

Statens vegvesen

Interkommunal kommunedelplan med konsekvensutredning

Ny fastlandsforbindelse fra Nøtterøy og Tjøme

Risiko- og sårbarhetsanalyse



Oppdragsnr.: 5168217 Dokumentnr.: 5168217-ROS Versjon: J05
2017-10-23

Oppdragsgiver: Statens vegvesen
Oppdragsgivers kontaktperson: Steinar Aspen
Rådgiver: Norconsult AS, Apotekergaten 14, NO-3187 Horten
Oppdragsleder: Kevin H. Medby
Fagansvarlig: Kevin H. Medby
Andre nøkkelpersoner: Jørn Harald S. Andersen, siv.ing

J05	2017-10-23	Endelig utgave, rev nye trafikk tall oktober 2017	JSA	KHMe	KHMe
J04	2017-06-30	Endelig utgave, justert for nye trafikk tall, og etter høring i A2-gruppen	JSA	KHMe	KHMe
B03	2017-05-05	Første utgave til ekstern høring - A2-gruppen	JSA	KHMe	KHMe
B02	2017-04-21	Foreløpig utgave (75-90% versjon)	JSA	KHMe	KHMe
A01	2017-04-20	For intern kvalitetssikring	JSA	KHMe	
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

Sammendrag

Denne risiko- og sårbarhetsanalysen omhandler de 7 veialternativene for fastlandsforbindelsen fra Nøtterøy og Tjøme. Den vurderer alternativene opp mot hverandre utelukkende ut fra et risiko- og sårbarhetsperspektiv, og ivaretar kravene i plan og bygningsloven § 4.3 om ROS-analyser for arealplaner. Alle 7 veialternativene representerer en økt sikkerhet i forhold til dagens situasjon. Men når veialternativene vurderes ut fra et overordnet sikkerhetsperspektiv, er det alternativene med bro kombinert med færrest overgangssoner mellom tunnel og vei i dagen som fremstår med best sikkerhet.

I tillegg vurderes alle alternativene å oppfylle målstrukturen for delprosjektene i bypakken og da spesielt målene som er relevante for samfunnssikkerhet:

- Samfunnsmål Robusthet: En samfunnssikker forbindelse mellom Nøtterøy og fastlandet som sikrer viktige transportavhengige samfunnsfunksjoner.
- Effektmål Robusthet: Redusert risiko (sannsynlighet og konsekvens) for stengning av forbindelsen mellom Nøtterøy og fastlandet.

De veialternativene med beliggenhet som også gir en *naturgitt robusthet* mot flom og forventede klima-effekter (vannstand, store nedbørsmengder over kort tid, vind og ras) fremstår som mest robuste. Dette favoriserer veitrasè utenfor flom- og skredutsatte områder. De øvrige alternativene er også akseptable, men de vil være avhengig av konstruksjoner og vedlikehold av disse for å gi god beskyttet mot fremtidige klimateffekter. Det gjelder spesielt undersjøiske tunneler med tilhørende skjæringer og kulverter.

Norconsult mener også *fordeling av trafikkmengde* mellom eksisterende kanalbro og ny fastlandsforbindelse er viktig for veialternativenes sikkerhetsgevinst. Å avlaste veinettet i tettbygde områder (med høy andel myke trafikanter), er bare mulig dersom den nye veiforbindelsen i størst mulig grad velges *både* av de som skal til/fra Tønsberg by og de som skal ut av Tønsberg-regionen. Dette medfører at korridor 2 (Korten) fremstår som vesentlig bedre enn korridor 1, med mindre aktiv styring av trafikkfordeling innføres. Slik styring kan skje ved f.eks. å bare tillate kollektivtrafikk over kanalbrua deler av døgnet.

Fordelen til korridor 2 med hensyn på fordeling av trafikk, må derimot veies opp mot potensialet for større hendelser i Kjelle-krysset, der både øvrige veisystem og en evt. jernbane kan bli rammet. Valg av en klaffebru (alternativ 16200) vil også kunne gi perioder med kødannelse mot Korten når brua åpnes for passerende skip/ fritidsbåter, noe som påvirker fremkommelighet men i mindre grad sikkerhet.

Ut fra et rent sikkerhetsperspektiv basert på summen av 10 faktorer, rangeres veialternativene slik:

1. 16200 med klaffebru Kaldnes - Korten
2. 16730 med åpen spunt/kort undersjøisk tunnel Kaldnes - Korten
3. 11500 med høy bru/tunnel Ramberg – Smørberg

Ingen alternativer vurderes som uakseptable med hensyn på sikkerhet. Alternativ 16200 kan imidlertid komme i konflikt med en eventuell jernbanebru i Vearkorridoren.

Analysen viser vider at en beslutning som innebærer at ny fastlandsforbindelse ikke bygges som forutsatt og en i fremtiden bare vil ha eksisterende kanalbru som fastlandsforbindelse vil medføre svært høy (økt) og uakseptabel sårbarhet. Dette gjelder spesielt for Nøtterøy og Tjøme, men også delvis for Tønsberg i forhold til de store trafikale problemene som vil kunne oppstå.

Norconsult fremmer i tillegg følgende tilrådninger om risikoreduserende tiltak, uavhengig av hvilket alternativ som velges:

1. Befolkningsmengden på Nøtterøy og Tjøme (spesielt i sommerperioden) gir et betydelig antall oppdrag for redningsetatene. Etatenes lokalisering på fastlandet, kombinert med sårbarheten til dagens bruforbindelse, medfører at Norconsult gir tilrådning om at fjordkrysningen bør skje med 4-felts broforbindelse, eventuelt undersjøisk tunnel med to løp. Forholdet gjelder spesielt politi og helse, og i noe mindre grad brannberedskap.
2. Med reduksjon fra 4 til 2 felt over kanalbrua, viser grove beregninger fra Statens vegvesen at antall kjøretøy pr. felt ikke vil bli redusert til tross for eventuelt valg av korridor 2. Ved eventuelt valg av korridor 1 vil trafikkmengden over kanalbrua pr. felt tidvis bli like utfordrende som i dag, noe som er uheldig for sikkerhet (tettbygget strøk, myke trafikanter). Norconsult mener mer detaljerte analyser av trafikkfordelingen bør utføres i tillegg til utredning av trafikk-regulerende tiltak.
3. Ut fra et sikkerhetsperspektiv tilråder Norconsult at Kolberg blir et planskilt kryss der de kjøretøy som tar av fra Smidsrødveien får en mulighet til å ta av til Kirkeveien dersom de kjører feil. Dette for å unngå farlig kjøreadferd i forkant av tunnelen under Teieskogen.

Innhold

1	Innledning	6
1.1	Bakgrunn	6
1.2	Risiko- og sårbarhetsanalysen	6
1.3	Forutsetninger og avgrensninger	7
1.4	Begreper og forkortelser	8
1.5	Styrende dokumenter	8
1.6	Grunnlag- og referansedokumenter	9
2	Om analyseobjektet	11
2.1	Beskrivelse av analyseobjektet (alternativene)	11
2.2	Delobjekt Kolberg	12
2.3	Delobjekt 10000, høy bru Ramberg – Vear	13
2.4	Delobjekt 11000, høy bru/tunnel Ramberg – Smørberg	14
2.5	Delobjekt 11500, høy bru/tunnel Ramberg – Smørberg	15
2.6	Delobjekt 12000, lav bru Kaldnes – Smørberg	16
2.7	Delobjekt 12200, åpen spunt/kort undersjøisk tunnel Kaldnes – Smørberg	17
2.8	Delobjekt 16200, bru Kaldnes - Korten	18
2.9	Delobjekt 16730, åpen spunt/kort undersjøisk tunnel Kaldnes - Korten	19
3	Metode	20
3.1	Innledning	20
3.2	Fareidentifikasjon	20
3.3	Sårbarhetsvurdering	20
3.4	Risikoanalyse	20
3.4.1	Kategorisering av sannsynlighet og konsekvens	20
3.4.2	Vurdering av risiko	22
3.5	Sårbarhets- og risikoreduserende tiltak	22
4	Fareidentifikasjon og sårbarhetsvurdering	23
4.1	Innledende farekartlegging	23
4.2	Sårbarhetsvurdering	25
4.2.1	Undersjøiske tunneler vs. vei i dagen med bru - sårbarhet	25
4.2.2	2-felts vs. 4-felts vei og sårbarhet	27
4.2.3	Trafikkmengde (eksponering) og sårbarhet	27
4.2.4	Maritim ferdsel	30
4.2.5	Klaffebru og sårbarhet	30
4.2.6	Tilsiktede handlinger	30
4.2.7	Redningsetatene og sårbarhet	31
4.2.8	Anleggsfasen - sårbarhet overfor skred	31
4.2.9	Tiltaket blir ikke gjennomført - sårbarhet	31
4.2.10	Samlet sårbarhetsvurdering av de 7 alternativene	32
5	Konklusjon og anbefalinger	34
5.1	Konklusjon	34
5.2	Tilrådninger	34
6	Vedlegg 1 – Risikoanalyse	36

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Bypakke Tønsberg-regionen er etablert for å planlegge og anlegge et helhetlig transportsystem for Tønsberg-regionen. Partene er Vestfold fylkeskommune og kommunene Tønsberg, Nøtterøy, Tjøme og Stokke.

Vestfold fylkeskommune er prosjekteier og Statens vegvesen prosjektleder og fagansvarlig.

Det har vært gjennomført en silingsprosess for ny fastlandsforbindelse fra Nøtterøy og Tjøme. Denne silingsprosessen ble avsluttet i juni 2016 og antall alternativer som skal utredes er nå redusert fra 20 til 7 alternativer. Silingen ble behandlet hos partene helt opp til kommunestyre og fylkesting. Fastlandsforbindelsen er ett av fem delprosjekt i bypakken. Ny trasé for fastlandsforbindelse skal avklares gjennom en interkommunal kommunedelplan med konsekvensutredning, og det inngår syv alternative løsninger innenfor to korridorer.

Denne risiko- og sårbarhetsanalysen omhandler de syv veialternativene inkludert vurdering av innvirkning fra mulig jernbanetrasé i den såkalte Vearkorridoren på tvers av veilinjene.

Alle delprosjektene i bypakken er underlagt en felles målstruktur. Spesielt relevant for ROS er målene om robusthet:

- Samfunnsmål Robusthet: En samfunnssikker forbindelse mellom Nøtterøy og fastlandet som sikrer viktige transportavhengige samfunnsfunksjoner.
- Effektmål Robusthet: Redusert risiko (sannsynlighet og konsekvens) for stengning av forbindelsen mellom Nøtterøy og fastlandet.

Plan- og bygningsloven stiller krav om gjennomføring av risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS-analyser) ved all arealplanlegging, jf. § 4.3: "Ved utarbeidelse av planer for utbygging skal planmyndigheten påse at risiko- og sårbarhetsanalyse gjennomføres for planområdet, eller selv foreta en slik analyse. Analysen skal vise alle risiko- og sårbarhetsforhold som har betydning for om arealet er egnet til utbyggingsformål, og eventuelle endringer i slike forhold som følge av planlagt utbygging.

Områder med fare, risiko eller sårbarhet avmerkes i planen som hensynssone, jf. §§ 11-8 og 12-6. Planmyndigheten skal i arealplaner vedta slike bestemmelser om utbyggingen i sonen, herunder forbud, som er nødvendig for å avverge skade og tap."

NVEs retningslinjer 2-2011 om «Flaum og skredfare i arealplanar» stiller krav om at det ikke skal bygges i utsatte områder. Tilsvarende gir også andre lover og forskrifter krav om sikkerhet mot farer.

Denne ROS-analysen vurderer og analyserer relevante farer, sårbarhet og risikoforhold ved det aktuelle planområdet, og identifiserer behov for sårbarhets- og risikoreduserende tiltak i forbindelse med etablering av fastlandsforbindelsen fra Nøtterøy og Tjøme. Forhold knyttet til forventet fremtidig klimaendring er en integrert del av analysen. Analysen omfatter hele planområdet og er tilpasset plannivået *interkommunal kommunedelplan*.

1.2 Risiko- og sårbarhetsanalysen

Denne risiko- og sårbarhetsanalysen (ROS) er en systematisk beskrivelse og utredning av risiko og sårbarhet for veialternativene. Det skal også vurderes hvordan alternativene virker inn på sannsynlighet og konsekvens forbundet med brudd på forbindelsen mellom Nøtterøy/Tjøme og fastlandet.

ROS-analysen ser også på tilførselsveier og kryss i tilknytning til eksisterende kanalbru og framtidig fastlandsforbindelse. Begge disse elementene vil stå sentralt i vurderingen, og avstanden mellom ny og eksisterende kryssing vil ha betydning for sårbarheten ved uforutsette hendelser.

ROS-analysen ivaretar to perspektiver:

1. Forhold i **omgivelsene** kan true prosjektet og hvordan?
2. Forhold i **prosjektet** kan true omgivelsene og hvordan?

Aktuelle farer som belyses i ROS-analysen:

- Kanalbrua og/eller ny fastlandsforbindelse ute av drift
- Transportulykke med farlig gods på vei
- Skipsulykke, evt. med farlig gods
- Jord/leirskred som påvirker veinettet
- Anleggsperiodens innvirkning på jord/leirskred i naboområder til anlegget
- Områdestabilitet der det er kvikkleireforekomster
- Jordskjelv
- Klimaendringer
- Ekstremt vær (vind, regn, snø)
- Sårbare trafikknutepunkt (f.eks. Kjelle-krysset)
- Brann (industri, boligområde)
- Terrorhandlinger
- Utrykningsetatene
- Ny fastlandsforbindelse blir ikke etablert

ROS-analysen skal ta hensyn til at fastlandsforbindelsen kan bli utbygd både som 2-felts vei og/eller som 4-felts vei.

Analysen som allerede er utført i kommunal regi inngår i grunnlagsmaterialet for ROS-analysen. ROS-analysen beskriver utredningsalternativenes risikonivå og framskaffer kunnskap som gjør det mulig å avgjøre om det er forskjell mellom alternativene med hensyn til sårbarhet. I tillegg skal analysen tilfredsstille krav om ROS-analyse i forbindelse med arealplanlegging.

1.3 Forutsetninger og avgrensninger

Følgende forutsetninger og avgrensninger er gjeldende for denne analysen:

- ROS-analysen er en overordnet og kvalitativ grovanalyse.
- Analysen omfatter farer for tredjeperson, ytre miljø og materielle verdier.
- Vurderingene i analysen er basert på foreliggende dokumentasjon om prosjektet.
- Analysen tar for seg forhold knyttet til driftsfasen (ferdig løsning).
- Bygge- og anleggsfasen er vurdert med hensyn på sikkerhet for 3dje person og jord/leirskred i nabo-områder til anlegget.
- ROS-analysen omfatter ikke farer for arbeidstakerne i bygge- og anleggsfasen eller ved fremtidig drift og vedlikehold av veianlegget. Disse forutsettes ivaretatt i prosjektets SHA-arbeid.
- Analysen omhandler enkelthendelser, ikke flere uavhengige og sammenfallende hendelser.

1.4 Begreper og forkortelser

Tabell 1 - Begreper og forkortelser

Uttrykk	Beskrivelse
Konsekvens	Mulig følge av en uønsket hendelse. Konsekvenser kan uttrykkes med ord eller som en tallverdi for omfanget av skader på mennesker, miljø eller materielle verdier. Det vil alltid være usikkerhet knyttet til hva som vil bli konsekvensene.
Risiko	Uttrykk for kombinasjonen av sannsynlighet for og konsekvensen av en uønsket hendelse.
Risikoanalyse	Systematisk fremgangsmåte for å beskrive og/eller beregne risiko. Risikoanalysen utføres ved kartlegging av uønskede hendelser, deres årsaker, sannsynlighet og konsekvenser.
Risikoreduserende tiltak	Tiltak som påvirker sannsynligheten for eller konsekvensen av en uønsket hendelse. Risikoreduserende tiltak består av forebyggende tiltak og konsekvensreduserende tiltak.
Safety	Sikkerhet mot uønskede hendelser som opptrer som følge av en eller flere tilfældigheter.
Samfunnssikkerhet	Evnen samfunnet har til å opprettholde viktige samfunnsfunksjoner og å ivareta borgernes liv, helse og grunnleggende behov under ulike former for påkjenninger.
Sannsynlighet	I hvilken grad det er trolig at en hendelse vil kunne inntreffe.
Security	Sikkerhet mot uønskede hendelser som er resultat av overlegg og planlegging.
Sårbarhet	Manglende evne hos et analyseobjekt til å motstå virkninger av en uønsket hendelse, og til å gjenopprette sin opprinnelige tilstand eller funksjon etter hendelsen.
Ekom	Elektronisk kommunikasjon. Med EKOM menes all form for elektronisk kommunikasjon og den infrastrukturen som må være tilstede for at kapasitetskrevenende tjenester skal fungere.
DSB	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
NGU	Norges geologiske undersøkelse
NVE	Norges vassdrags- og energidirektorat
SVV	Statens vegvesen

1.5 Styrende dokumenter

Tabell 2 - Styrende dokumenter

Ref.	Tittel	Dato	Utgiver
A	NS 5814:2008 Krav til risikovurderinger	2008	Standard Norge
B	Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)	2008	Miljøverndepartementet

Ref.	Tittel	Dato	Utgiver
C	Brann- og eksplosjonsvernloven	2002	Justis- og beredskapsdepartementet
D	Storulykkeforskriften	2005	Justis- og beredskapsdepartementet
E	Forskrift om strålevern og bruk av stråling	2010	Helse- og omsorgsdepartementet
F	Samfunnssikkerhet i arealplanlegging (Utkom i ny utgave i april 2017, men er ikke benyttet da denne utredningen allerede var påstartet)	2011	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
G	Samfunnssikkerhet i plan- og bygningsloven	2011	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
H	NVEs retningslinjer nr. 2-2011: Flaum og skredfare i arealplanar, revidert 22. mai 2014	2014	Norges vassdrags- og energidirektorat
I	Retningslinjer for Fylkesmannens bruk av innsigelse i plansaker etter plan og bygningsloven	2010	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
J	StrålevernInfo 14:2012 Radon i arealplanlegging	2012	Statens strålevern
K	Havnivåstigning og stormflo – samfunnssikkerhet i kommunal planlegging	2016	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
L	Sea Level Change for Norway	2015	Kartverket, Nansensenteret og Bjerknessenteret
M	Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen - Veiledning	2006	Mattilsynet m.fl
N	Retningslinjer for risikoakseptkriterier for skred på veg NA-rundskriv 2014/08	05.2014	Statens vegvesen

1.6 Grunnlag- og referansedokumenter

Tabell 3 - Grunnlags- og referansedokumentasjon

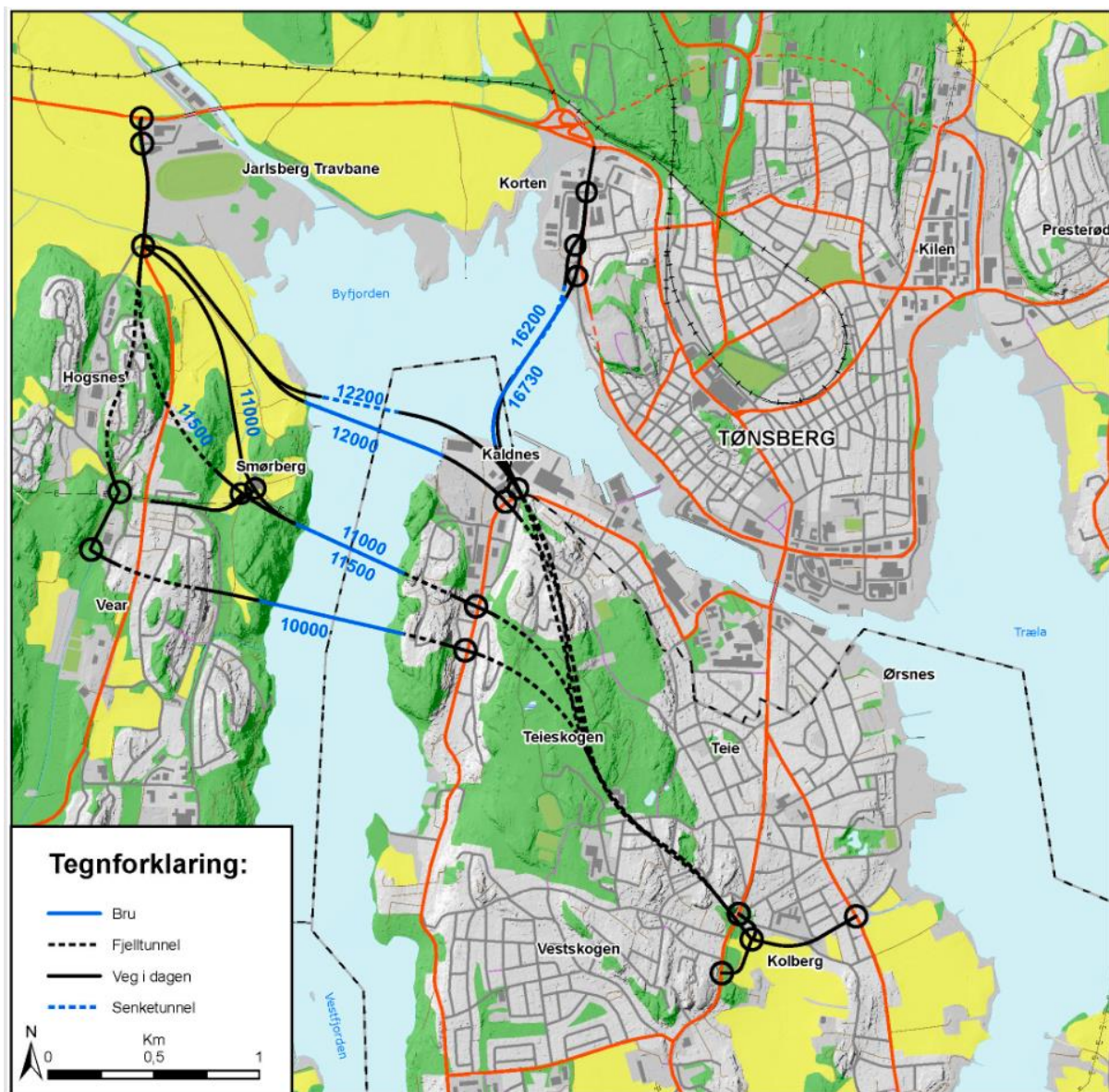
Ref.	Tittel, beskrivelse	Dato	Utgiver
1	Fastsatt planprogram; Ny fastlandsforbindelse fra Nøtterøy og Tjøme - Interkommunal kommunedelplan med konsekvensutredning	April 2016	Statens vegvesen
2	Siling av alternativer – sammendrag; Ny fastlandsforbindelse fra Nøtterøy og Tjøme - Interkommunal kommunedelplan med konsekvensutredning	April 2016	Statens vegvesen
3	Risiko- og sårbarhetsanalyse	02.03.16	Tønsberg kommune
4	Risiko- og sårbarhetsanalyse for Nøtterøy kommune	2014	Nøtterøy kommune

Ref.	Tittel, beskrivelse	Dato	Utgiver
5	NVE-veileder nr. 7-2014: Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.	2014	Norges vassdrags- og energidirektorat
6	NVE-veileder nr. 8-2014: Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak.	2014	Norges vassdrags- og energidirektorat
7	GIS i samfunnssikkerhet og arealplanlegging	2011	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, FM Rogaland, FM Hordaland, FM Sogn og Fjordane, Statens kartverk
8	Havnivåstigning og stormflo	2016	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
9	Klimahjelperen	2015	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
10	Forvaltningsstrategi om magnetfelt og helse ved høyspentanlegg	2005	Statens strålevern
11	Åpen trusselvurdering	2017	Politiets sikkerhetstjeneste
12	Offisielle kartdatabaser og statistikk		DSB, NVE, Norges geologiske undersøkelse, Statens vegvesen, Miljødirektoratet, Statens strålevern, Riksantikvaren, Statens kartverk, m.fl.
13	Trafikksikkerhetshåndboken, 4 utgave	2012	TØI,
14	Geoteknisk vurdering for ny fastlandsforbindelse fra Nøtterøy og Tjøme	20.03.17	Rambøll,

2 Om analyseobjektet

2.1 Beskrivelse av analyseobjektet (alternativene)

De 7 alternative fastlandsforbindelsene er vist nedenfor. Heltrukne linjer er bruforbindelser, mens stiplet linje angir tunnel i sjø eller på landside.



Figur 1 - Oversiktskart over aktuelle veialternativer

Alternativene fordeler seg på to korridorer:

Korridor 1: Kolberg – Kaldnes – Hogsnes/Jarlsberg (alt: 10000, 11000, 11500, 12000, 12200)

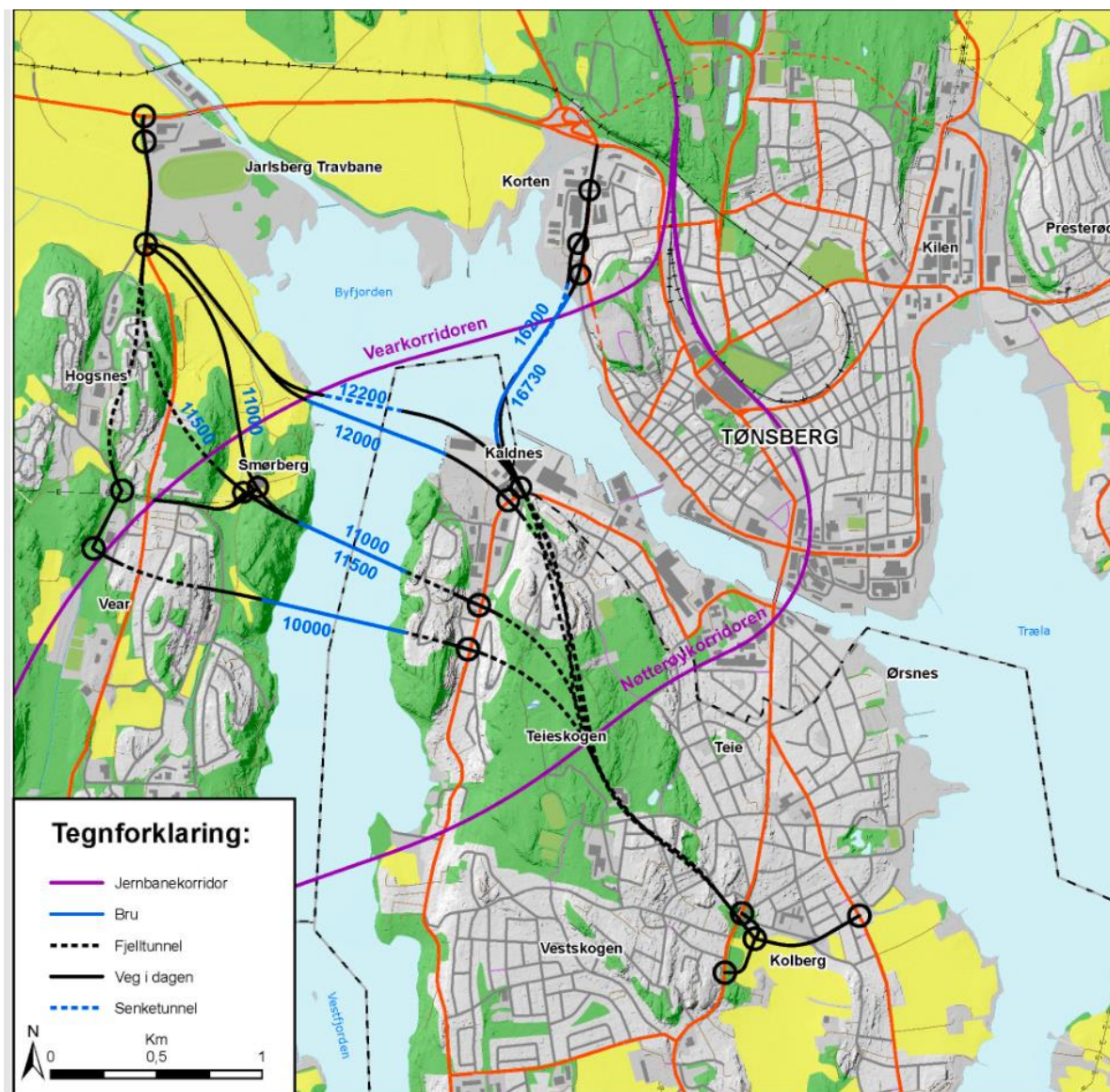
Korridor 2: Kolberg – Kaldnes – Korten (alt: 16200 og 16730)

Alternativ 16200 og 12000 er lave klaffebruer, de øvrige er høye der fartøy kan seile under.

BaneNOR har underveis i arbeidet med denne analysen lagt frem planprogrammet for InterCity strekningen Tønsberg - Skien. Det er to traseer som er aktuelle for jernbanen; Vearkorridoren og Nøtterøykorridoren.

I foreliggende plangrunnlag for Nøtterøyforbindelsen skal det tas høyde for at det kan komme en jernbanetrasé i Vearkorridoren med en fast, lav bru. Nøtterøykorridoren er foreløpig vurdert til å krysse med tilstrekkelig overdekning til veitunnel. Problemstillingen vei/jernbane drøftes også i denne ROS-analysen.

Kartskissen nedenfor viser alternativene for fastlandsforbindelsen, og korridorene for jernbanen:

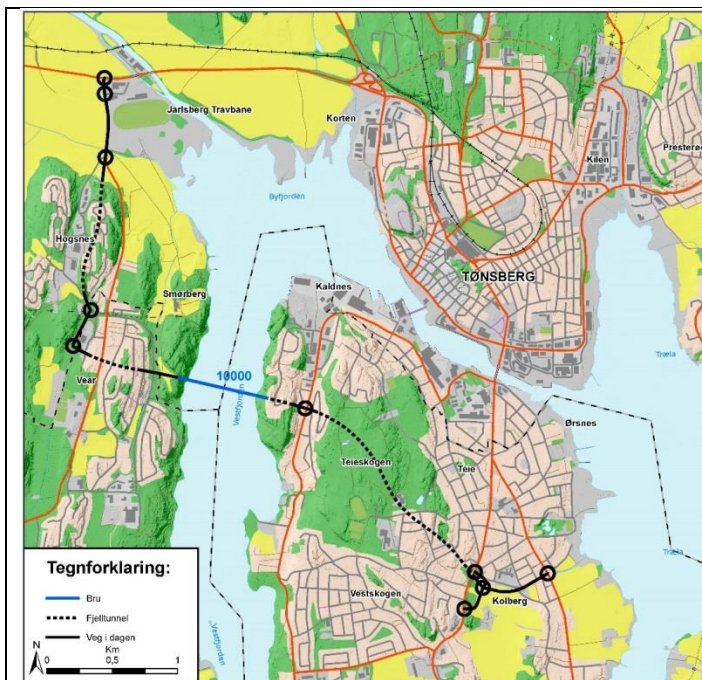


Figur 2 - Oversiktskart over alternativene inkludert aktuelle traseer for InterCity Tønsberg - Skien (Lilla linje)

2.2 Delobjekt Kolberg

Dette er et delobjekt som er felles for alle alternativene. Det foreligger en rekke alternative utforminger av dette krysset. Ut fra et sikkerhetsperspektiv tilrårer Norconsult et planskilt kryss der de kjøretøy som tar av fra Smidsrødveien får en mulighet til å ta av til Kirkeveien dersom de kjører feil. Dette for å unngå tilsiktet men farlig kjøreadferd i forkant av tunnel. Vi viser før øvrig til trafiksikkerhetshåndbokens kap. 1.9 om alternative utforminger av planskilte kryss og gradering av risiko.

2.3 Delobjekt 10000, høy bru Ramberg – Vear



10 000

Alternativ 10000 går i fjelltunnel fra Kolberg til Munkerekkeveien, som passerer i dagen. Her vil det bli kryss i plan. Traséen går videre i tunnel gjennom Rambergåsen og i høy bru over Vestfjorden mot Vear. Brua vil få en seilingshøyde på ca. 40 m.

Videre går veien i tunnel gjennom Skomakeråsen, under Melsomvik-veien og kommer ut av tunnelen ved Firingsmyrene. Her vil traséen koble seg på evt. ny Fv. 303 og gå i dagen før den fortsetter i tunnel gjennom Hogsnesåsen og kommer ut i dagen syd for Jarlsberg Travbane hvor det blir et kryss i dagen med Bjellandsveien og Hogsnesbakken.

Videre går veien i dagen fram til krysset ved Semslinna.

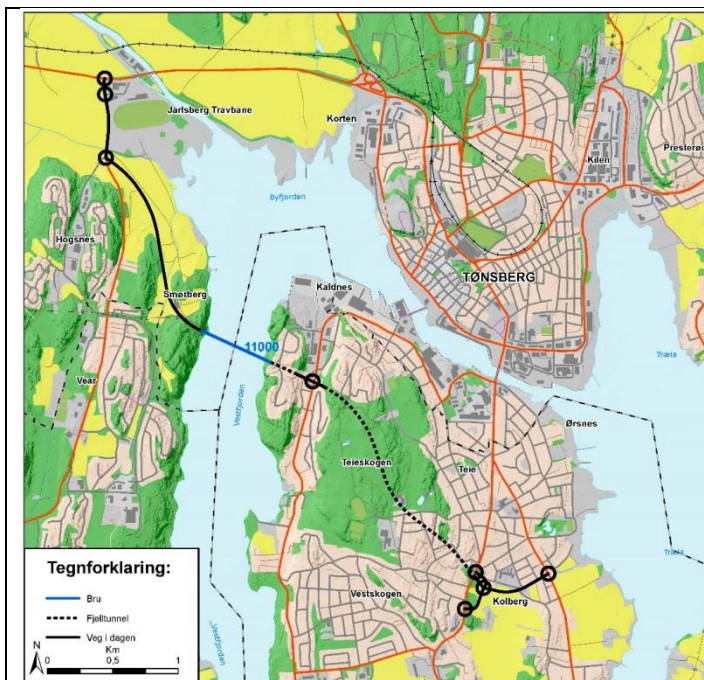


10000

4-felt		2-felt	
Antall kryss d=35m	3	Antall kryss d=35m	3
Antall kryss d=45-50m	7	Antall kryss d=40m	7
Antall meter H1	1070	Antall meter H1	1070
Antall meter H6	1702	Antall meter H5	1702
Antall meter 2xT9,5	3041	Antall meter 2xT9,5	2661
Antall meter løsmassetunnel	245	Antall meter T12,5	380
Antall meter bru	660	Antall meter løsmassetunnel	245
Antall meter T7,5 (GS)	210	Antall meter bru	660

Sikkerhetsrelaterte forhold: Løsningen har 8 overgangssoner (vei i dag og vei i tunnel), med en gradient i tunnel på 4,49%. Bro med pilarer i sjø. Noe flomutsatt ved Jarlsberg. Lav morgensol på bru og ved overgangssoner tunnel/dagsone i 2 punkter. Løsningen gir estimert ÅDT over kanalbru til 22 000.

2.4 Delobjekt 11000, høy bru/tunnel Ramberg – Smørberg

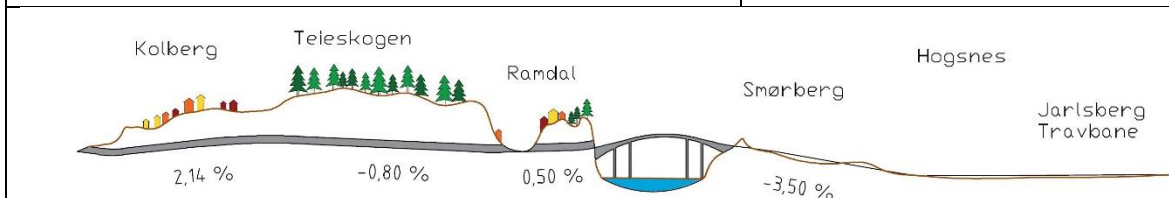


11 000

Alternativ 11000 går i fjelltunnel fra Kolberg til Munkerekkeveien/Ramdalveien, som passeres i dagen. Her vil det bli kryss i plan. Traseén går videre i tunnel gjennom Rambergåsen og i høy bru over Vestfjorden mot Smørberg. Underkant bru vil ligge på ca. kote 40.

Videre går veien i dagen over Smørberg til syd for Jarlsberg Travbane hvor det blir et kryss i dagen med Bjellandsveien og Hogsnesbakken.

Videre går traséen i dagen fram til krysset ved Semslinna.

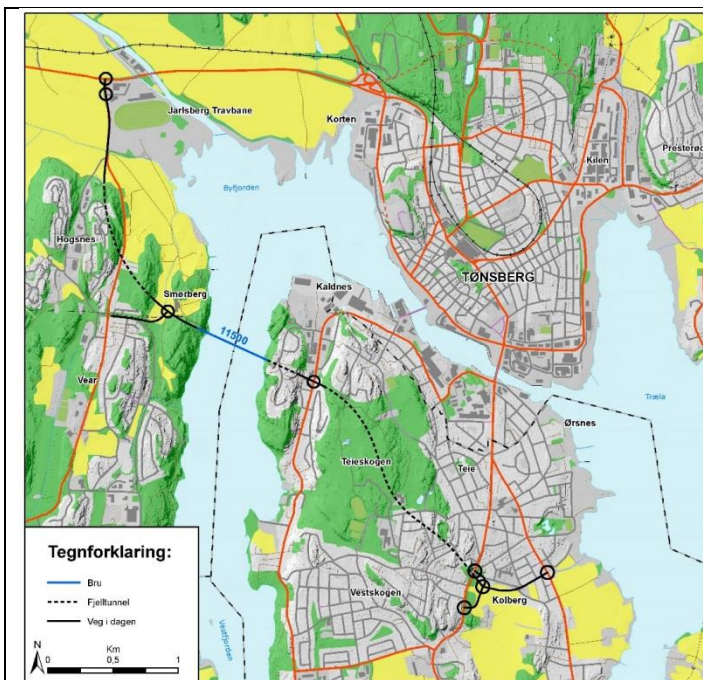


11000

4-felt		2-felt	
Antall kryss d=35m	3	Antall kryss d=35m	3
Antall kryss d=45-50m	5	Antall kryss d=40m	5
Antall meter H1	1070	Antall meter H1	1070
Antall meter H6	2310	Antall meter H5	2310
Antall meter 2xT9,5	2120	Antall meter 2xT9,5	1890
Antall meter bru	590	Antall meter T12,5	230
Antall meter T7,5 (GS)	230	Antall meter bru	590
Antall kryss d=35m	3	Antall meter T7,5 (GS)	230

Sikkerhetsrelaterte forhold: Løsningen har 4 overgangssoner (vei i dag og vei i tunnel) uten store gradianter i tunnel. Bro med piler i sjø. Betydelig flomutsatt inn mot Jarlsberg. Noe morgensol på bru men uten lysforandring tunnel-bru. Løsningen gir estimert ÅDT over kanalbru til 22 000.

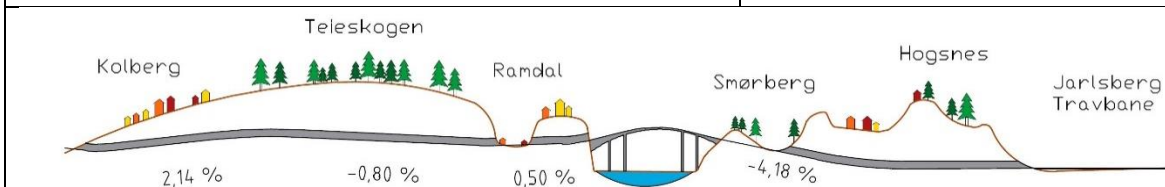
2.5 Delobjekt 11500, høy bru/tunnel Ramberg – Smørberg



11 500

Alternativ 11500 går i fjelltunnel fra Kolberg til Munkerekkeveien/Ramdalveien, som passerer i dagen. Her vil det bli kryss i plan. Traséen går videre i tunnel gjennom Rambergåsen og i høy bru over Vestfjorden mot Smørberg. Underkant bru vil ligge på ca. kote 40.

Veien går i dagen en kort strekning på Smørberg før den fortsetter i tunnel fram til kryss i dagen med Bjellandsveien og Hogsnesbakken. Her vurderes det å flytte krysset til Smørberggrønningen før tunnelen. Videre går traséen i dagen fram til krysset ved Semslinna.

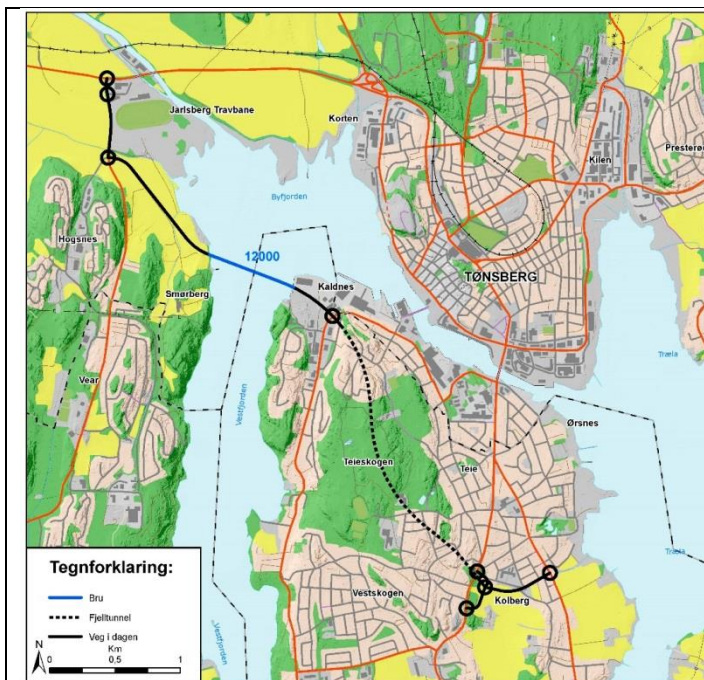


11500

4-felt		2-felt	
Antall kryss d=35m	3		
Antall kryss d=45-50m	5		
Antall meter H1	1070		
Antall meter H6	1295		
Antall meter 2xT9,5	2940		
Antall meter løsmassetunnel	200		
Antall meter bru	590		
Antall meter T7,5 (GS)	230		

Sikkerhetsrelaterte forhold: Løsningen har 6 overgangssoner (vei i dag og vei i tunnel) og et mindre område med mer enn 4% graderter i tunnel. Bro med pilarer i sjø. Noe flomutsatt inn mot Jarlsberg. Lav morgensol på bru og ved overgangssoner tunnel/dagsone i 2 punkter. Løsningen gir estimert ÅDT over kanalbru til 22 000.

2.6 Delobjekt 12000, lav bru Kaldnes – Smørberg

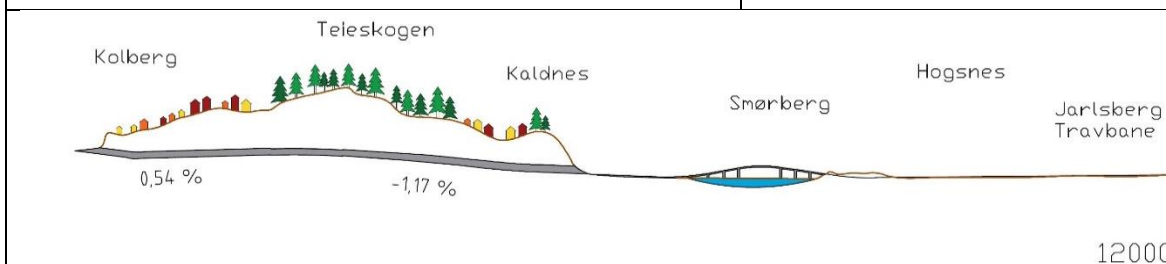


12 000

Alternativ 12000 går i fjelltunnel fra Kolberg til Ramdalveien, som passeres i dagen. Her vil det bli kryss i plan.

Traséen går videre i en lav bru over Vestfjorden mot Smørberg. Videre går den i dagen over Smørberg til syd for Jarlsberg Travbane hvor det blir et kryss i dagen med Bjellandsveien og Hogsnesbakken.

Videre går traséen i dagen fram til krysset ved Semslinna.

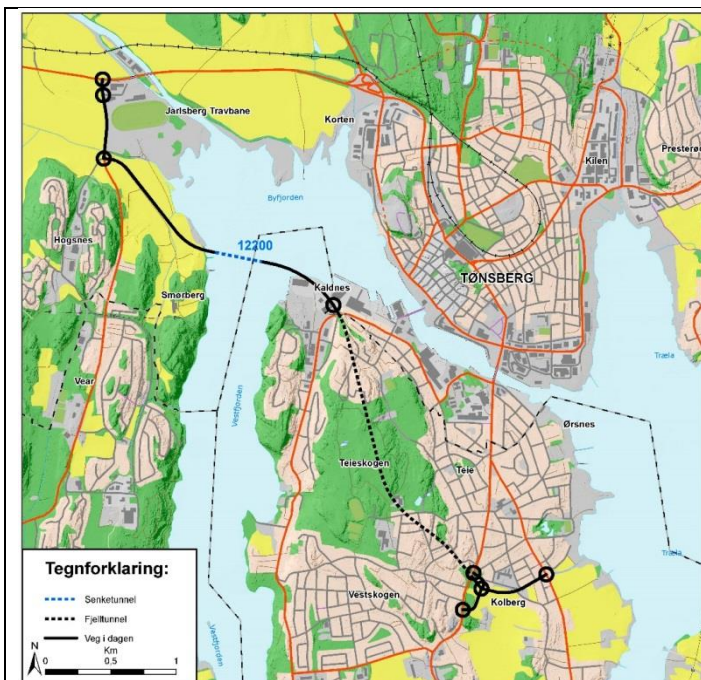


12000

4-felt		2-felt	
Antall kryss d=35m	3	Antall kryss d=35m	3
Antall kryss d=45-50m	5	Antall kryss d=40m	5
Antall meter H1	1070	Antall meter H1	1070
Antall meter H6	2082	Antall meter H5	2082
Antall meter 2xT9,5	2265	Antall meter 2xT9,5	2265
Antall meter bru	710	Antall meter bru	710
Antall kryss d=35m	3	Antall kryss d=35m	3
Antall kryss d=45-50m	5	Antall kryss d=40m	5

Sikkerhetsrelaterte forhold: Løsningen har 2 overgangssoner (vei i dag og vei i tunnel) uten store gradienter i tunnel. Lav bro med piler i sjø. Betydelig flomutsatt inn mot Jarlsberg. Noe morgensol på bru men uten lysutsatte overgangssoner. Løsningen gir estimert ÅDT over kanalbru til 22 000.

2.7 Delobjekt 12200, åpen spunt/kort undersjøisk tunnel Kaldnes – Smørberg



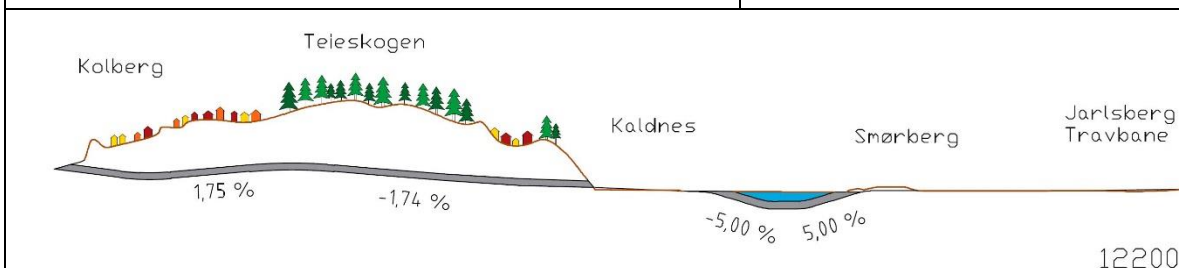
Alternativ 12200 går i fjelltunnel fra Kolberg til Ramdalveien, som passerer i dagen. Her vil det bli kryss i plan.

Traséen går videre i en åpen rampe før en undersjøisk tunnel under Vestfjorden og videre i en åpen rampe mot Smørberg.

Videre går den i dagen langs eksisterende lokalvei nord for Smørberg, til syd for Jarlsberg Travbane hvor det blir et kryss i dagen med Bjellandsveien og Hogsnesbakken.

Videre går traséen i dagen fram til krysset ved Semslinna.

12 200



4-felt		2-felt	
Antall kryss d=35m	3	Antall kryss d=35m	3
Antall kryss d=45-50m	5	Antall kryss d=40m	5
Antall meter H1	1070	Antall meter H1	1070
Antall meter H6	1815	Antall meter H5	1815
Antall meter 2xT9,5	2310	Antall meter 2xT9,5	2310
Antall meter Senketunnel	570	Antall meter Senketunnel	570
Antall meter rampe/spunt	415	Antall meter rampe/spunt	415
Antall kryss d=35m	3	Antall kryss d=35m	3

Sikkerhetsrelaterte forhold: Løsningen har 4 overgangssoner (vei i dag og vei i tunnel) med 5% gradient i tunnel. Betydelig flomutsatt inn mot Jarlsberg. Noe morgensol fra tunnel kombinert med betydelig lysforandring. Løsningen gir estimert ÅDT over kanalbru til 22 000.

2.8 Delobjekt 16200, bru Kaldnes - Korten

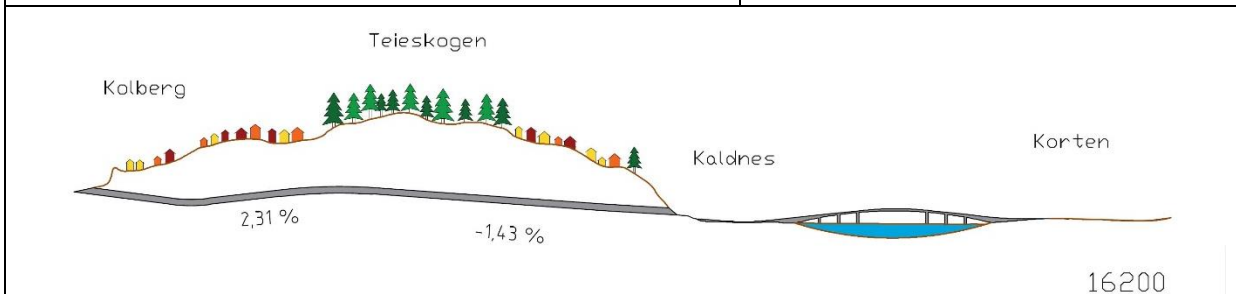


Alternativ 16200 går i fjelltunnel fra Kolberg til Kaldnes, som passerer i dagen. Her vil det bli kryss i plan med Ramdalveien og Kaldnesgaten.

Traséen går videre i lav bru over byfjorden og ved gamle Maritim skole ved Nordbyen. Her blir det kryss i plan med Kjelleveien.

Videre går alternativet ut til eksisterende rundkjøring på Kjelle.

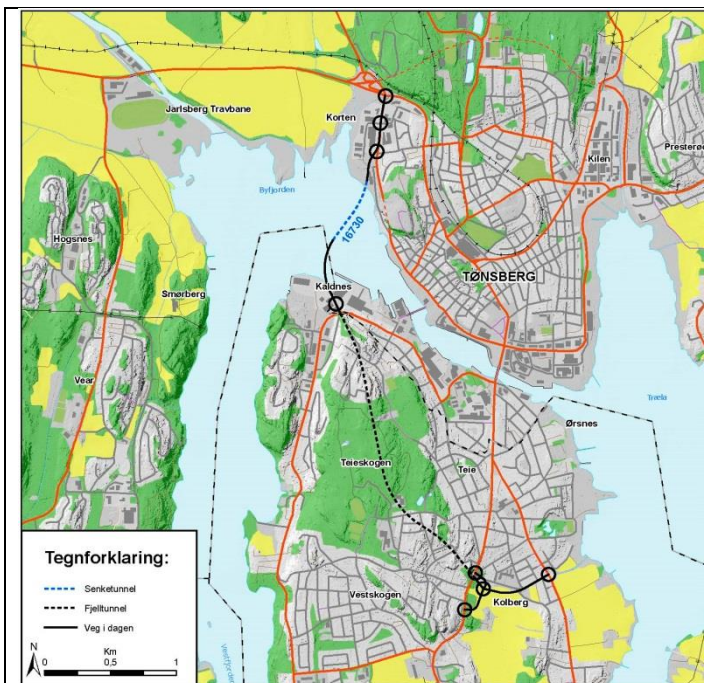
16 200



4-felt		2-felt	
Antall kryss d=35m	3	Antall kryss d=35m	3
Antall kryss d=45-50m	4	Antall kryss d=40m	4
Antall meter H1	1070	Antall meter H1	1070
Antall meter H6	955	Antall meter H5	955
Antall meter 2xT9,5	2315	Antall meter 2xT9,5	2315
Antall meter bru	825	Antall meter bru	825
Antall kryss d=35m	3	Antall kryss d=35m	3
Antall kryss d=45-50m	4	Antall kryss d=40m	4

Sikkerhetsrelaterte forhold: Løsningen har 2 overgangssoner (vei i dag og vei i tunnel) uten store gradienter i tunnel. Lav bro med pilarer i sjø. Noe flomutsatt inn mot Korten. Ingen lysutfordringer. Alternativet er ikke forenelig med jernbanebru i Vearkorridoren. Løsningen gir estimert ÅDT over kanalbru til 16 000.

2.9 Delobjekt 16730, åpen spunt/kort undersjøisk tunnel Kaldnes - Korten

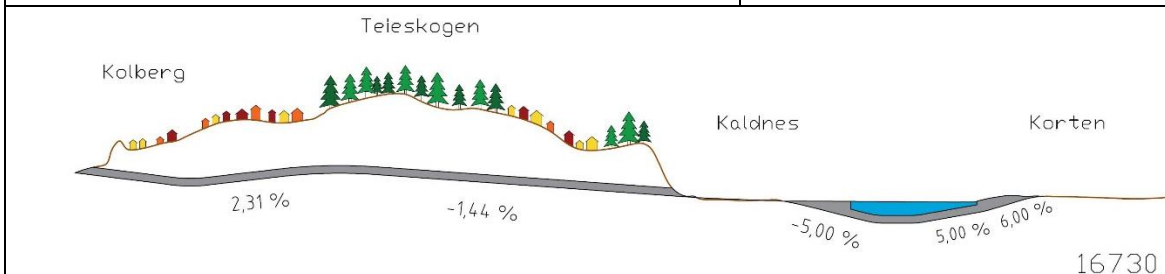


Alternativ 16730 går i fjelltunnel fra Kolberg til Kaldnes, som passerer i dagen.

Her vil det bli kryss i plan med Ramdalveien og Kaldnesgaten. Traséen går videre i en rampe før en undersjøisk tunnel under Byfjorden og videre i en rampe mot Korten. Det blir kryssløsning i plan med Kjelleveien.

Videre går alternativet ut til eksisterende rundkjøring på Kjelle

16 730



4-felt		2-felt	
Antall kryss d=35m	3	Antall kryss d=35m	3
Antall kryss d=45-50m	4	Antall kryss d=40m	4
Antall meter H1	1070	Antall meter H1	1070
Antall meter H6	754	Antall meter H5	754
Antall meter 2xT9,5	2315	Antall meter 2xT9,5	2315
Antall meter senketunnel	670	Antall meter senketunnel	670
Antall meter rampe/spunt	340	Antall meter rampe/spunt	340
Antall kryss d=35m	3	Antall kryss d=35m	3

Sikkerhetsrelaterte forhold: Løsningen har 4 overgangssoner (vei i dag og vei i tunnel) med 5% gradienter i tunnel. Noe flomutsatt inn mot Korten. Ingen lysutfordringer. Løsningen gir estimert ÅDT over kanalbru til 16 000.

3 Metode

3.1 Innledning

Analysen av risiko for menneskers liv og helse, ytre miljø og materielle verdier følger hovedprinsippene i *NS 5814:2008 Krav til risikovurderinger* [A].

Risiko knyttes til uønskede hendelser, dvs. hendelser som i utgangspunktet ikke skal inntreffe. Det er derfor knyttet usikkerhet til både om hendelsen inntreffer (sannsynlighet) og omfanget (konsekvens) av hendelsen dersom den inntreffer. Analysen følger også retningslinjene i DSBs veiledning *Samfunnssikkerhet i arealplanlegging* [F].

Det er gjennomført en innledende farekartlegging hvor relevante farer tas med videre til en sårbarhetsvurdering. For analyser på overordnet nivå for kommunedelplan er det tilstrekkelig å gjennomføre sårbarhetsanalyse. I dette tilfellet hvor det også er et ønske om å se på forskjeller mellom alternativer ut fra et sikkerhetsperspektiv kan det være aktuelt at enkelte beslutningsrelevante farer som vurderes med moderat eller høy sårbarhet, vurderes i en detaljert risikoanalyse i Vedlegg I.

Gjennom fareidentifikasjonen, sårbarhetsanalysen og evt. risikovurderinger, vil det bli fremmet tiltak som foreslås implementert. Disse tilrådingene oppsummeres i kapittel 5.2.

3.2 Fareidentifikasjon

Med fare menes forhold som kan medføre konkrete stedfestede hendelser. En fare er derfor ikke stedfestet og kan representere en gruppe hendelser med likhetstrekk. I kapittel 4.1 gjøres det en systematisk gjennomgang av analyseobjektet i en tabell basert på DSBs veiledning *Samfunnssikkerhet i arealplanlegging* [F] og andre veiledninger utarbeidet av relevante myndigheter. Det benyttes oppdaterte kartgrunnlag til fareidentifikasjonen.

3.3 Sårbarhetsvurdering

De farer som fremstår som relevante gjennom innledende farekartlegging, tas videre til en sårbarhetsvurdering i kapittel 4.2. I denne analysen graderes sårbarhet slik:

- Svært sårbart (Ss)
- Moderat sårbart (Ms)
- Lite sårbart (Ls)
- Ikke sårbart (Is)

Sårbarhet kan omtales som det motsatte av robusthet, og sårbarhetsbegrepet brukes når en er opptatt av konsekvensene av en inntruffet hendelse.

3.4 Risikoanalyse

3.4.1 Kategorisering av sannsynlighet og konsekvens

Beslutningsrelevante farer (forventes å skille veialternativene med hensyn på risiko) og som fremstår med forhøyet sårbarhet i kapittel 4.2, tas videre i en hendelsesbasert risikoanalyse.

Hvor ofte en uønsket hendelse kan inntreffe, uttrykkes ved hjelp av begrepet sannsynlighet.

Konsekvensene i risikoanalysen er vurdert med hensyn til "Liv og helse", "Ytre miljø" og "Materielle verdier/ samfunnsverdi", herunder fremkommelighet/funksjonalitet.

Tabell 4 - Sannsynlighetskategorier

Sannsynlighetskategori	Beskrivelse (frekvens)
1. Lite sannsynlig	Sjeldnere enn en gang hvert 1000 år *
2. Moderat sannsynlig	Gjennomsnittlig hvert 100-1000 år *
3. Sannsynlig	Gjennomsnittlig hvert 10-100 år
4. Meget sannsynlig	Gjennomsnittlig hvert 1-10 år
5. Svært sannsynlig	Oftere enn en gang per år

* Sjeldnere enn en gang hvert 1000 år betyr mindre enn 0,1% årlig sannsynlighet, mens hvert 100-1000 år betyr mellom 1 og 0,1% årlig sannsynlighet for at hendelsen inntreffer.

Tabell 5 - Konsekvenskategorier

Konsekvenskategori	Beskrivelse
1. Svært liten konsekvens	Ingen personskade Ubetydelig miljøskade Materielle skader < 100 000 kr / ingen skade på eller tap av samfunnsverdier*
2. Liten konsekvens	Personskade Lokale** miljøskader Materielle skader 100 000 - 1 000 000 kr / ubetydelig skade på/ eller tap av samfunnsverdier
3. Middels konsekvens	Alvorlig personskade Regional*** miljøskade, restitusjonstid inntil 1 år Materielle skader 1 000 000 - 10 000 000 kr / kortvarig skade på/ eller tap av samfunnsverdier
4. Stor konsekvens	Dødelig skade, en person. Regional miljøskade, restitusjonstid inntil 10 år Store materielle skader 10 000 000 - 100 000 000 kr / skade på/ eller tap av samfunnsverdier med noe varighet
5. Meget stor konsekvens	Dødelig skade, flere personer Irreversibel miljøskade Svært store materielle skader > 100 000 000 kr / varige skader på/ eller tap av samfunnsverdier

* Samfunnsverdier omfatter også fremkommelighet, trafikkavvikling og ulemper.

** Med lokale miljøkonsekvenser menes konsekvenser på utslippsområdet eller i umiddelbar nærhet av utslippspunktet.

*** Regionale konsekvenser omfatter konsekvenser som strekker seg utenfor selve planområdet

Sannsynlighets- og konsekvensvurdering av hendelser er bygget på erfaring (statistikk), trender (f.eks. klima) og faglig skjønn.

3.4.2 Vurdering av risiko

De uønskede hendelsene vurderes i forhold til mulige årsaker, sannsynlighet og konsekvens. Risikoreduserende tiltak vil bli vurdert. I en grovanalyse plasseres uønskede hendelser inn i en risikomatrise gitt av hendelsenes sannsynlighet og konsekvens.

Risikomatrisen har 3 soner:

GRØNN	Akseptabel risiko - risikoreduserende tiltak er ikke nødvendig, men bør vurderes
GUL	Akseptabel risiko - risikoreduserende tiltak må vurderes
RØD	Uakseptabel risiko - risikoreduserende tiltak er nødvendig

Akseptkriteriene for risiko er gitt av de fargede sonene i risikomatrisen nedenfor.

Tabell 6 - Risikomatrise

SANNSYNLIGHET	KONSEKVENSS				
	1. Svært liten	2. Liten	3. Middels	4. Stor	5. Meget stor
5. Svært sannsynlig					
4. Meget sannsynlig					
3. Sannsynlig					
2. Moderat sannsynlig					
1. Lite sannsynlig					

3.5 Sårbarhets- og risikoreduserende tiltak

Med risikoreduserende tiltak mener vi sannsynlighetsreduserende (forebyggende) eller konsekvensreduserende tiltak (beredskap) som bidrar til å redusere risiko, for eksempel fra rød sone og ned til akseptabel gul eller grønn sone i risikomatrisen. De risikoreduserende tiltakene medfører at klassifisering av risiko for en hendelse forskyves i matrisen.

Hendelser i matrisens røde områder – risikoreduserende tiltak er nødvendig

Hendelser som ligger i det røde området i matrisen, er hendelser (med tilhørende sannsynlighet og konsekvens) vi på grunnlag av kriteriene ikke kan akseptere. Dette er hendelser som må følges opp i form av tiltak. Fortrinnsvis omfatter dette tiltak som retter seg mot årsakene til hendelsen, og på den måten reduserer sannsynligheten for at hendelsen kan inntreffe.

Hendelser i matrisens gule områder – tiltak bør vurderes

Hendelser som befinner seg i det gule området, er hendelser som ikke direkte er en overskridelse av krav eller akseptkriterier, men som krever kontinuerlig fokus på risikostyring. I mange tilfeller er dette hendelser som man ikke kan forhindre, men hvor tiltak bør iverksettes så langt dette er hensiktsmessig ut i fra en kost/nytte-vurdering.

Hendelser i matrisens grønne områder – akseptabel risiko

Hendelser i den grønne sonen i risikomatrisen innebærer akseptabel risiko, dvs. at risikoreduserende tiltak ikke er nødvendig. Dersom risikoen for disse hendelsene kan reduseres ytterligere uten at dette krever betydelig ressursbruk, bør man imidlertid også vurdere å iverksette tiltak også for disse hendelsene.

4 Fareidentifikasjon og sårbarhetsvurdering

4.1 Innledende farekartlegging

Nedenfor følger en oversikt over relevante farer for planområdet, herunder særskilte farer som er spesifisert i planprogrammet. Oversikten tar utgangspunkt i DSBs veiledning *Samfunnssikkerhet i arealplanleggingen*, men tar også for seg forhold som etter faglig skjønn vurderes som relevante for dette analyseobjektet.

Fare	Informasjonskilder og vurdering av relevans
NATURBASERTE FARER: naturlige, stedlige farer som gjør arealet sårbart og utsatt for uønskede hendelser	
Jord/leirskred som påvirker veinettet	Det er ikke registrert aktsomhetsområder for skred (jord/stein/snø) for noen av alternativene i NVEs kartdatabaser. <i>Temaet vurderes ikke ytterligere.</i>
Ustabil grunn (Områdestabilitet der det er kvikkleireforekomster)	For enkelte av alternativene er det områder med ustabil grunn. Temaet er relevant og vurderes.
Anleggsperiodens innvirkning på områdestabilitet	Temaet er relevant og vurderes.
Flom i vassdrag (herunder isgang)	Det er ikke lokalisert vassdrag knyttet til noen av alternativene. <i>Temaet vurderes ikke som aktuelt.</i>
Havnivåstigning, stormflo og bølgepåvirkning (klima)	Temaet er relevant og vurderes.
Ekstremt vær (vind, regn, snø)	Temaet er relevant og vurderes. Spesielt overvann som følge av store nedbørsmengder over kort tid.
Skog- / lyngbrann,	Skog- og lyngbrann <i>vurderes ikke som relevant å vurdere i analysen.</i> Tiltaket er i liten grad i kontakt med større skogsområder.
Radon	Tiltaket som det legges til rette for er et veianlegg og ikke bygninger beregnet for varig personopphold. <i>Temaet vurderes ikke som relevant.</i>
Jordskjelv	Temaet er relevant og vurderes. Bro vs. tunnel, robusthet.
VIRKSOMHETSBASERT FARE	
Brann/eksplosjon ved industrianlegg	Det er kun én kjent lokalitet hvor det i dag drives industrivirksomhet. For alternativer som vil ha nærhet til dette anlegget, vil ny vei ta store deler av industriområdet. Det er derfor stor usikkerhet knyttet til hva som vil være i dette området når ny vei etableres. <i>Temaet vurderes på nåværende tidspunkt å være lite relevant og vurderes ikke ytterligere.</i>
Kjemikalieutslipp og annen akutt forurensning	Temaet vurderes som aktuelt for anleggsfasen. <i>Tematikken er også håndtert i hendelsen ulykke i trafikk knutepunkt.</i>
Transportulykke med farlig gods på vei	Temaet er relevant og vurderes som del av hendelse i trafikk knutepunkt.

Fare	Informasjonskilder og vurdering av relevans
Forurensning i grunn	Flere lokaliteter på Kaldnes også fjorden vurderes å være utsatt. Temaet er relevant og vurderes.
Elektromagnetiske felt	Tiltaket er en vei – <i>ikke relevant å vurdere i analysen.</i>
Støy	Støy vurderes som eget tema i konsekvensutredningen og <i>vurderes ikke ytterligere i denne analysen.</i>
INFRASTRUKTUR	
VA-anlegg og ledningsnett	Et veianlegg av denne størrelsen vil påvirke eksisterende VA-ledningsnett. Også VA-anlegg kan bli berørt. Dette vil gjelde for alle alternativene og det er på nåværende punkt ikke identifisert noen store anlegg/ ledninger som blir berørt av enkelte alternativer. Dette temaet må en derfor se nærmere på i senere planfaser og <i>vurderes ikke ytterligere i denne analysen.</i>
Trafikkforhold	Temaet vurderes – også tilførselsveier og eksisterende Kanalbru
Kanalbrua og/eller ny fastlandsforbindelse ute av drift	Temaet er relevant og vurderes. Det legges imidlertid til grunn at alle veialternativene har kapasitet til å håndtere all trafikk til/fra Nøtterøy og Tjøme.
Skipsulykke, kollisjon med bru	Temaet er relevant og vurderes som en del av bro vs. tunnel sårbarhet.
Avvikling av småbåttrafikk inn til Tønsberg	Temaet er relevant og vurderes i kapittel om maritime forhold.
Hendelse som blokkerer trafikknutepunkt (f.eks. Kjelle-krysset)	Temaet er relevant og vurderes. Se også vedlegg1 for en hendelses-basert risikoanalyse.
Eksisterende kraftforsyning	Det er kabler som må legges om for enkelte alternativer. Temaet er relevant da det finnes kabel i Smørberg-området, men dette må utredes i senere faser.
Drikkevannskilder	Det er ikke lokalisert overflatekilder i området men en rekke grunnvannsbrønner. Disse forutsettes hensyntatt i de kommende fasene av prosjektet. <i>Temaet vurderes ikke ytterligere i denne analysen.</i>
Fremkommelighet for nødetatene	Temaet er relevant og vurderes.
Slokkevann for brannvesenet	Temaet omtales knyttet til alternativer med tunneler.
SÅRBARE OBJEKTER: Anlegg, bygg, natur og kulturområder som er sårbare	
Sårbare bygg*	Ingen kjente objekter lokalisert i eller i umiddelbar nærhet til planområdet. <i>Temaet vurderes ikke.</i>
Kulturminner	Vurderes som eget tema i KU. <i>Temaet vurderes ikke.</i>
Natur	Det er i forbindelse med konsekvensutredningen gjort egne vurderinger knyttet til naturforhold. I tillegg er dette et moment inn i vurdering knyttet til transport av farlig gods og evt. ulykker som medfører akutt forurensning. <i>Temaet vurderes ikke ytterligere som et særskilt tema i denne analysen.</i>
TILSIKTEDE HANDLINGER/TERROR: Forhold ved analyseobjektet som gjør det sårbart for tilsiktede handlinger. Temaet er relevant og vurderes.	

*" Sårbare bygg: Samsvarer med datasettet i kartinnsynsløsningen til DSB.

4.2 Sårbarhetsvurdering

Sårbarhet er et mål på veialternativets evne til å motstå virkninger av uønskede hendelser, og til å gjenopprette normal funksjon i etterkant av hendelser. En rekke faktorer styrer grad av sårbarhet, og de som vurderes som mest sentrale er beskrevet nedenfor. Deretter gis en samlet fremstilling av veialternativenes sårbarhet basert på disse faktorene.

4.2.1 Undersjøiske tunneler vs. vei i dagen med bru - sårbarhet

Transportsikkerhetshåndboken [13] oppsummerer viktig forskning om hvordan ulike egenskaper og parametere påvirker sannsynlighet og konsekvens av uønskede hendelser:

Statistikk viser at i byer og tettsteder er vei i tunnel generelt sikrere enn vei i dagen, - antall hendelser pr. km vei er noe lavere i tunneler. Belysning, økning av tunnelbredde og reduksjon av stigninger påvirker trafiksikkerhet i tunnel. Lange tunneler regnes som noe mer sikre enn korte, men dette skyldes at overgangssonene mellom vei i tunnel og vei i dag bidrar mindre til risikoen i en lang tunnel enn i en kort. Toløpstunneler er sikrere enn ettløpstunneler, men forskjellen er ikke statistisk signifikant. Undersjøiske tunneler ser ut til å ha en noe høyere ulykkesrisiko enn tunneler på land. Dette skyldes trolig at undersjøiske tunneler ofte har brattere stigninger enn tunneler på land.

Det er forsket på virkninger av følgende faktorer:

- valg mellom å bygge vei i tunnel og vei i dagen
- tunnellengde
- tunnelbredde
- stigningsforhold i tunneler
- radius av horisontalkurver i tunnelen
- belysning av tunneler
- toløpstunnel vs. ettløpstunnel
- undersjøiske tunneler vs. tunneler på land

Virkningene av disse faktorene er gjengitt i tabellen nedenfor.

Når det gjelder ventilasjonsanlegg, nødrommer, nødtelefon og kontinuerlig trafikkovervåkning med kamera er sikkerhetsgevinsten ikke utredet på dette stadiet i prosjektet. Norconsult mener at dette er viktig for redningsetatenes mulighet for å utøve innsats. Vider forutsettes det at gjeldende standard for tunneler legges til grunn i det videre arbeidet i prosjektet.

Tabell 1.19.1: Virkninger på antall personskadeulykker av ulike tiltak i tunneler. Prosent endring av ulykkestall.

Tiltak	Ulykkestyper som påvirkes	Prosent endring av antall ulykker	
		Beste anslag	95% Usikkerhet i virkning
Vei i tunnel vs vei i dagen	Ulykker på motorveg	-2	(-15; +12)
	Ulykker i spredtbygd strøk	-4	(-17; +11)
	Ulykker i tettbygd strøk	-61	(-77; -35)
Belysning i tunneler	Ulykker i tunnel	-35	(-51; -14)
Økning av tunnelbredde fra under 6m til over 6m	Ulykker i tunnel	-40	(-49; -30)
Reduksjon av stigning fra over 50 promille til flat veg	Ulykker i tunnel	-71	(-84; -49)
Fordobling av kurveradius	Ulykker i tunnel	-35	(-45; -24)
Toløpstunnel vs. ettløpstunnel	Ulykker i tunnel	-5	(-15; +6)
Undersjøisk vs. tunnel på land	Ulykker i tunnel	+16	(-15; +38)

Sammenlignet med en vei i dagen, kan en vei i tunnel ha positive og negative egenskaper i forhold til risiko (Siemens 1989). Faktorer som kan gjøre veier i tunnel sikrere enn veier i dagen er:

- veier i tunnel har vanligvis ikke kryss eller avkjørsler
- det er som regel liten eller ingen gang- og sykkeltrafikk i tunneler
- veier i tunnel har ofte gunstigere linjeføring enn veier i dagen (færre krappe kurver og sterke stigninger)
- veier i tunnel er ikke utsatt for rasfare
- veier i tunnel er ikke utsatt for nedbør eller tradisjonelt vinterføre og brøyteproblemer

Faktorer som kan gjøre veier i tunnel mindre sikre enn veier i dagen er blant annet:

- trafikkarealet er begrenset; mulighetene for unnamanøvre i kritiske situasjoner er små
- dagslyset er stengt ute og lysforholdene endres ofte sterkt ved kjøring inn og ut av tunnel
- tilgangen på frisk luft reduseres og damp, tåke eller avgasser kan redusere sikten
- ved ulykker og brann kan fluktveien bli blokkert og redningsarbeidet være vanskeligere enn på veier i dagen

Det er gjort flere undersøkelser for å kartlegge ulykkesrisikoen i tunneler og faktorer som påvirker denne. Disse viser at ulykkesrisikoen i tunneler er høyest i *overgangssonene* mellom tunnelen og vei i dagen. Dagsonen rett før tunnelen har høyest risiko. Dette kan blant annet ha sammenheng med at veien her ofte ligger i skyggen og mer utsatt for glatt føre enn veier der sollyset slipper mer til. Den forholdsvis høye risikoen i den første delen av tunnelen kan ha sammenheng med at øyet ikke har rukket å tilpasse seg belysningsnivået i tunnelen.

De aller fleste veier i dagsone i byer og tettsteder har høyere risiko for personskadeulykker enn tunneler. Dette skyldes trolig forskjeller i tilstedeværelse av myke trafikanter og ulik veikvalitet

Trafikksikkerhetshåndboken påpeker at for hver 10. ulykke med personskade i tunnel, vil det typisk være 20 ulykker med materiellskade, 1-2 ulykker med brann i kjøretøy og mellom 400 og 800 andre hendelser (motorstopp mv.).

Utformingen av tunneler har stor betydning for sikkerheten. Sikring av tunneler skal sørge for at ulykkesrisikoen i tunneler ikke er høyere enn på vei i dagen, og helst lavere, fordi redningsarbeid ved ulykker i tunneler er betydelig mer utfordrende enn ved ulykker på vei i dagen.

Norconsult vurdering av denne sårbarhetsfaktoren

Det er i tettbygd strøk, der tunnel hindrer/reduserer ferdsel med myke trafikanter, at tunnel har en vesentlig sikkerhetsgevinst sammenliknet med vei i dagsone. Dette gjør at en høy ÅDT for ny Nøtterøy-forbindelse og en tilsvarende redusert ÅDT over kanalbrua er sikkerhetsmessig gunstig.

Når den nye Nøtterøyforbindelsen vurderes isolert sett, er tunneler mindre gunstig enn vei i dagen/bru både på grunn av tilrettelegging for redningsinnsats og antall overgangssoner.

De faktorene som kan bidra til at tunnel er sikrere enn vei i dagen, er ikke i særlig grad til stede for Nøtterøyforbindelsen; Det skal uavhengig av veialternativ etableres gang/sykkelvei, kurvatur for tunnel og bro er likeverdig og rasfare foreligger ikke. I forhold til høy vannstand/flom, ekstrem nedbør og andre klimaeffekter vurderes bro å være vesentlig mer robust enn tunnel. Ekstrem vind er ikke et særskilt problem i dette området, og skipstrafikken (kollisjonsfare) er liten og håndterbar gitt robust design av bropilarer.

De signifikante forskjellene mellom tunnel og bro for fastlandsforbindelsen er dermed:

- Mulighet for å utøve redningsinnsats.
- Sikkerhet for redningsmannskaper, redusere mulighet for følge-ulykker
- Antall overgangssoner (tunnel-dagsone-tunnel) med forhøyet risiko for hendelser

Samlet sett mener Norconsult at en broløsning vil være mindre sårbar enn en undersjøisk tunnel.

4.2.2 2-felts vs. 4-felts vei og sårbarhet

Virkningen av antall kjørefelt er avhengig av om veien har midtdeler eller ikke. Det er ikke påvist signifikante forskjeller i ulykkesrisikoen mellom 2-felts vei og 4-felts vei uten midtdeler. Midtdeler (eller adskilte tunnel-løp) har derimot en betydelig og entydig positiv effekt på ulykkesfrekvens.

Nøtterøyforbindelsen vil bli bygget med 2- eller 4-felts vei med midt-deler (klasse H6 eller H5), i tillegg til gang- og sykkelvei. Det foreligger således ingen empiri som tilsier at valget mellom 2 eller 4-felt vil påvirke sikkerhet. Valget vil imidlertid påvirke fremkommelighet for redningsetatene, handlingsrom for redningsinnsats og omdirigering av trafikk rundt et ulykkessted.

Norconsult vurdering av denne sårbarhetsfaktoren

Befolkningsmengden på Nøtterøy og Tjøme (spesielt i sommerperioden) gir et betydelig antall oppdrag for redningsetatene. Etatenes lokalisering på fastlandet, kombinert med sårbarheten til dagens bruforbindelse, medfører at fjordkrysningen bør skje med 4-felts broforbindelse, eventuelt undersjøisk tunnel med to løp. Forholdet gjelder spesielt politi og helse, og i mindre grad brannberedskap.

4.2.3 Trafikkmengde (eksponering) og sårbarhet

En viktig enkeltfaktor som påvirker løsningsens sårbarhet er fordeling av trafikkmengde. Jo større trafikk det er, desto flere trafikkulykker vil (når alt annet holdes likt) inntreffe. Studier i de nordiske land viser at om lag 65-75% av den systematiske variasjonen i ulykkestall kan forklares ut fra trafikkmengde.

Grove modellberegninger viser at valg av alternativ for Nøtterøyforbindelsen vil påvirke fordeling av trafikkmengden mellom ny veiforbindelse og eksisterende kanalbro. Dersom den nye forbindelsen medfører betydelig omvei for de som skal til Tønsberg sentrum, vil det være sannsynlig at kanalbrua velges av disse (egen bil eller kollektivt). En mer sentrumsnær forbindelse vil i større grad bli valgt både av de som skal til Tønsberg og videre ut av området (E18) slik at boligområdene langs veien over kanalbrua og enkelte sentrumsgater vil få mindre trafikk.

Kunnskap om sammenhengen mellom trafikkmengde og ulykker er derfor en forutsetning for å kunne estimere virkningen av slike tiltak på ulykkesrisiko.

Når man estimerer sammenhengen mellom trafikkmengde og ulykker har ÅDT betydelige svakheter som eksponeringsparameter. En vei kan ha lite trafikk mesteparten av døgnet men saktegående kø i tre timer, mens en annen vei med samme ÅDT har jevn trafikk fordelt over hele døgnet. Ulykkesrisikoen kan dermed være helt forskjellig mellom de to veiene. ÅDT fanger heller ikke opp variasjoner innenfor et år, slik som sommertrafikken til/fra Nøtterøy og Tjøme.

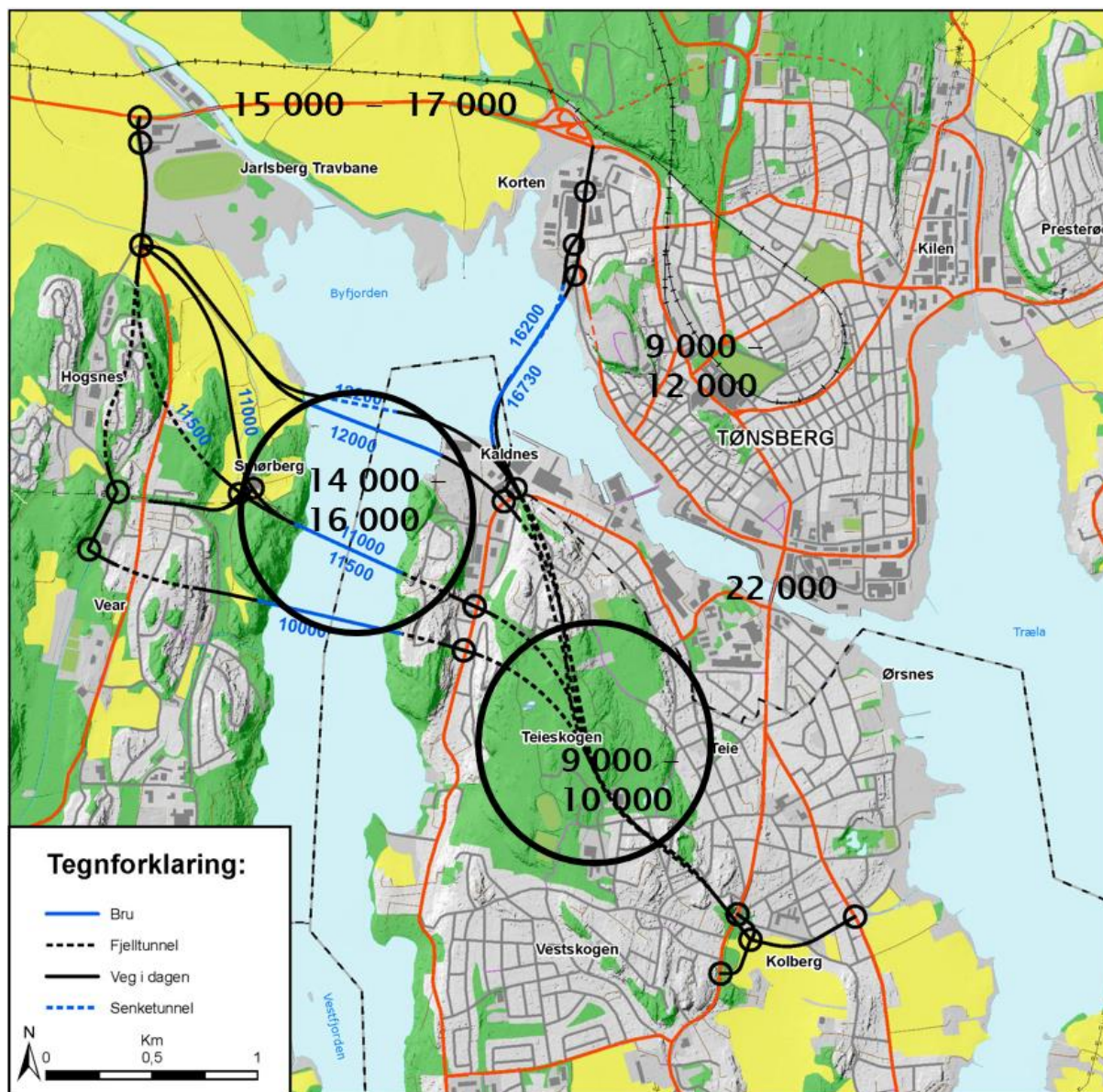
Basert på ulykkesmodeller er det beregnet økning i antall ulykker når ÅDT øker med 1%. Det er svært stor heterogenitet i resultatene, noe som tyder på at sammenhengen mellom trafikkmengde og ulykker er forskjellig under ulike forhold. Den estimerte økningen av det totale antall ulykker når trafikkmengden øker med 1%, er 0,88%. Dette er et grovt anslag for alle typer veier. Vi viser til Transportsikkerhets-håndboken for mer detaljert utredning om ÅDTs betydning for sikkerhet.

Grove anslag indikerer at valg av korridor 1 eller 2 for Nøtterøyforbindelsen vil kunne påvirke trafikkmengden over dagens kanalbru med om lag 6000 kjøretøy pr. døgn, - fra dagens 34 000 til henholdsvis 16 000 (Korten) eller 22 000 (Jarlsberg).

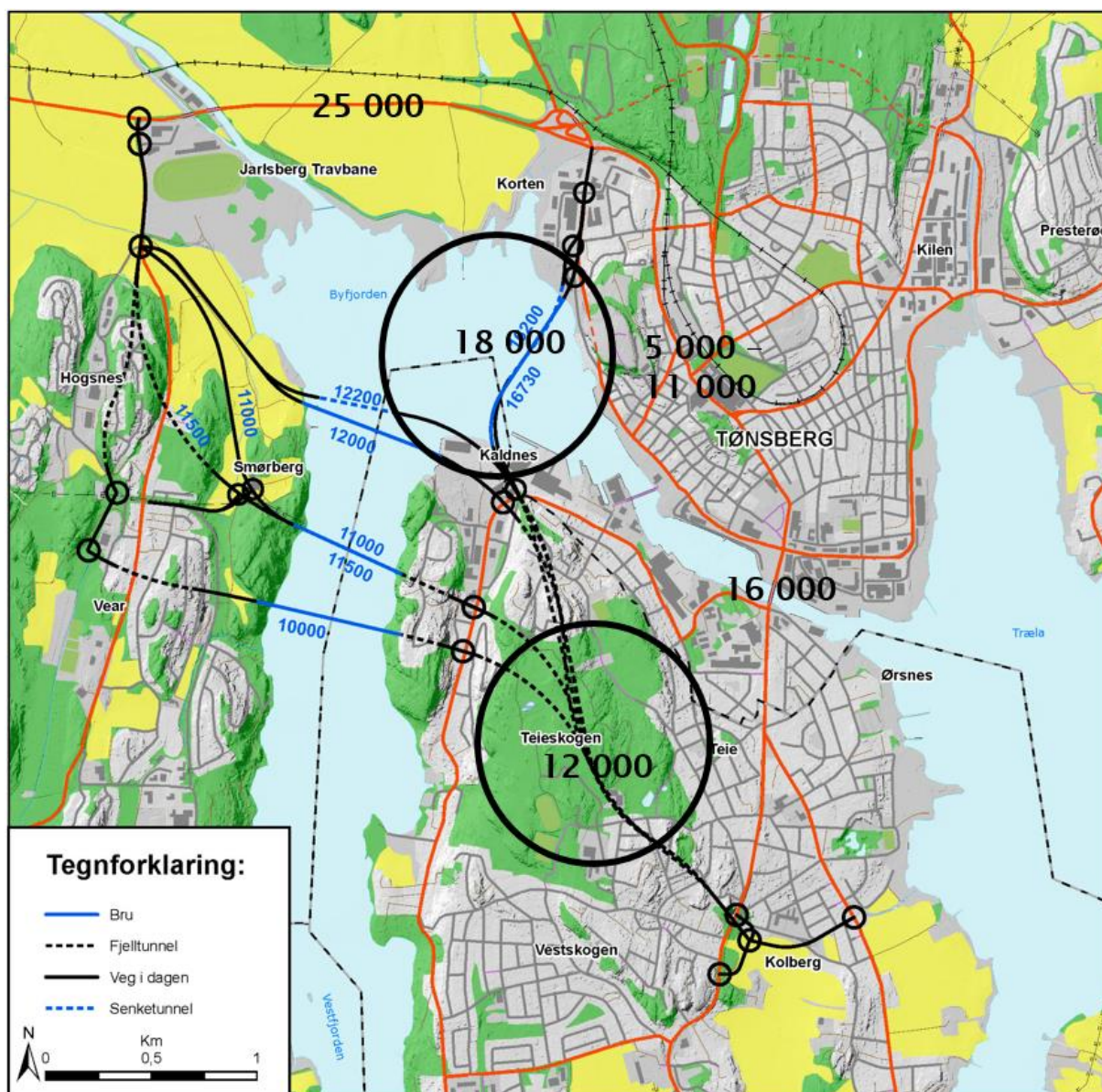
Når den nye fastlandsforbindelsen er etablert, vil antall kjørefelt på kanalbrua bli halvert fra 4 til 2. Dette betyr at for korridor 1 (Jarlsberg) vil kanalbrua få *betydelig økt* trafikkmengde pr. kjørefelt enn i dag, mens for korridor 2 vil trafikkmengden bli tilnærmet lik dagens.

Trafikkberegningen viser også at korridor 2 vil belaste Kjelle-krysset i større grad enn korridor 1. Men dette kryssområdet fremstår som mer robust enn å fortsette med en forholdsvis stor trafikkmengde (ÅDT) over kanalbrua.

Figurene under og på neste side fra Statens vegvesen viser grove anslag for ÅDT når ny fastlandsforbindelse er etablert. Trafikktallene for ny fastlandsforbindelse er sirklet inn på skissene, mens de øvrige tallene gjelder Kanalbrua, Stoltenbergt og Semslinna.



Figur 3 - Oversiktskart med alternativene og forventet fremtidig ÅDT (2024) for korridor 1 til Jarlsberg travbane.



Figur 4 - Oversiktskart med alternativene og forventet fremtidig ÅDT (2024) for korridor 2 til Korten.

Norconsult vurdering av denne sårbarhetsfaktoren

Fordi den nye Nøtterøyforbindelsen hovedsakelig vil bli lokalisert utenfor tettbygd strøk, og fordi den nye forbindelsen vil ha en generelt høyere veikvalitet enn trasè over dagens kanalbru, mener Norconsult at en størst mulig andel ÅDT over ny Nøtterøyforbindelse vil gi en sikkerhetsgevinst.

De estimerte verdiene for ÅDT har betydelig usikkerhet, men Norconsult mener at terskelen for å benytte kanalbrua for reise inn til Tønsberg by vil være svært lav dersom den nye forbindelsen subjektivt av de kjørende oppleves som lengre, noe vi mener er tilfelle for korridor 1 (Jarlsberg) og i liten grad for korridor 2 (Korten).

Vi mener det foreligger en sannsynlighetsovervekt for at ÅDT over kanalbrua kan bli høyere enn det estimerte tallet på 22 000 ved valg av korridor 1 dersom det ikke velges en aktiv regulering av trafikken over kanalbrua. Dette fordi kjøreadferd i stor grad styres ut fra antatt tidsgevinst.

4.2.4 Maritim ferdsel

I Tønsberg finnes det 5 havneområder; Kanalkaiene, Tollbodkaien, ScanRope AS, Agility Group AS og gjestehavn. Seilingshøyde under kanalbrua er 3 meter. Broene åpnes til faste tider. Slagentangen, Vallø, Jarlsø og Husøy inngår også i havnedistriktet. Det finnes to seilingsleder til Tønsberg by - Vestfjorden (maks seilingsbredde 90 meter, dybde 8 meter) og fra øst Husøysund/Kanalen for mindre fartøy.

Antall anløp pr. år er i overkant av 1000, når fritidsbåter regnes med er antallet opp mot 10 000. Antall årlig større fartøy som er relevant i forhold til sikkerhet og sammenstøt med brokonstruksjoner, er trolig lavere enn 100.

Samlet sett vurderes en broløsning å være sikkerhetsmessig akseptabel gitt det lave antall store fartøy som trafikkerer området, herunder sjeldent flere større fartøy samtidig. Potensialet for å håndtere risiko gjennom forebyggende tiltak (los, slepebåt, farledsbevis mv) er godt.

Det er i analysen ikke gjort vurderinger knyttet til Kystverkets krav til fri seilingshøyde under bru i Vestfjorden.

4.2.5 Klaffebru og sårbarhet

Klaffebruene i alternativ 16200 og 12000 må åpnes for skipstrafikk/ fritidsbåter. I dag åpner kanalbruene 5 ganger pr. døgn om sommeren, og 3 ganger daglig om vinteren på bestilling. I helgene om vinteren er det ingen åpning, om sommeren er det en ekstra åpning i helgene.

Alternativene 16200 og 12000 innebærer klaffebru som må ha en regelmessig og forutsigbar åpningstid for skipstrafikken. Antall åpninger og varighet vil avhenge om man ønsker å regulere slik mindre båter mest mulig ut og inn fra øst, eller om Vestfjorden skal ha likeverdig tilgjengelighet for disse. For 16200 alternativet vil det være om lag 650 meter mellom rundkjøring i Korten-området og klaffebru. Dette gir rom for i størrelsesorden 250 biler i venteposisjon fordelt på to felt. På Kaldnes-siden er det tilsvarende distanse frem til tunnel. For 16200 alternativet vil det være om lag 750 meter fra klaffebru til tunnel på Kaldnes. Ved stor trafikk vil åpning av brua kunne medføre oppstuvning inn i tunnel på Kaldnes siden, noe som ikke er en ønsket situasjon. Det bør derfor sees på hvor trafikken stoppes ved bruheving og tiltak for å stanse kjøretøy på utsiden av tunnelene.

Norconsult mener dette i hovedsak påvirker fremkommelighet og kapasitet, men i liten grad sikkerhet. Varighet og tidspunkt for åpning av bru vil i stor grad påvirke disse ulempenes konsekvens. Vi har derfor ikke valgt å la type bru være en sårbarhetsfaktor i den samlede vurderingen.

4.2.6 Tilsiktede handlinger

Tilsiktede handlinger kan være hærværk, sabotasje eller terror. Norsk standard 5830-serien omhandler vurdering av slike handlinger. Basis for slike vurderinger er en analyse av de verdier som kan trues, hvilke trusselaktører som finnes og deres intensjon og kapasitet til å gjennomføre handlinger.

Kritisk infrastruktur representerer viktige samfunnsverdier, og fokus på beskyttelse mot tilsiktede handlinger er generelt økende. Det foreligger ingen utredninger på basis av NS5830 for fastlandsforbindelsen.

Med hensyn på en eventuelt fremtidig verdivurdering, bør følgende forhold tas med:

- Brudd på fastlandsforbindelsen lar seg håndtere med omkjøringer
- Det finnes ingen særskilte skjermingsverdige objekter som fastlandssambandet bidrar til å knytte sammen.
- Antall personer som på et gitt tidspunkt befinner seg på bru/i tunnel er lavt, f.eks. sammenliknet med andre veisystemer (Oslo, fjell-linjen mv)

- Mengde farlig gods transportert over fastlandsforbindelsen vil være lav.
- Antall spesielt sårbare personer (VIP) som benytter veiforbindelsen er ikke særskilt høyt.
- Det er ikke identifisert objekter i umiddelbar nærhet til ny fastlandsforbindelse som vurderes å være attraktivt for tilsiktede handlinger.

I denne overordnede analysen vurderes derfor ikke tilsiktede handlinger å være en vesentlig sårbarhetsfaktor som bidrar til å skille veialternativene fra hverandre med hensyn på sikkerhet.

4.2.7 Redningsetatene og sårbarhet

Betydning av 2 eller 4-felts og bru vs. tunnel på redningsetatenes handlingsrom er omtalt i kapittel 4.2.1 og 4.2.2. Det er også identifisert en ulik sårbarhet for disse etatenes responstid for henholdsvis korridor 1 (Jarlsberg) og 2 (Korten). For politi og helse vil utrykningstiden via korridor 2 fra sykehus/politistasjon til Nøtterøy/Tjøme være om lag 3-4 minutter lengre via korridor 1 (Jarlsberg) enn korridor 2. For disse kan selvsagt kanalbrua, som er korteste vei, benyttes dersom den har god fremkommelighet og ikke i en situasjon med bruåpning. Politi og helse kan selvsagt ha enheter ute på oppdrag som er nærmere.

Brannvesen har stasjonerte ressurser i dag på Nøtterøy og vil i mindre grad bli påvirket.

Norconsult vurdering av denne sårbarhetsfaktoren

Fordi det er usikkerhet knyttet til kanalbrua, trafikkforholdene (kø) og åpning, mener vi alternativenes ulike sårbarhet i forhold til redningsetatene er beslutningsrelevant. Korridor 2 fremstår som noe mindre sårbar enn korridor 1.

4.2.8 Anleggsfasen - sårbarhet overfor skred

Potensialet for jord- eller leirskred er utredet av Rambøll [14] der det om Smørberg-området står: "Den bløte leira inn mot Smørberg synes å være meget sensitiv og kvikk () Hele strekningen (alt 12200) frem til sammenkobling med Rv 303 antas å ha de samme avsetningene av bløt, sensitiv og kvikk leire." Korten-Kjelle kan være stedvis utfordrende. Disse funn gjenspeiles av faktor 3 (skred) i 4.2.7.

Når det gjelder håndtering av risiko i bygge- og anleggsfasen (arbeidstakere), minner vi om at Byggherreforskriften krever at det tas hensyn til sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser i forbindelse med planlegging, prosjektering og utførelse av bygge- eller anleggsarbeider. Definisjonen av begrepet «prosjekterende» i byggherreforskriften er svært vid:

«Enhver fysisk eller juridisk person som har til oppdrag å tegne, beregne, planlegge eller beskrive hele eller deler av bygget eller anlegget som skal oppføres.»

Byggherreforskriftens krav gjelder uavhengig av hvilken fase prosjektet befinner seg i, og det byggherre som har det overordnede ansvaret for å påse at forskriftens krav ivaretas (se RIFs SHA-veiledning for rådgivere i planlegging og prosjektering av samferdselsprosjekter). Detaljnivået på SHA-risikovurderingene må tilpasses den fasen prosjektet befinner seg. I en tidligfase er det vanlig å gjøre overordnede SHA-risikovurderinger av de aktuelle alternativene bl.a. for å sile ut eventuelle ikke-gjennomførbare alternativer ut fra et SHA perspektiv.

4.2.9 Tiltaket blir ikke gjennomført - sårbarhet

Dersom Nøtterøy-forbindelsen ikke blir realisert som planlagt ca. 2024, vil det foreligge en forlengelse av dagens situasjon med eksisterende vegnett og kanalbrua i Tønsberg som eneste forbindelse. Årsaken til dette kan være politiske, økonomiske eller prioriteringsmessige forhold (NTP).

Trafikkberegningen «Basis 2024», som er beregninger for dagens vegsystem uten tiltak på vegnettet, viser at ÅDT for kanalbrua vil bli i størrelsesorden på 44.000 i år 2024. Belastningen vil trolig medføre at de planlagte kollektivfeltene ikke kan realiseres. Veiforbindelsen vil da fortsatt gå igjennom tettbygget strøk med tilstedeværelse av myke trafikanter i et uoversiktlig, krevende trafikkmiljø. Den estimerte økningen av det totale antall ulykker når trafikk-mengden øker med 1%, er 0,88%. Dette er et grovt anslag for alle typer veier, men i et scenario der tiltaket ikke blir gjennomført mener vi dette er realistisk siden alle andre parametre enn ÅDT vil være tilnærmet uendret.

Blir ikke Nøtterøy-forbindelsen bygd ut som planlagt vil det medføre at Nøtterøy i uoverskuelig fremtid kun vil ha en veiforbindelse til fastlandet. Dette betyr at fremtidige Færder kommune vil måtte leve med den usikkerheten som eksisterer i dag knyttet til drift av kanalbrua og fare for uønskede hendelser som gjør at brua settes ut av spill og at vegen ikke er fremkommelig. Dagens kanalbru er godt vedlikeholdt, men er likevel gammel og slitt. Vedlikeholdsbehovet vil ikke avta i tiden fremover, og det kan være større behov i fremtiden for å stenge kanalbrua for tynge vedlikehold. Videre øker også sannsynligheten for uønskede hendelser som kan medføre brudd i vegforbindelsen over lengre tid. En slik hendelse vil medføre ett omfattende bortfall av transportkapasitet og medføre ringvirkninger langt utover konsekvensene for Nøtterøy og Tjøme, hvor det vil medføre store konsekvenser for viktige samfunnsfunksjoner. Det må her bemerkes at det foreligger beredskapsplaner for en slik hendelse, men det vil ta tid å få på plass en nødbru.

I tillegg til hendelser som kan påvirke funksjonalitet til brua vil det, dersom det ikke bygges ny fastlandsforbindelse, være en stor sårbarhet knyttet til større trafikkulykker på vegnettet rundt og i nærheten av kanalbrua. En ulykke som medfører stengt veg vil medføre stor kødannelse på begge sider av et ulykkessted, uten mulighet for omkjøring. For Tønsberg vil dette medføre store trafikale konsekvenser i den perioden bruforbindelsen er stengt. Varigheten av en slik stengning vil være avhengig av alvorlighetsgraden på ulykken, men i verste fall vil det kunne være stengt i et betydelig antall timer.

Trafikkmengden vil som nevnt innledningsvis øke til 44.000 ÅDT på det eksisterende vegnettet. Dette vil kunne medføre store fremkommelighetsproblemer og kødannelse på vegnettet, spesielt i Tønsberg. Dette vil igjen kunne medføre problemer for utrykningskjøretøy og da spesielt politi og helse, da brann antas å fortsatt ha ressurser stasjonert på Nøtterøy.

Ved etablering av en ny fastlandsforbindelse vil sårbarheten som er omtalt her være tilnærmet eliminert og en får en svært robust vegløsning til fastlandet med to veger og dermed mulighet for å etablere en god omkjøring. I tillegg vil trafikk mengden bli fordelt på de to forbindelsene slik at fremkommelighet for utrykningskjøretøy også vil bli forbedret. Dersom det ikke etableres en ny fastlandsforbindelse vurderes dette å medføre svært høy og uakseptabel sårbarhet spesielt for Nøtterøy og Tjøme, men også delvis for Tønsberg i forhold til de store trafikale problemene som vil kunne oppstå.

4.2.10 Samlet sårbarhetsvurdering av de 7 alternativene

Basert på fareidentifikasjonen i kap. 4.1 og drøfting i kap. 4.2.1-9, gjøres her en sårbarhetsvurdering av de 7 alternativene basert på følgende 10 sårbarhetsfaktorer:

1. Sjøkrysningsløsning (Bru vs. tunnel, overgangssoner, lysforhold)
2. Trafikkfordeling/eksponering (fordeling ÅDT kanalbrua & ny fastlandsforbindelse)
3. Skredfare
4. Flom
5. Klima (ivaretar alle skredfaktorene og klima-faktorene nevnt i kap. 4.1)
6. Nærliggende industri/infrastruktur (brann, eksplosjon, akutt forurensning)
7. Kanalbru ute av drift
8. Jordskjelv
9. Alvorlig ulykke i trafikk knutepunkt
10. Redningsetatenes handlingsrom

SAMLET FREMSTILLING AV SÅRBARHET

FAKTOR VÅLT.	10 000	11000	11500	12000	12200	16200	16730
1. BRU vs. TUNNEL	Ms: Bro, ugustig lys, 8 overgangssoner, 4,5%	Ls: Bro, noe ugustig lys, 4 overgangssoner	Ms: Bro, noe ugustig lys, 6 overgangssoner, 4,2%	Is: Bro, noe ugustig lys, 2 overgangssoner	Ms: Tunnel, ugustig lys, 2 overgangssoner	Is: Bro, gunstig lys, 2 overgangssoner	Ls: Tunnel, gunstig lys, 2 overgangssoner
2. ÅDT	Ms: Kan gi betydelig ÅDT over kanalbro	Ms: Kan gi betydelig ÅDT over kanalbro	Ms: Kan gi betydelig ÅDT over kanalbro	Ms: Kan gi betydelig ÅDT over kanalbro	Ms: Kan gi betydelig ÅDT over kanalbro	Ls: Vil i større grad avlaste kanalbro	Ls: Vil i større grad avlaste kanalbro
3. SKRED	Ls: Moderat sårbarhet	Ms: Kvikleire Smørberg	Ls: Moderat sårbarhet	Ms: Kvikleire Smørberg	Ms: Kvikleire Smørberg	Ls: Moderat sårbarhet	Ls: Moderat sårbarhet
4. FLOM	Ls: Noe eksponert	Ms: Delvis eksponert	Ls: Noe eksponert	Ss: Betydelig eksponert	Ss: Betydelig eksponert	Is: Lite eksponert	Ls: Noe eksponert
5. KLIMA	Ls: Lite eksponert	Ls: Lite eksponert	Ls: lite eksponert	Ms: Delvis eksponert	Ss: Betydelig Hogsnes, Jarlsberg	Ls: lite eksponert	Ms: Delvis eksponert
6. INDUSTRI INFRASTR.	Is: Ikke eksponert	Is: Ikke eksponert	Is: Ikke eksponert	Ls: Noe eksponert (Kaldnes)	Ls: Noe eksponert (Kaldnes)	Ms: Middels eksponert (Kaldnes, Korten)	Ms: Middels eksponert (Kaldnes, Korten)
7. KANALBRU STENGT	Is: Dersom 4-felts løsning velges	Is: Dersom 4-felts løsning velges	Is: Dersom 4-felts løsning velges	Is: Dersom 4-felts løsning velges	Is: Dersom 4-felts løsning velges	Ls: Korten, nok kapasitet men sårbar for hendelser	Ls: Korten, nok kapasitet men sårbar for hendelser
8. JORD-SKJELV	Ms: Bro noe mer sårbar enn tunnel	Ms: Bro noe mer sårbar enn tunnel	Ms: Bro noe mer sårbar enn tunnel	Ms: Bro noe mer sårbar enn tunnel	Ls: Tunnel lite sårbar	Ms: Bro noe mer sårbar enn tunnel	Ls: Tunnel lite sårbar
9. ULYKKE I KN.PKT	Ls: Jarlsberg, lokal blokkering	Ls: Jarlsberg, lokal blokkering	Ls: Jarlsberg, lokal blokkering	Ls: Jarlsberg, lokal blokkering	Ls: Jarlsberg, lokal blokkering	Ms: Kjelle, tog/vei kan blokkeres	Ms: Kjelle, tog/vei kan blokkeres
10. REDNINGS-ETATENE	Ms: Ca. 3-4 min lengre utrykningstid dersom kanalbru ikke er egnet/sperret	Ms: Ca. 3-4 min lengre utrykningstid dersom kanalbru ikke er egnet/sperret	Ms: Ca. 3-4 min lengre utrykningstid dersom kanalbru ikke er egnet/sperret	Ms: Ca. 3-4 min lengre utrykningstid dersom kanalbru ikke er egnet/sperret	Ms: Ca. 3-4 min lengre utrykningstid dersom kanalbru ikke er egnet/sperret	Is: Kort utrykningstid, og raskest dersom noe kø ved kanalbru	Is: Kort utrykningstid, og raskest dersom noe kø ved kanalbru
RANG	4	5	3	6*	7	1*	2

Ss = Svært sårbart, Ms = Moderat sårbart, Ls = Lite sårbart, Is = Ikke sårbart. % = maksimal gradient i løsningen
* = Trolig ikke forenelig med jernbanebru i Vearkorridoren..

For faktorene 4 og 9 vises det til gjennomført hendelsesspesifikk risikoanalyse av **farlig gods ulykke i trafikk knutepunkt** og **Høy vannstand/flo**m i Vedlegg 1.

5 Konklusjon og anbefalinger

5.1 Konklusjon

Når veialternativene vurderes ut fra et overordnet sikkerhetsperspektiv, er det alternativene med bro kombinert med færrest mulig overgangssoner mellom tunnel og vei i dagen som fremstår med høyest sikkerhet. Alle 7 veialternativene representerer en økt sikkerhet i forhold til dagens situasjon. I tillegg vurderes alle alternativene å oppfylle målstrukturen for delprosjektene i bypakken og da spesielt målene som er relevante for samfunnssikkerhet:

- Samfunnsmål Robusthet: En samfunnssikker forbindelse mellom Nøtterøy og fastlandet som sikrer viktige transportavhengige samfunnsfunksjoner.
- Effektmål Robusthet: Redusert risiko (sannsynlighet og konsekvens) for stengning av forbindelsen mellom Nøtterøy og fastlandet.

De veialternativene med beliggenhet som også gir en *naturgitt robusthet* mot flom og forventede klima-effekter (vannstand, store nedbørsmengder over kort tid, vind og ras) fremstår som mest robuste. Dette favoriserer veitrasè utenfor flom- og skredutsatte områder. De øvrige alternativene er også akseptable, men de vil være avhengig av konstruksjoner og vedlikehold av disse for å gi god beskyttet mot fremtidige klimaeffekter. Det gjelder spesielt undersjøiske tunneler med tilhørende skjæringer og kulverter.

Norconsult mener også *fordeling av trafikkmengde* mellom eksisterende kanalbro og ny fastlandsforbindelse er viktig for valgalternativenes sikkerhetsgevinst. Å avlaste veinettet i tettbygde områder (med høy andel myke trafikanter), er bare mulig dersom den nye veiforbindelsen i størst mulig grad velges *både* av de som skal til/fra Tønsberg by og de som skal ut av Tønsberg-regionen. Dette medfører at korridor 2 (Korten) fremstår som vesentlig bedre enn korridor 1, med mindre aktiv styring av trafikkfordeling innføres. Slik styring kan skje ved f.eks. å bare tillate kollektivtrafikk over kanalbrua deler av døgnet.

Fordelen til korridor 2 med hensyn på fordeling av trafikk, må derimot veies opp mot potensialet for større hendelser i Kjelle-krysset, der både øvrige veisystem og jernbanen kan bli rammet. Valg av en klaffebro (alternativ 16200) vil også kunne gi perioder med kødannelse mot Korten når brua åpnes for passerende skip, noe som påvirker fremkommelighet men i mindre grad sikkerhet.

Ut fra et rent sikkerhetsperspektiv basert på summen av 10 faktorer, rangeres veialternativene slik:

1. 16200 med klaffebro Kaldnes - Korten
2. 16730 med åpen spunt/kort undersjøisk tunnel Kaldnes - Korten
3. 11500 med høy bru/tunnel Ramberg – Smørberg

Alle alternativene vurderes som akseptable med hensyn på sikkerhet. Alternativ 16200 kan imidlertid komme i konflikt med jernbanebru i Vearkorridoren.

En beslutning som innebærer at ny fastlandsforbindelse ikke bygges som forutsatt og en i fremtiden bare vil ha eksisterende kanalbru som fastlandsforbindelse vil medføre svært høy (økt) og uakseptabel sårbarhet. Dette gjelder spesielt for Nøtterøy og Tjøme, men også delvis for Tønsberg i forhold til de store trafikale problemene som vil kunne oppstå.

5.2 Tilrådninger

Norconsult fremmer følgende tilrådninger om risikoreduserende tiltak, uavhengig om hvilket alternativ som velges:

1. *Befolkningsmengden på Nøtterøy og Tjøme (spesielt i sommerperioden) gir et betydelig antall oppdrag for redningsetatene. Etatenes lokalisering på fastlandet, kombinert med sårbarheten til dagens bruforbindelse, medfører at Norconsult gir tilrådning om at fjordkrysningen bør skje med 4-felts broforbindelse, eventuelt undersjøisk tunnel med to løp. Forholdet gjelder spesielt politi og helse, og i mindre grad brannberedskap.*
2. *Med reduksjon fra 4 til 2 felt over kanalbrua, viser grove beregninger at antall kjøretøy pr. felt ikke vil bli redusert til tross for eventuelt valg av korridor 2. Ved eventuelt valg av korridor 1 vil trafikkmengden over kanalbrua pr. felt tidvis bli like utfordrende som i dag, noe som også er uheldig for sikkerhet (tettbygget strøk, myke trafikanter). Norconsult mener mer detaljerte analyser av trafikkfordelingen bør utføres i tillegg til utredning av trafikk-regulerende tiltak.*
3. *Ut fra et sikkerhetsperspektiv tilrår Norconsult at Kolberg blir et planskilt kryss der de kjøretøy som tar av fra Smidsrødveien får en mulighet til å ta av til Kirkeveien dersom de kjører feil. Dette for å unngå farlig kjøreadferd i forkant av tunnelen (Rambergåsen).*

6 Vedlegg 1 – Risikoanalyse

Hendelse 9: Farlig gods hendelse i trafikk-knutepunkt (Kjelle eller Jarlsberg)

Drøfting av sannsynlighet (se kriterier på side 21):

Større hendelse med tungt kjøretøy skjer i gjennomsnitt hvert 10. år pr. kommune. I tillegg skal hendelsen inntreffe i det aktuelle krysset og ha en karakter som medfører langvarig sperring (brann, gassutslipp el.l.). Hendelsen vurderes å ha en årlig sannsynlighet på mindre enn 0,1%, dvs. sjeldnere enn en gang pr. 1000 år - *Lite sannsynlig*

Drøfting av konsekvens (se kriterier på side 21):

Liv og helse: Det må forventes at en slik hendelse kan medføre dødelig skade, flere personer
Ytre miljø: Miljøskade også utenfor selve ulykkessted (røyk, forurenset slukkevann til bekk mv)
Samfunnsverdier: **KJELLE**: Stor skade infrastruktur, tapte fremkommelighet/samfunnskostnader
JARLSBERG: Moderat skade på infrastruktur, mindre konsekvens på fremkommelighet

Oppsummering:

	Sannsynlighet					Konsekvens					Risiko		
Verdi	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5			
Liv og helse	X									X		X	
Ytre miljø	X							X			X		
Samf. verdier	X							X		X	X ^{jarls}	X ^{kjelle}	

Risikobilde for KJELLE (Korten)

SANNSYNLIGHET	KONSEKVENNS				
	1. Svært liten	2. Liten	3. Middels	4. Stor	5. Meget stor
5. Svært sannsynlig					
4. Meget sannsynlig					
3. Sannsynlig					
2. Moderat sannsynlig					
1. Lite sannsynlig			X ^{miljø}		X ^{liv} , X ^{samf}

Risikobilde for JARLSBERG

SANNSYNLIGHET	KONSEKVENNS				
	1. Svært liten	2. Liten	3. Middels	4. Stor	5. Meget stor
5. Svært sannsynlig					
4. Meget sannsynlig					
3. Sannsynlig					
2. Moderat sannsynlig					
1. Lite sannsynlig			X ^{miljø} , X ^{samf}		X ^{liv} ,

Hendelse 4: Høy vannstand/flom (Smørberg/Jarlsberg, Korten/Nordbyen)

Drøfting av sannsynlighet (se kriterier på side 21):

Høy vannstand og flom inntreffer med få års mellomrom i Oslofjorden, og alvorlighetsgrad forventes å øke noe i fremtiden med havnivåstigning. Klima gir også våtere og villere vær, og vind i Skagerrak påvirker flom. Hendelsen vurderes å inntreffe i gjennomsnitt hvert 1-10 år, - meget sannsynlig.

Drøfting av konsekvens (se kriterier på side 21):

Liv og helse: Hendelsen vil kunne varsles, svært liten konsekvens for liv og helse
Ytre miljø: Lokale miljøskader, erosjon, utvasking mv.
Samfunnsverdier: **KORTEN:** Noe eksponert med areal som har en høyde på 0-3 meter over middelvannstand, som er vurdert som kritisk nivå i forhold til forventet endring i havnivå og fremtidig stormflo. Liten konsekvens (moderate areal eksponert)
JARLSBERG: Betydelig eksponert, større del av området har en høyde på 0-3 meter over middelvannstand. Sem/Jarlsberg er også definert som ett av to særlig utsatte områder når det sees på kombinasjonen av stormflo og store nedbørsmengder i kommunens ROS-analyse. Store konsekvenser (betydelige areal eksponert)

Oppsummering:

Verdi	Sannsynlighet					Konsekvens					Risiko		
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5			
Liv og helse				X		X					X		
Ytre miljø				X			X					X	
Samf. verdier				X			X		X			X ^{Korten}	X ^{Jarlsberg}

Risikobilde for KORTEN

SANNSYNLIGHET	KONSEKVENNS				
	1. Svært liten	2. Liten	3. Middels	4. Stor	5. Meget stor
5. Svært sannsynlig					
4. Meget sannsynlig	X ^{liv}	X ^{miljø} , X ^{samf}			
3. Sannsynlig					
2. Moderat sannsynlig					
1. Lite sannsynlig					

Risikobilde for SMØRBERG/JARLSBERG

SANNSYNLIGHET	KONSEKVENNS				
	1. Svært liten	2. Liten	3. Middels	4. Stor	5. Meget stor
5. Svært sannsynlig					
4. Meget sannsynlig	X ^{liv}	X ^{miljø}		X ^{samf}	
3. Sannsynlig					
2. Moderat sannsynlig					
1. Lite sannsynlig					