikke krav til nødutganger.

4.2.5 Portaler

- Portal sør (øst): Portalen uformes som standsrd kort overgang mellom dagsone og bergtunnel, men må forlenges noe på grunn av turvei som plasseres over portalen.
- Portal nord (vest): Portalen utformes som standard kort overgang mellom dagsone og bergtunnel.

5 Tekniske anlegg

5.1 Vann og frostsikring

Omfanget av vann- og frostsikring skal bestemmes etter hydrogeologiske prinsipper/vurderinger og gjeldende forskrifter.

Statens vegvesens kart over frostsone angir frostmengde F10 til å være 10 000 – 11 000 h°C, frostisolasjonen må dimensjoneres ut ifra dette.

For tunnelkledning skal det iht. tabell 8.4.1-1 i N500 for tunnelklasse D og E som hovedløsning benyttes veggelementer av betong, med nettarmert sprøytebetong i heng.

5.2 Overvann og drenering

5.2.1 Drenssystem

Det etableres langsgående hoveddrensledning i hele tunnelens lengde. Foreløpig dimensjon på drensledning er satt til DN200, oppgradering av dimensjon må vurderes fortløpende ved driving av tunnel. Eventuell etablering av hjelpedrenering må også vurderes i byggeperioden, ut fra hvor vannførende berget er.

Drensledningen vil sikre at trauet på veien blir drenert. På drensledningen etableres stake-/spylekummer DN400mm, med tett lokk i bankett for hver 80m.

Noe nedbør i dagsonen på veiareal med fall inn mot portalene vil ha avrenning direkte inn i tunnelløpene på grunn av veiens utforming og lokale fallforhold, i prosjektet er dette bare aktuelt for Teietunnelen. Over tid må det påregnes at mengde dagvann som renner inn i tunnelen vil øke noe på grunn av asfaltslitasje og derved sporete veibaner. Vann som renner inn i tunnelløpene fanges primært opp i første sandfang med slukrist like innenfor hver av portalåpningen. Disse sandfangene kobles til drenssystemet i tunnelen. Vann som følger veibanen lenger innover i tunnelen før det samles mot kantsteinen, vil ende opp i sandfang som er tilknyttet ledningssystemet for vaskevann.

5.2.2 Frostsikring av ledninger

Ledninger legges på frostfri dybde eller isoleres for å nå frostfritt nivå. For motorveier med fire eller flere kjørefelt og ÅDT > 8000 er dimensjonerende frostmengde i tunnel, FDimT, lik F100T, for andre veier F10T.

Tabellen under viser stedlige frostmengder og korreksjonsfaktorer fra håndbok N200. Frostmengde F10 legges til grunn for prosjekteringen. F10 skal i tillegg korrigeres for stedlige forhold, høyde over havet vil være viktigste faktor. Frostmengden innover i tunnelen beregnes bl.a. ut fra frostmengden i dagen utenfor tunnel, tunnelens stigning, trafikk og ventilasjon i tunnelen. Der man med rimelig grad av sikkerhet kan anslå reduksjonen i frostmengde ved økende avstand fra tunnelmunning, kan tykkelsen på frostisolasjonen avtrappes tilsvarende.

Kommune- nummer	Kommune- navn	Årsmiddel- temperatur	Frostmengde, h°C				Korreksjonsfaktorer	
			F2	F5	F10	F100	Min	Maks
704	Tønsberg	6,4	4000	8000	11 000	20 000	0,92	1,13
722	Nøtterøy	6,5	4000	8000	11 000	19 000	0,87	1,09

Figur 5-1: Stedlige frostmengder og korreksjonsfaktorer

5.3 Vaskevann

5.3.1 Vaskevannsmengder og arealbehov

I figur 5-2 er tunnellengder og vaskevannsmengder beregnet. Dimensjoneringen baseres på fullvask av tunnelene. Ved fullvask av en 2-løps tunnel (2 kjørefelt i hver retning) oppgir Statens vegvesen et vannforbruk på henholdsvis 100 L/m (rapp. 99) og 80 – 140 L/m (middel 110 L/m) (rapp. 295). Mengden vaskevann som renner av til ledningssystemet i tunnelen utgjør 70 – 95 % av vannforbruket. I beregningene er det forutsatt et vannforbruk på 100 L/m og andelen som renner av er satt til 85 %.

Tunnel	Vaskevannsmengder						
	Lengde, m	Vannforbruk l/m	Forbruk m³	Avrenning %	Vann til rensing (85 %)	Slamvolum (20 %)	Dim. volum, m³
Hognes-tunnelen	970	100	97	85	82	16	99
Ramberg-tunnelen + vestre del av Teietunnelen	740	61	45	85	38	8	46
Østre del av Teietunnelen	1300	50	65	85	55	11	66

Figur 5-2: Tunnellengder og vaskevannsmengder

I figur 5-3 er arealbehovet for renseløsning beregnet for hver av tunnelene. Arealbehovet er basert på at tankene plasseres under bakken utenfor tunnel. Rensefilteret plasseres åpent i dagen på samme lokalitet. En prinsippskisse er vist i fig. 5-4.

Tunnel	Arealbehov							
	D tank, m	L tank, m	V per tank, m ³	Ant. tanker	Totalt volum i tanker (m ³)	1) Areal-behov rense-anlegg med spunt (m ²)	2) Arealbehov oppstilling slambil (m ²)	3) Totalt areal behov, m ²
Hognes-tunnelen	3	15	106	1	106	150	150	300
Ramberg-tunnelen + vestre del av Teietunnelen	3	7	49	1	49	110	110	220
Østre del av Teie-tunnelen	3	10	71	1	71	125	125	250

Figur 5-3: Arealbehov for renseanlegg for tunnelene på ny fastlandsforbindelse.

1) Arealbehov for renseanlegget inkluderer tank(er), pumpe, rensefilter og en beredskapstank på 12 m³. Det er satt av 1 m bred sone rundt renseanlegget, se figur 5-4.

2) Arealbehov for oppstillingsplass for slambil har tatt utgangspunkt i lengden på renseanlegget og en bredde på 5 meter.

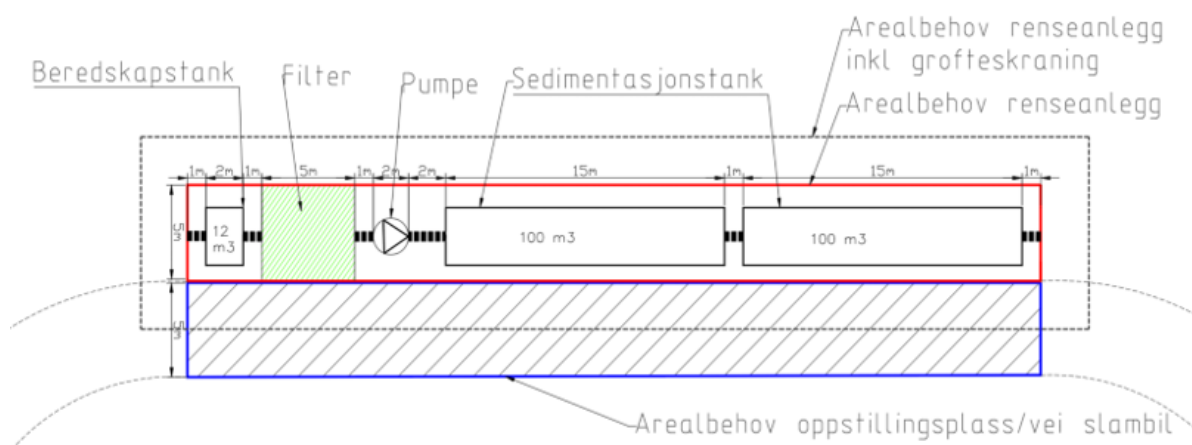
3) Totalt arealbehov inkluderer renseanlegget og oppstillingsplass for slambil.

Totalt arealbehov inkluderer ikke arealbehov for graveskråning. Dette kun for å illustrere plassbehov ved utgraving. Det er ikke regnet med areal til inn- og utkjøring/snuplass for slambil i totalt arealbehov.

Dimensjoneringen av renseanlegget har tatt utgangspunkt i maksimal lengde for transport av slike tanker på offentlig vei. Det er ikke anbefalt å bruke lengre tanker enn 15 m for et volum på 100 m³.

Dersom renseanlegg etableres med grøfteskråning vil totalt nødvendig overflateareal for renseanlegget være større.

I neste fase av prosjektet vil renseanlegget detaljeres og man kan se på muligheter for å optimalisere arealbruken.



Figur 5-4: Planskisse av renseanlegg for tunnelvaskevann (prinsipp-løsning).

5.3.2 Renseløsning

Rensingen av vaskevannet baseres på følgende løsning:

- > Oppsamling og lagring av alt vaskevann fra tunnelen i sedimenteringstanker. Tankene plasseres under bakken (utenfor tunnel). Vaskevannet lagres i 5-8 uker for å oppnå partikkelfjerning (bunnfelling) og nedbrytning av vaskemidler. Tankene dimensjoneres iht. vaskevannsmengde ved fullvask. I tillegg kommer dimensjonering av et slamvolum for oppsamling av sedimentert materiale i bunn tank (bunnslam). Slammet forutsettes fjernet og håndtert ved godkjent avfallsmottak når tankene er tømt.
- > Når lagringstiden i tankene er avsluttet, pumpes vaskevannet til et åpent rensefilter (infiltrasjonsanlegg). Filteret etableres åpent i dagen utenfor tunnel eventuelt at filteret etableres i et fjellrom. Rensefilteret utgjør sluttrensingen av vaskevannet før vannet ledes til resipient/grunn. I et åpent filter utendørs infiltreres vaskevannet diffust i grunnen. Hvis filteret ligger på tett leirgrunn må det rensede vannet dreneres ut og ledes i ledning til resipient. Filteret vil ha en overflate på ca 6 m² og gjennomstrømningen i filteret (utløpsmengden fra filteret) vil være svært lav; <0,5 L/s ved utslipp til bekk (sårbar resipient).

5.3.3 Renseeffekt

I figur 5-5 er konsentrasjonsnivåer for typiske forurensninger i tunnelvaskevann og renseeffektene som oppnås i renseanlegget sammenstilt. Fra sedimenteringstank pumpes vaskevannet til rensefilteret med lav intensitet. Dimensjoneringen av filteret tilpasses den akseptable utslippsmengden av rensed vaskevann til resipienten slik av Vannforskriftens krav til god tilstand i resipienten tilfredsstilles.

Stoff	Urenset vaskevann	Etter 5 ukers sedimentering i tank	% rense-effektivitet	Etter rensefilter	% rense-effektivitet	*Total rensegrad, %
TSS (mg/l)	600	60	90	10	80	98
Olje (mg/l)	2,5	1,0	60	0,5	50	80
PAH (µg/l)	5	0,75	85	0,15	80	99,7
B(a)P (µg/l)	0,05	0,005	90	0,001	80	98
Kobber (µg/l)	400	80	80	12	85	97
Bly (µg/l)	20	3	85	2	~30	90
Sink (µg/l)	2400	1000	~60	200	80	92
Tot-P (mg/l)	2,5	2,5	0	1,4	~45	44
Tot-N (mg/l)	11,5	5,3	~50	4	~25	65

Figur 5-5: Stoffkonsentrasjoner i vaskevann og hva en kan oppnå av reduksjoner ved rensing i sedimenteringstank og rensefilter. * Total rensegrad = sedimentering + filtrering.

5.4 Slokkevann

Fra N500; håndbok for tunneler, står det i kap. 45.3.5: Slokkevann Det skal finnes vannforsyning med kommunalt trykksatt vann.

I Færder kommune etableres gjennomgående ledning for slokkevann, tilknyttet VL 300 på Ramberg og VL 200 (Eikeveien) på Kolberg.

Det skal finnes hydranter i nærheten av portalene og innvendig, med mellomrom som ikke skal overstige 250 m. Dersom vannforsyning ikke er tilgjengelig skal det sikres at tilstrekkelig vannmengde er tilgjengelig på annen måte, for eksempel ved bruk av tankbil.

Hvis man skal benytte løsning med tankbil må dette avklares med det lokale brannvesenet. De vil i de fleste tilfeller helst at det etableres slokkevann i tunnelene. Vannmengde kan variere mellom 500-3000 l/min (minimum varighet kan variere fra 30-120 min). Trykk-kravet kan også variere, fra 5-7 bar ved uttaket eller på slangen.

Det må gjøres en vurdering mht hvordan dette skal løses for hver enkelt tunnel.

5.5 Elektroinstallasjoner

5.5.1 Sikkerhetsutrustning

Krav til sikkerhetsutrustning gjelder for tunneler som er lengre enn 500 m. For dette prosjektet gjelder det for Teietunnelen og Hogsnestunnelen, og utstyret nevnt under skal installeres for disse tunnelene. For Rambergstunnelen (kjøretunnel og gang-/sykkeltunnel) er det ikke krav til sikkerhetsutrustning.

Det elektriske anlegget skal forsyne mange forskjellige tekniske installasjoner. For å sikre trafikantene i tunnelen ved strømutfall og teknisk svikt skal følgende utstyr være bygget som nødstrømsystem:

- > Styrings-, regulerings- og overvåkingssystemer som skal fungere i en nødsituasjon
- > Rødt stoppblinksignal (rødblink)
- > Fjernstyrte bomber for stenging
- > Rømningslys
- > Nødtelefon
- > Serviceskilt
- > Nødutgangsskilt
- > Radio- og kringkastingsanlegg
- > Nødnett

NB! De belyste skiltene bør være plogskilt for å unngå påkjøringer.

5.5.2 Ventilasjon

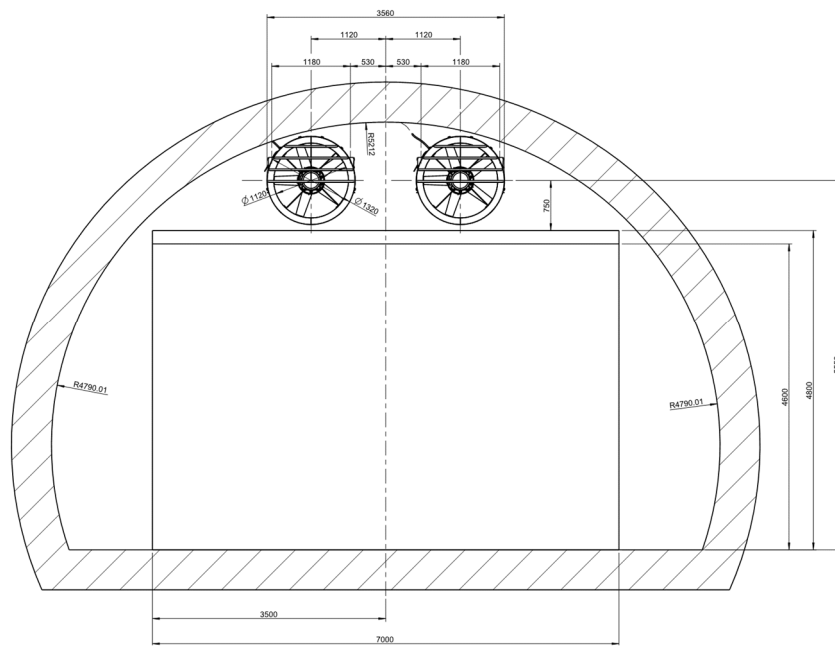
I tillegg til nødstrømsystemene skal det monteres ventilasjon i de to lengste tunnelene, Teietunnelen og Hogsnestunnelen (pga. lengde og trafikk), diverse måle- og overvåkingssystemer og nødstasjoner. Det er utført noen foreløpige ventilasjonsberegninger og antallet vifter vil variere i forhold viftestørrelse og tunnelløp.

Beregningene viser et behov for 7-10 vifter i tunnelløpet i Hogsnestunnelen avhengig av valgte vifter
(total effekt = 210 - 270 kW pr. løp).

Tilsvarende estimeres 8-12 vifter i Teietunnelen (total effekt = ca. 220 - 300 kW).

Ytre diameter på vifter brukt i beregningene er fra 1200 til 1320 mm.

Ved endelig valg av vifter er det ønskelig å heller velge flere mindre vifter kontra få store. Gode sikkerhetsmarginer må ivaretas for å unngå påkjøring. Det samme gjelder for plassering av kabelstige, som ikke bør festes i minimumshøyde.



Figur 5-6: Tunnelsnitt med vifter (eksempel med ytre diameter på vifte = 1320 mm.)

I Rambergtunnelen forutsettes det at det ikke monteres vifter da det ikke er krav til ventilasjon i tunneler kortere enn 1000 m.

5.5.3 Luftetårn

I Teietunnelen er det valgt å etablere et luftetårn omtrent på midten av tunnelens lengde dvs. ca. 1000 meter inn fra begge tunnelåpninger. Dette er også tunnelens høyeste punkt, og tårnet etableres i skogsområdet rett over tunnelen med utvendig tilkomst via eksisterende turveier. Luftetårnet vil sørge for å redusere utslipp av forurensing i begge tunnelåpninger.

5.5.4 Tekniske bygg

Strømforsyningen sikres ved prinsippet med redundans med uavhengig forsyning fra begge tunnelåpninger. I en nødsituasjon skal det være mulig å drifte alle installasjoner i tunnelen samtidig.

Maksimal forsyningslengde fra tekniske bygg skal være 600 m, dette gir innbyrdes avstand mellom tekniske bygg på inntil 1200 m.

Hogsnestunnelen:

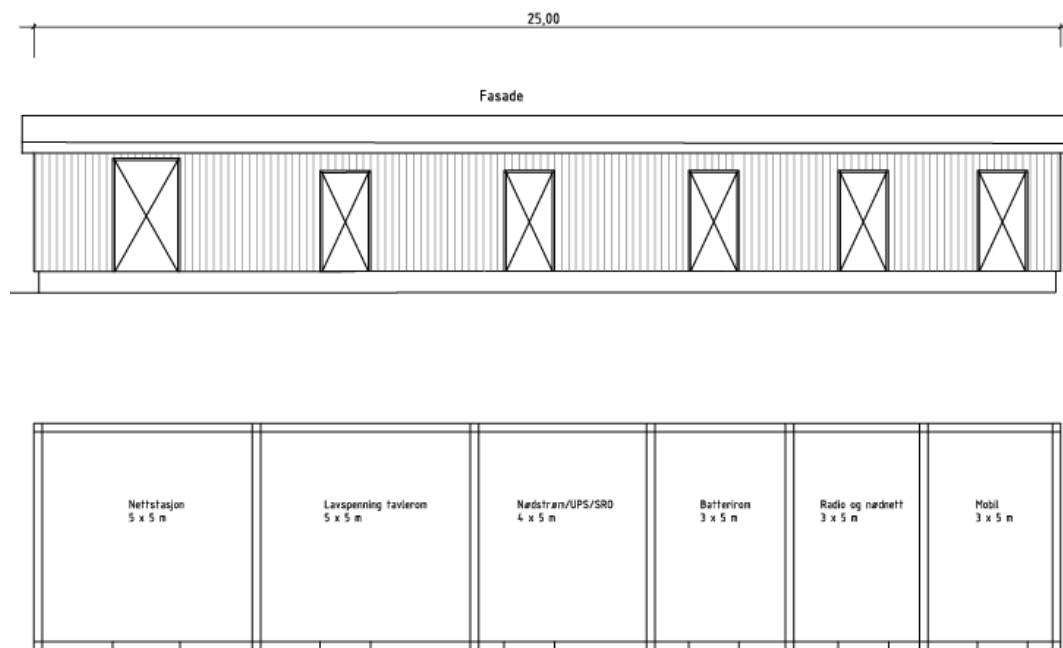
Tunnelen er ca. 1000 meter lang og krever ventilasjon. Vifter kan få el-forsyning fra tekniske hus utenfor tunnel, men utfordringen vil da være lange kabellengder. Det blir veldig lange kabler som skal forsyne vifter på ca. 22,5kW 30kVA. En anbefalt løsning er at ett teknisk bygg plasseres utenfor tunnel i hver ende, og ett bygg inne i tunnel som forsyner det meste av vifter. Nødvendig tilgjengelighet for utvendige tekniske bygg kombineres da med innvendig teknisk bygg for å ivareta sikkerhetsmarginer for avstandskravene.

Teietunnelen:

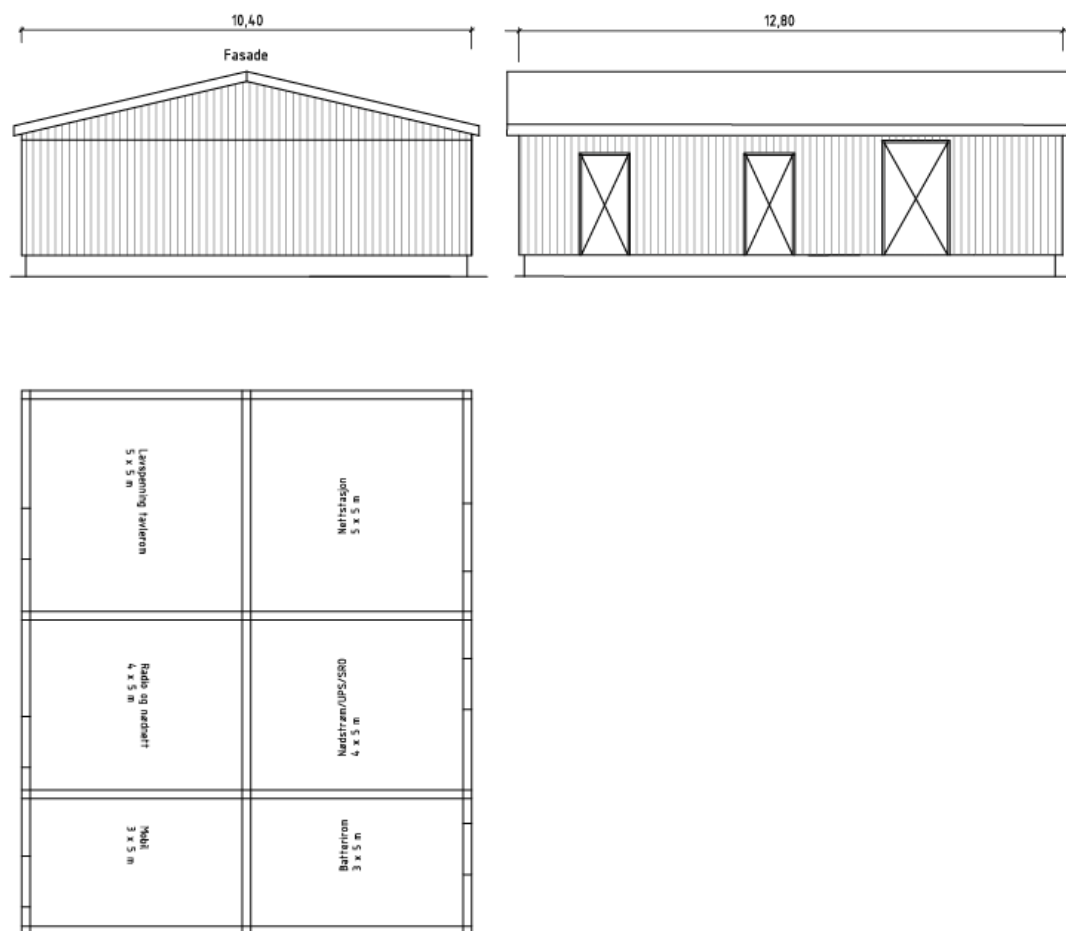
Tunnelen er ca. 2000 meter lang. Ventilasjonen kan forsynes kun fra ett teknisk bygg i midten av tunnelen, og kan etableres sammen med 2 tekniske bygg utenfor tunnel. Utvendige rom gir en sikker adkomst og stor tilgjengelighet, og er også en rimeligere løsning enn å plassere flere tekniske rom inne i tunnelen.

Rambergtunnelen:

Ved Rambergtunnelen vil det være tilstrekkelig med ett teknisk hus, og det er lagt opp til at dette kan være samme hus som for Teietunnelen nord. Utforming av de tekniske byggene er ikke avklart, men det foreslås en utførelse i betong. 2 mulige alternativer for teknisk bygg er vist i figurene under.



Figur 5-7: Teknisk bygg – «normal løsning»



Figur 5-8: Teknisk bygg – «alternativ løsning»

6 Sikkerhet og beredskap

6.1 Risikoanalyser

6.1.1 Utført risikoanalyse

I planarbeidet er følgende risikovurdering utført:

- 1) Risikovurdering Ny fastlandsforbindelse, Statens vegvesen, november 2019
- 2) Risikoanalyse rømningstunnel, Teietunnelen, Vestfold og Telemark fylkeskommune, juni 2022

6.1.2 Ivaretagelse av forslag til risikoreduserende tiltak

Nedenfor gis en kort oppsummering av hvordan risikovurderingenes forslag til risikoreduserende tiltak er behandlet i reguleringsplanforslaget. Kun tiltak som er relatert til tunnel gjengis.

Forslag til tiltak	Tas til følge (ja/nei)	Merknad / Alternative tiltak (hvis nei)
Kort avstand mellom tunnelåpning og rundkjøring i Munkerekkeveien kan gi fare for påkjørsel. Det anbefales at portalåpninger og rundkjøring plasseres slik at stoppsikt for 60 km/t (70 m lengde) oppnås. (1)	Ja	
Varsling ved kø i tunnel (1)	-	Innarbeides i prosjekteringsfasen
Tiltak mot blanding i portalene (1)	-	Innarbeides i prosjekteringsfasen
Gjennomgående rømningstunnel og kortere avstand enn 500 m mellom tverrforbindelser (2)	Nei	Ikke innarbeidet i reguleringsplanforslaget, ikke identifisert grunner til å stille strengere krav enn i tunnelsikkerhetsforskriften
Arealbehov for nødetater tilknyttet utganger ved rømningstunnel (2)	Ja	Reguleringsplanen tilrettelegger for senere detaljering av areal på 200-500 m ² utenfor rømningstunnel i hver ende
Reduksjon av stigning i rømningstunnel til mindre enn 5% (2)	Nei	Strengere krav/mindre stigning vanskeliggjør plassering av tverrforbindelse i henhold til krav
Skal nødetatene benytte rømningstunnel som kjøreadkomst ved hendelser (2)	-	Vurderes på senere tidspunkt ifm beredskapsplan

CCTV, AID, ventilasjon i rømningstunnel (2)	-	Innarbeides i prosjekteringsfasen
Beredskapsplan (2)	-	Utarbeides på senere tidspunkt

Figur 6-1: Oversikt over risikoreduserende tiltak

6.2 Sikkerhetstiltak og sikkerhetsutrustning

I henhold til håndbok N500, figur 5.2-1, plasseres Teietunnelen og Hogsnestunnelen i henholdsvis tunnelklasse D og E.

I de følgende avsnitt gis en kort omtale av sikkerhetstiltakene. Kravene gjelder ikke for Rambergstunnelen som er mindre enn 500 m.

6.2.1 Havarinisjer

Det etableres havarinisjer på høyre side av hvert løp/kjøreretning med 500 m avstand. Se for øvrig avsnitt 4.1.5.

6.2.2 Nødutganger

For Hogsnestunnelen etableres nødutganger som tverrforbindelser mellom tunnelens to løp med innbyrdes avstand 250 m. For Teietunnelen etableres tverrforbindelser til parallellført rømningstunnel, se for øvrig avsnitt 4.1.6.

6.2.3 Strømforsyning

Strømforsyningen sikres ved prinsippet med redundans med uavhengig forsyning fra begge tunnelåpninger. Redundant strømforsyning er slik at en alternativ forsyning skal ta over dersom den opprinnelige faller ut (teknisk feil, ulykke, brann el.). Det etableres teknisk bygg i forbindelse med hver tunnelåpning.

6.2.4 Nødstrømssystem

Tilkobling til nødstrømforsyning skal vurderes for annet teknisk utstyr etter en risikovurdering.

Det er strenge krav til nødstrømssystemer i tunneler. For å sikre trafikantene i tunnelen ved strømutfall og teknisk svikt skal følgende utstyr være bygget som nødstrømssystem:

- > Styrings-, regulerings- og overvåkingssystemer som skal fungere i en nødsituasjon
- > Rødt stoppblinksignal (rødblink), kjørefeltsignaler
- > Fjernstyrte bomber for stenging
- > Evakueringsbelysning

- > Nødtelefon/nødstasjon
- > Serviceskilt
- > Nødutgangsskilt
- > Nødnett
- > Nødstyrepanel
- > Radio- og kringkastingsanlegg
- > ITV (videoovervåking) (hvis det etableres)
- > AID (automatisk hendelsesdetektering i tunnel), eventuelt automatisk branndeteksjonssystem (hvis det etableres)
- > PA-system (hvis det etableres)

6.2.5 Belysning

Belysning i tunnelene skal oppfylle krav i håndbok N500 kap 10.3.

Det er foreløpig ikke foretatt noen lysberegninger. Disse er avhengig av tunnelens endelige utforming, innfesting av armaturer (på langsgående kabelstige, sentralt eller på siden i henget), og valg av armatur-type/leverandør mm.

6.2.6 Ventilasjon

Se kapittel 5.5.2.

I tillegg til nødstrømsystemene skal det monteres ventilasjon i tunnelen (pga. lengde og trafikk), diverse måle- og overvåkningssystemer, nødstasjoner, kjørefeltsignaler og tunnelbelysning.

6.2.7 Evakueringsbelysning

Rømningslys plasseres langs én av veggene i hver tunnel/tunnelløp.

6.2.8 Nødstasjoner

Nødstasjonene skal inneholde en nødtelefon og to brannslukkere, og plasseres i innbyrdes avstand 125 m. Nødstasjoner i havarinisjer skal etableres i kiosk, mens andre nødstasjoner i tunnel plasseres i skap innfelt i tunnelveggen.

Nødstasjoner utenfor tunnelåpning plasseres i kiosk eller skap.

6.2.9 Slukke vann

Se kap 5.4.

6.2.10 Fjernstyrte bommer for stenging

Fjernstyrte bommer plasseres i nærmeste kryss utenfor hver tunnelåpning, dvs ved nærmeste rundkjøring ved Kolberg, Ramdal og Jarlsberg. I henhold til krav 5.3.6-1 skal bommer plasseres minimum 100 m fra portal, og iht krav 5.3.6-2 skal egne bommer med stoppsignal plasseres i avstand ca 100 m fra portal hvis avstanden til nærmeste kryss er over 300 m.

Avstandene mellom bom og portal for de enkelte tunneler blir etter dette:

- > Teietunnelen, søndre portal: Bom plasseres i rundkjøring Kolberg, avstand ca 180 m
- > Teietunnelen, nordre portal: Bom plasseres i rundkjøring Ramdal, avstand ca 70 m
- > Hogsnestunnelen, søndre portal: Bom plasseres i rundkjøring Ramdal, avstand til portal er over 300 m og egen bom plasseres ca 100 m sør for portalen
- > Hogsnestunnelen, nordre portal: Bom plasseres i rundkjøring Hogsnes, avstand ca 130 m

Avstand mellom bom og nordre portal for Teietunnelen oppfyller ikke krav 5.3.6-1 og fravikstillatelse er her nødvendig. Eventuelt kan bommer plasseres på veiarmene inn mot rundkjøringen i Ramdal slik at samlet avstand blir mer enn 100 m. Bom kan i så fall plasseres i Munkerekkveien sør for rundkjøringen, i Ramdalveien nord for rundkjøringen og i ny fastlandsforbindelse vest for rundkjøringen. Samtidig kan også bommen nord for Hogsnestunnelen programmeres til å stenges hvis Teietunnelen stenges, slik at ikke flere enn nødvendig blir stående i kø mot Ramdal.

6.2.11 ITV-overvåkning og høyttalersystem

I henhold til håndbok N500 er det ikke automatisk krav til ITV-overvåkning, AID/hendelsesdetektering eller PA-system for tunneler i tunnelklasse C og D med lengde < 3 km.

6.2.12 Nødnett og radiokringkaster

Det skal etableres infrastruktur for formidling av Nødnettssignaler i tunnelen.

Det skal også etableres infrastruktur for videreformidling av radiokringkasting (DAB) fra det fri og inn i tunnelen.

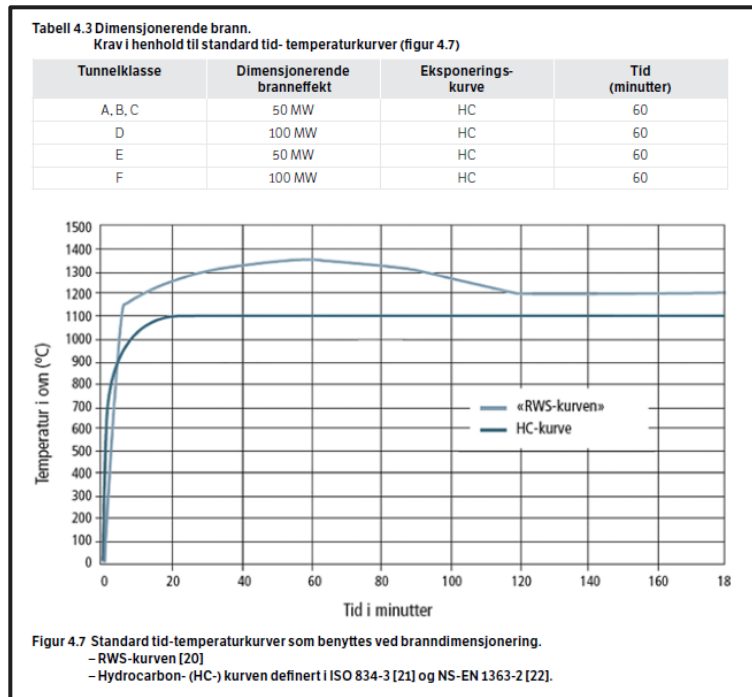
Det skal også etableres infrastruktur for mobiltelefoni, men dette inngår ikke i tunnelens sikkerhetsutrustning.

6.2.13 Høydehinder

Høydehinder plasseres før innkjøring til tunnel

6.2.14 Brannsikring

Tunnelens brannmotstand skal dimensjoneres etter krav i tabell 5.4.1-1 og figur 5.4.1-1 i håndbok N500.



Figur 6-2: Krav til brannmotstand

Dimensjonerende branneffekt er 50 MW i 60 minutter. Vann- og frostsikringsmaterialer i tunnelen skal testes for å sikre nødvendig brannmotstand. Brennbare isolasjonsmaterialer skal sikres med betong.

7 Ingeniørgeologi

Basert på eksisterende grunnlagsmateriale og nye vurderinger, anses planlagte løsninger for de tre tunnelene, Teietunnelen, Ramberg tunnelen og Hogsnestunnelen å være gjennomførbare med tanke på ingeniørgeologiske og hydrogeologiske utfordringer. I henhold til Eurokode 7 vurderes alle tre tunneler inkludert påhugg og forskjæringsområde, brufundamentene og veiskjæringer med høyde over 10 meter i sin helhet til å ligge i geoteknisk kategori 3, konsekvensklasse 3 og pålitelighetsklasse 3.

7.1 Geologiske vurderinger og bergsikring

Fagrapporten oppsummerer geologiske observasjoner og vurderinger knyttet til veitraseen og tunnelene mht. bergkvalitet og sikringsbehov. I tillegg oppsummerer fagrapporten resultater fra tidligere og supplerende grunnundersøkelser (GU), samt miljø, natur og hydrogeologiske aspekter med fokus på innlekkasjekrav til tunnelene. Tidligere planarbeid har vurdert flere traséalternativer, men i denne rapporten er det tatt hensyn til valgt trasé hvor det er redusert fra firefelts til tofelts på Teie

Berggrunnen i området er en del av Oslofeltet som har en geologisk historie med riftdannelse, forkastninger og magmatisme. Det forventes at Teietunnelen og Ramberg tunnelen vil gå gjennom bergarten monzonitt, mens Hogsnestunnelen forventes å gå gjennom bergartene monzonitt og rombeporfyr. Vurdering av bergkvalitet og sikringsbehov er hovedsakelig basert på rapporter i grunnlagsmaterialet, befaringer i planområdet, kjerneboringer, topografiske og geologiske kart, relieffkart og lengdeprofiler av tunnelene. Befaringsobservasjoner viser lite til moderat oppsprukket berg av god kvalitet. Enkelte deler av traseen har noe lav overdekning, som kan gi lite innspenning. Bergoverdekningen varierer mellom 3 m og 40 m. Det er utført 2 kjerneborehull (nr. 6037 og nr. 6038) som er boret vertikalt i forbindelse med prosjektet. Kjerneboringene er utført ved Hogsnestunnelen og de ligger nært hverandre. De viser generelt liten til moderat oppsprekking og noe sprekkebelegg, men det er ikke påtruffet svakhetssoner. Begge borehullene viser hovedsakelig rombeporfyr, men i borehull nr. 6038 er det registrert 1,5 m med monzonitt fra dybde 28 til 29,5m. De mekaniske egenskapene til monzonitt regnes som tilsvarende rombeporfyrens egenskaper, dvs. at bergartene har samme enaksiale styrke.

Bergmassekvaliteten er vurdert med Q-metoden. Gjennomsnittlige Q-verdier for 5 meters segmenter er henholdsvis 15,7 og 10,3 for kjerneboringene 6037 og 6038. Q-verdiene indikerer god bergmassekvalitet. Q-verdiens variasjon for borehull nr. 6037 er mellom 9,3 og 22. Det er ikke registrert økning av Q-verdi med dybden. Variasjonen av Q-verdi for borehull nr. 6038 er mellom 6,8 og 17 uten registrert økning av Q-verdi med dybden.

Antatte svakhetssoner ved alle tunnelene er tolket ut ifra relieffkart og feltkartlegging. Det er funnet flere lineamenter som krysser terrenget over tunneltraseene og som vurderes å kunne representere mulige svakhetssoner. Det foreligger ikke sikker informasjon om svakhetssonenes karakter på tunnelnivå. I denne fasen er det identifisert 15 større og mindre svakhetssoner som antas å krysse Teietunnelen og 9 som krysser Hogsnestunnelen. Det er én mulig svakhetssone som antas å krysse Ramberg tunnelen.

Ut ifra relieffkart og observasjoner i dagen kan bergoverflaten stupe bratt for så å stige igjen like ved. Flere steder i planområdet finnes forsenkninger i terrenget langs steile bergvegger av god bergkvalitet. Disse forsenkningene følger sprekkeretningen og har typisk strøk N-S. Data fra grunnundersøkelser viser samme tendens med stedvis stor forskjell i bergkote over korte

avstander. Trolig kan det eksistere en del smale (<1 m) svakhetssoner med godt sideberg. I dagen fremstår noen av svakhetssonene som åpne sprekker fylt med løsmasse. Det er ikke observert tegn til relativ bevegelse mellom sprekkeplanene. Svakhetssonenes forløp mot dypet er ukjent, men antas å kunne strekke seg til tunnelnivå. Det foreligger ikke sikre data om svakhetssonenes karakter mot dypet.

Det er svært sannsynlig at i løpet av tunneldrivingen vil kunne møte på svakhetssoner, eller partier med dårligere bergmassekvalitet som ikke er fanget opp under forundersøkelsene. Vurderingene i denne rapporten vil gi en pekepinn på bergmassekvalitet og sikringsomfang. Det anbefales derfor at det utføres sonderboring i drivefasen.

Etter å ha vurdert grunnlagsmaterialet, tidligere grunnundersøkelser, relieffkart, resultater fra kjernelogging og gjennomføring av flere ingeniørgeologiske befaringer, er det laget et estimat over fordeling av sikringsklasse de tre tunnelene. Estimater vises i tabellen nedenfor. Det tas forbehold for eventuelle endringer i denne tabellen siden fullstendige resultater fra supplerende grunnundersøkelser er ikke rapportert enda.

Sikringsklasse	I	II	III	IV	(IV)	V
Teietunnelen	15 %	40 %	25 %	15 %	5 %	
Ramberggtunnelen	5 %	50 %	20 %	10 %	10%	5%
Hogsnestunnelen	10 %	35 %	30 %	20 %	5 %	

Figur 7-1: Estimert fordeling av sikringsklasser for alle tre tunneler.

7.2 Hydrogeologiske aspekter og innlekkasjekrav

Innlekkasje til tunnelen kan ha uønskede effekter på omgivelsene, både på natur, infrastruktur og konstruksjoner. Skade på natur, infrastruktur og konstruksjon kan oppstå hvis grunnvannsstanden endres betydelig over lengere tid og natur eller infrastruktur er følsom overfor denne endringen. Løsmassene i området er i høy grad fine marine sedimenter (leire) hvor det kan antas at poretrykkfall kan resultere i setninger. Ved fall i grunnvannspotensialet i berget under disse løsmassene vil poretrykket i løsmassene også kunne endres. Innstrømning til skjæringer direkte i løsmasser kan naturligvis også resultere i poretrykkfall. Innlekkasje til tunnel som ligger dypt under løsmasser kan forventes å gi mindre poretrykkstap i løsmassene enn samme innstrømning til tunnel som ligger mindre dypt i forhold til løsmassene. Selv om en brønnanalyse med alle kjente brønn i området er gjennomført, det er deler av tunnelstrekningen hvor er vannspeilet i fjell ikke kjent.

Erfaringsverdier fra en lang rekke tunnelprosjekter viser at en lekkasje på 10 l/min per 100 m gir en senkning på 0-5 m i poretrykket/grunnvannsnivået i overliggende løsmasser.

Potensialet for innlekkasje til tunnelen vil endelig avgjøres av sprekkeåpninger og svakhetssoners vannførende evne og av dybden til tunnelene i forhold til vannspeilet i berget. Det er ikke spesifikk kjennskap om åpninger av enkelte sprekkesystemer eller om svakhetssonenes vannledende evne, men det finnes noe kjennskap om hvor svakhetssoner kan forventes å finnes. I disse områder må det i utgangspunktet forventes større sannsynlighet for innlekkasje til tunnel og skjæring. Der tunnel eller skjæring ligger direkte i løsmasser vil selv en liten innstrømning til tunnel/skjæring kunne gi poretrykkfall i løsmassene.

På bakgrunn av den eksisterende kjennskapen er veitraséen inndelt i delstrekninger fra delstrekning A til delstrekning P. For hver delstrekning er det vurdert om det er en sannsynlighet

for vesentlige endringer i grunnvannsstand/poretrykk. Dette, sammen med en vurdering av følsomheten for slike endringer kan brukes til å fastsette innlekkasjekrav.

Innenfor influensområdet til tunnelene finnes det bebyggelse, brønner og sårbart naturmangfold. Innlekkasjekrav for alle tunnellop samlet er vurdert til 10 l/min/100m for 1500 m av strekningen og 20 l/min/100m for 1537 m. Det vurderes at en behovsprøvd injeksjonsstrategi kan benyttes for alle tunnelene.

Det anbefales systematisk sonderboring i hele tunnelenes lengde. Stedvis må det sonderbores for overdekning.

7.3 Tunneldrivingsaspekter

Driving av tunnelen kan utføres med konvensjonelle metoder (boring og sprengning). I områder med lav overdekning eller dårlig bergkvalitet kan det være aktuelt med forsiktig sprengning. Enkelte steder langs tunneltraseen (spesielt ved kryssing av svakhetssoner) kan det bli behov for tyngre bergsikring/forsiktig driving med bruk av for eksempel forbolter, sprøytebetongbuer på stoff, og korte salvelengder/delte tverrsnitt eller støp.

Spesielle utfordringer i løpet av tunneldriving forventes å være:

- > Tunnelpåhuggene
- > Partier med lav bergoverdekning
- > Passering av svakhetssoner
- > Passering nær/under eksisterende bebyggelse
- > Veiskjæring med høyde over 10 m, forskjæringer og påhugg
- > Bratt terreng ved tunnelpåhugg (spesielt nordre påhuggene til Rambergstunnelen mot Færderbrua)

Ved gjennomføringen av prosjektet anses det å være svært viktig å sikre tilstedeværelse av ingeniørgeolog(er) med tilstrekkelig erfaring. Arbeidene må følges opp tett, og kvalitet av materialer og utført arbeid må kontrolleres. I organisasjonen må det være personer med kompetanse til kontinuerlig å verifisere gyldigheten av prosjekteringsforutsetningene, til raskt å kunne vurdere behov for justeringer, og med myndighet til å implementere disse.

8 Anleggsgjennomføring

I anleggsfasen forutsettes følgende:

- > Teietunnelen drives i hovedsak fra Kolbergsiden. Den vestre delen av tunnelen kan drives fra Ramdalsiden etter at påhugg er avdekket der. Massetransporten fra tunneldrivingen vil foregå direkte ut på Kirkeveien.
- > Rambergstunnelen drives fra Munkerekkveien. Tunnelen bør drives tidlig i prosjektet fordi den er en viktig adkomst for brubyggingen.
- > Hogsnestunnelen drives fra Jarlsbergsiden. Dette gir god adkomst til fv. 303, fv. 300 og E18 for transport av masser til nærmeste egnede deponi.
- > Tunneldrivevann renses og gjenbrukes.

For øvrig vises til beskrivelse av anleggsgjennomføring i separat rapport.

9 Kostnader

Følgende kostnader er beregnet ved hjelp av Anslag-metodikk. Alle kostnader inkluderer rigg, MVA og andel av byggherrekostnader, grunnerverv og usikkerhetsfaktorer.

Teietunnelen:	939 MNOK
Ramberggtunnelen:	264 MNOK
Hogsnestunnelen:	753 MNOK