

KU Bybanen Sentrum - Åsane - Tilleggsutredning nr 14.

Risikovurdering av nytt vegsystem med forlengt Fløyfjellstunnel

2013-10-07



01	2013-10-07		KL Sor	MFa	HPD
00	2013-09-20	Høringsutkast til analysegruppen	KL Sor	MFa	
Rev.	Dato:	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

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

Innhold

1	Introduksjon	7
1.1	Bakgrunn	7
1.2	Formål	7
1.3	Avgrensninger og forutsetninger	7
1.3.1	Avgrensninger	7
1.3.2	Forutsetninger	8
1.4	Forkortelser og terminologi	9
1.5	Analysemetodikk	9
1.6	Vurdering av risiko	11
1.7	Analysemøter og deltakere	12
2	Beskrivelse av analyseobjektet	15
2.1	Dagens vegsystem	15
2.1.1	Fløyfjellstunnelen	15
2.1.2	Felles lokalveg og E39 fra Sandviken til Eidsvåg	16
2.1.3	Omkjøringsveger ved stengt tunnel i dagens vegnett	18
2.2	Nytt vegsystem	19
2.2.1	Fløyfjellstunnelen	19
2.2.1.1	Av og på-ramping i Sandviken, splittet kryss (alternativ som i KU)	19
2.2.1.2	Av- og på-ramping i Sandviken, samlet kryss	20
2.2.2	Avstand mellom tunnelmunning (ramper) og kryss/rundkjøring	21
2.2.3	Nytt lokalvegsystem	21
2.2.4	Omkjøringsveger ved stengte tunneler i nytt vegsystem	22
2.2.4.1	Fløyfjellstunnelen	22
2.2.4.2	Munkebotntunnelen	23
2.2.4.3	Eidsvågstunnelen	23
2.3	Trafikktall	23
3	Dataunderlag	25
3.1	STRAKS-data	25
3.2	Vegloggen	25
3.3	Vegkart	26
3.4	TUSI-beregninger	27
3.4.1	Fløyfjellstunnelen	27
3.4.2	Eidsvågtunnelen	28
4	Ulykkesfrekvens i dagens anlegg	29
4.1	Ulykkesfrekvens dagens Fløyfjellstunnel	29
4.2	Ulykkesfrekvens nord for dagens Fløyfjellstunnel	29
4.3	Oppsummering dagens vegsystem	31
4.4	Risikobilde dagens vegsystem	32

5	Risikovurdering nytt vegsystem	33
5.1	Uønskede hendelser	33
5.1.1	Møteulykker	35
5.1.2	Påkjøring bakfra	36
5.1.3	Påkjøring myke trafikanter	38
5.1.4	Utforkjøring	39
5.1.5	Feltskifteulykke	40
5.1.6	Liten brann (5MW)	41
5.1.7	Stor brann (>20 MW)	43
5.1.8	Lekkasje av farlig gods – drivstoff og giftige stoffer	43
5.1.9	Kjøretøystans – lette og tunge kjøretøy	44
5.1.10	Velt – buss og tyngre kjøretøy	45
5.2	Samlet risikobilde nytt vegsystem	46
5.3	Spesielle risikoforhold i ny Fløyfjellstunnel	47
5.3.1	Lang tunnel	47
5.3.2	Av- og påramping i fjell	47
5.3.3	Kort avstand fra tunnelportal til kryss	48
5.3.4	Standardsprang mellom ny og gammel del av tunnelen	50
5.3.4.1	Tunnelprofil	50
5.3.4.2	PE-skum som vann- og frostsikringsløsning	51
5.3.4.3	Avstand mellom tverrslag	52
6	Sårbarhetsvurderinger	53
7	Forslag til tiltak	55
7.1	Generelt	55
7.2	Nødvendige tiltak	56
7.3	Tiltak som anbefales spesielt	57
7.3.1	Utvidelse av tunnelprofil i eksisterende Fløyfjellstunnel	57
7.3.2	Etablere ubrennbar vann- og frostsikring i eksisterende Fløyfjellstunnel	58
7.3.3	Etablere videoovervåking (ITV) med automatisk hendelsesdeteksjon (AID) og automatisk trafikkstyring	58
7.3.4	Etablere egne innsatsveier for redningsetater for tilkomst til Fløyfjellstunnelen	59
8	Risiko ved dagens vegsystem kontra nytt vegsystem	60
9	Usikkerhet ved analysen	64
10	Konklusjon	65
11	Referanser	67
12	Vedlegg	68

Sammendrag

Norconsult har på oppdrag for Bergen kommune utført en risikoanalyse av nytt vegsystem som ligger inne i planene i alternativ 3B for Bybanen. Dette innebærer at Fløyfjellstunnelen forlenges til Eidsvåg, og at dagens trasé for E39 benyttes til bybane, lokalveg og gang- og sykkelveg.

Analysen er utført som en tilleggsutredning i forbindelse med konsekvensutredning av bybane mellom Bergen sentrum og Åsane. Formålet med analysen er å vurdere om forlengelsen av Fløyfjellstunnelen og omlagte lokalveger er gjennomførbar med hensyn til risiko.

Analysen er avgrenset til risiko for mennesker, ytre miljø (akutt forurensning) og samfunnskritiske verdier i forbindelse med trafikkavvikling, inklusiv omkjøring (ferdig anlegg).

Geografisk avgrenses analysen fra søndre portaler til dagens Fløyfjellstunnel til nytt kryss mellom ny veg og dagens veg ved Eidsvåg, lokalveg fra Sandviken til Eidsvåg (inkludert Eidsvågtunnelen og Munkebotntunnelen) og omkjøringsveger ved stengte tunneler.

Det er utført en kvalitativ og overordnet analyse, noe som anses å være tilstrekkelig på dette planstadiet. Farer er identifisert gjennom et analyse møte og etterfølgende analysearbeid, og det er foreslått risikoreduserende tiltak. Det er benyttet en risikomatrix for å illustrere risikonivået.

Dagens vegsystem er ulykkesbelastet. Dette gjelder spesielt dagsonen nord for Fløyfjellstunnelen, ved Sandviken sykehus og ved NHH. Her er det felles veg for gjennomgangstrafikk (E39) og lokalveg med blant annet korte vekslingsstrekninger og ramper. Det er også mange ulykker i tunnelene på hver side av dagsonen, en andel av disse ulykkene antas å skyldes tilbakeblokkering som følge av nedbremsning i vekslingsfeltene.

En forlengelse av Fløyfjellstunnelen vil skille lokalvegtrafikken og E39 og følgelig avlaste det ulykkesbelastede området. Samtidig vil en lengre tunnel medføre økt risiko for hendelser i tunnel.

I forhold til omkjøring vil det nye vegsystemet kunne gi noe større fleksibilitet, spesielt vil omkjøring via Eidsvågneset kunne unngås. Vegen på Eidsvågneset er en smal lokalveg med myke trafikanter i vegbanen og ikke tilpasset europavegtrafikk.

Det er vurdert risiko for møteulykker, påkjøring bakfra, påkjøring myke trafikanter, utforkjøring, feltskifteulykke, brann, lekkasje av farlig gods og velt.

I tillegg er følgende spesielle risikoforhold i ny Fløyfjellstunnel vurdert spesielt:

- Lang tunnel (håndbok 021 anbefaler at «en bør tilstrebe å begrense tunnallengden for bytunneler og motorvegtunneler til maksimum 4 km»).
- Av- og påramping i tunnel (avvik fra håndbok 021).
- Kort avstand fra tunnelportal til kryss i Sandviken (avvik fra håndbok 021).
- Standardsprang mellom ny og gammel del av tunnelen (gammel del har avvik fra håndbøker).

Det er definert flere spesifikke uønskede hendelser knyttet til disse risikoforholdene. Norconsult mener av den grunn det må gjennomføres tiltak for å redusere risiko. De nødvendige tiltakene er:

- Utforme portaler og ramper på en måte som gir god oversikt inn mot kryss i Sandviken (god sikt, nedsatt hastighet, mindre enn 3 % stigning mot rundkjøring, ingen høybrekk i rampe mot rundkjøring, skilting for å gjøre førere oppmerksom, belysning, evt. romlefelt). Dette gjelder begge kryssløsninger.
- God utforming av rundkjøring(er) i Sandviken.
- Etablere lengre av- og påkjøringsfelt enn det som er krav i håndbøker og forskrifter (gjelder Fløyfjellstunnelen).
- Påse at påkjøringsfelt i sørgående retning er avsluttet i god tid før eventuelt standardsprang til smalere tverrsnitt.
- Sørge for god og oversiktlig skilting og merking av av- og påkjøringsfeltene.

Hva gjelder lengde på tunnel og standardsprang mellom ny og eksisterende del av tunnelen, er det konkludert med at det må gjennomføres mer detaljerte analyser for å avklare omfanget på nødvendige tiltak i eksisterende del. Spesielt gjelder dette om eksisterende brennbare vann- og frostsikringsløsning kombinert med sprinkleranlegg vil være en akseptabel løsning når tunnelen forlenges.

Det er konkludert med at risikonivået i eksisterende og nytt vegsystem er innenfor et område der risikoreduserende tiltak skal eller bør vurderes. Det er foreslått en rekke tiltak, av disse er det valgt å anbefale noen spesielt. Listen over foreslåtte tiltak bringes med til neste planfase og vurderes nærmere der.

Norconsult anbefaler følgende tiltak spesielt:

- Utvidelse av tunnelprofil i eksisterende Fløyfjellstunnel.
- Etablere ubrennbar vann- og frostsikring i eksisterende Fløyfjellstunnel.
- Etablere videoovervåking med automatisk hendelsesdeteksjon og automatisk trafikkstyring.
- Etablere egne innsatsveger for redningsetater for tilkomst til Fløyfjellstunnelen.

Infrastrukturen i Bergen er sårbar i forhold til kø i Fløyfjellstunnelen. Dette gjelder både eksisterende og nytt vegsystem. Flere av de foreslåtte tiltakene er ment å redusere denne sårbarheten. Bybanen har egen trasé i alle alternativ, inklusiv alternativ 3B, noe som vil redusere denne sårbarheten noe da kollektivtrafikken (Bybanen) ikke vil påvirkes ved kø i vegtrafikken.

Analysens konklusjoner anses å være robuste. Den største usikkerheten med analysen, er på hvilken måte Fløyfjellstunnelen vil være oppgradert innen 2019. Det er lagt forutsetninger for dette. Det er i tillegg stor usikkerhet knyttet til datagrunnlaget som er benyttet som utgangspunkt for vurdering av sannsynlighet og konsekvens for ulike hendelser og beregning av ÅDT. Til slutt nevnes det at analysen har vært gjennomført på kort tid. Både tid til forberedelse til analysemøtet, (systembeskrivelse), analyse og rapportering samt tid til høring i analysegruppen og tid til bearbeiding av rapport etter høring, har vært begrenset. Dette kan ha medført at forhold har blitt oversett og/eller at beskrivelsen av enkelte forhold har blitt lite presise.

1 Introduksjon

1.1 BAKGRUNN

Som en tilleggsutredning til konsekvensutredningen for Bybanen Bergen sentrum – Åsane /1/ har Statens vegvesen bedt om en helhetlig vurdering av sårbarhet og trafikksikkerhet i forbindelse med alternativ 3B. I dette alternativet forlenges Fløyfjellstunnelen frem til Eidsvåg mens dagens trasé for E39 nord for Sandviken omgjøres til bybane, lokalveg og gang- og sykkelveg.

Norconsult har på oppdrag for Bergen kommune gjennomført tilleggsutredningen. Resultatene er dokumentert i denne rapporten.

1.2 FORMÅL

Formålet med denne analysen er å avklare om forlengelsen av Fløyfjellstunnelen og omlegging av lokalveger er gjennomførbare med hensyn til risiko.

1.3 AVGRENSNINGER OG FORUTSETNINGER

1.3.1 Avgrensninger

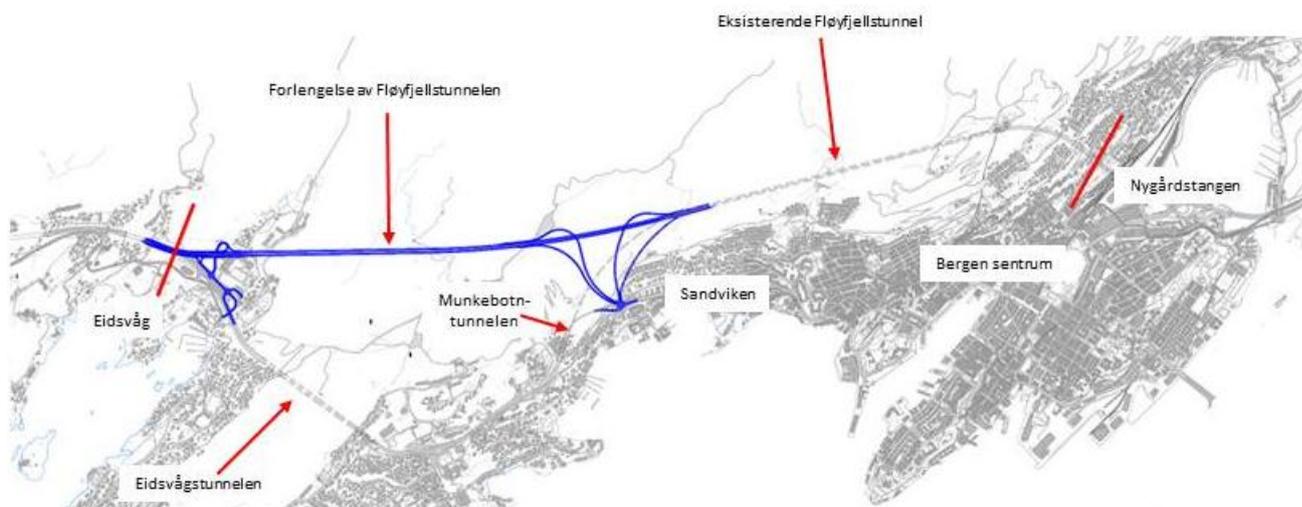
Det er tidligere utført en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS) i forbindelse med konsekvensutredningen hvor alle bybanealternativene vurderes. Denne analysen er en tilleggsutredning som kun vurderer risiko knyttet til vegtrafikk i alternativet med forlengelse av Fløyfjellstunnelen.

Analysen avgrenses til risiko for mennesker, ytre miljø (akutt forurensning) og samfunnskritiske verdier i forbindelse med trafikkavvikling, inklusiv omkjøring (ferdig anlegg).

Sårbarhet (evnen til å komme tilbake til normalsituasjonen etter en hendelse) medtas på et overordnet nivå i forhold til samfunnsmessige verdier.

Geografisk avgrenses analysen som følger:

- E39 fra søndre portaler til dagens Fløyfjellstunnel til nytt kryss mellom ny veg og dagens veg ved Eidsvåg, jf. Figur 1.
- Lokalveg fra Sandviken til Eidsvåg.
- Omkjøringsveger ved stengte tunneler, inklusiv omkjøring om Eidsvågneset.



Figur 1: Avgrensning av analyseområdet, markert med røde streker

1.3.2 Forutsetninger

Eksisterende tunneler på E39 skal oppgraderes i henhold til tunnelsikkerhetsforskriften innen 2019. I denne risikovurderingen forutsettes en slik oppgradering å være gjennomført både for Fløyfjellstunnelen, Munkebotntunnelen og Eidsvågstunnelen.

Det foreligger ikke beslutninger i forhold til hvilke tiltak som konkret skal gjennomføres for tunnelene. Spesielt for Fløyfjellstunnelen er det kjent at det er sannsynlig at det vil søkes noen dispensasjoner fra håndbok 021 Vegtunneler /3/. Det er derfor valgt å spesifisere hva som legges til grunn for eksisterende Fløyfjellstunnel i denne analysen:

- Tunnelklasse F, skal være oppgradert i henhold til tunnelsikkerhetsforskriften /10/ med følgende unntak:
 - Eksisterende løsning med sprinkleranlegg og ubeskyttet PE-skum beholdes. Det forutsettes et velfungerende sprinkleranlegg.
 - Avstand mellom tverrslag: 300 meter (dagens krav er 250m).
 - For smalt profil i forhold til dagens håndbøker (ca T8, mens dagens krav er T9,5).
 - Havarilommer beholdes som de er, dvs. de er ikke utformet etter dagens krav da de er for korte og for butte.

Denne forutsetningen innebærer blant annet:

- At det enten strosses ut for å oppnå tilfredsstillende sikt og kurvatur for dagens fartsgrense, eller at det innføres redusert hastighet i tunnelen slik at krav til sikt og kurvatur ivaretas. Kun kurven i sør, nær Nygårdstangen, er relevant for denne analysen.
- At det suppleres med nødstasjoner som inneholder nødtelefon og to brannslukkere slik at dette finnes for hver 125 m.
- Skulder minst 0,75m (for rømning).
- At det er brannvann i tunnelen.
- At det er plass til / gjøres plass til nødvendige tekniske installasjoner (eks. ITV overvåking og variable skilt).

1.4 FORKORTELSER OG TERMINOLOGI

Tabell 1: Forkortelser og begreper benyttet i rapporten

Forkortelse/begrep	Definisjon
HAZID	Hazard identification (fareidentifikasjon)
NHH	Norges handelshøyskole
SVV	Statens vegvesen
SVRV	Statens vegvesen region vest
VTS	Vegtrafikksentral
ÅDT	Årsdøgntrafikk

1.5 ANALYSEMETODIKK

HAZID-metodikken (HAZard IDentification, fareidentifikasjon på norsk) er benyttet i kombinasjon med en risikomatrix for å klassifisere og vurdere resultatene (grovrisikoanalyse-metodikk). I tillegg er inntrufne hendelser innenfor analyseområdet gjennomgått som underlag for analysen. Dette for å få en indikasjon på frekvens av ulykker med personskade i dagens veganlegg samt hva som kan forventes i det nye vegsystemet.

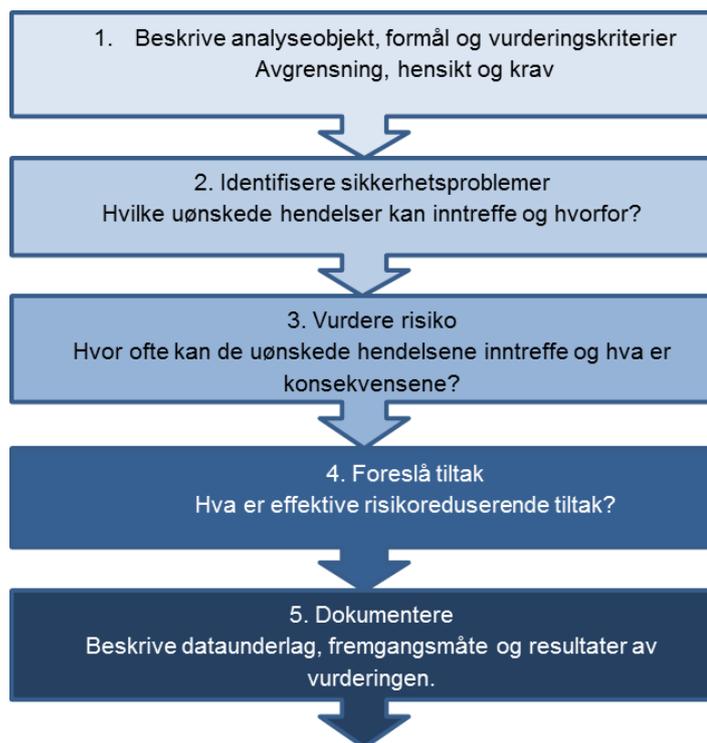
Det ble gjennomført et analysেমøte 9. september 2013 med deltagere med erfaring fra relevante fag og funksjoner.

HAZID-metodikken er foreslått i veileder for risikovurderinger av vegtrafikken /2/ og innebærer en risikogjennomgang av analyseobjektet på ulike nivåer i en gruppe med relevant kompetanse.

Gjennomgangen foretas på to nivåer:

1. En overordnet gjennomgang av hele prosjektet med tanke på å identifisere generelle risikofaktorer og deres bidrag til risiko. Hensikten er å kartlegge risikonivå og risikoprofil ved hele prosjektet som grunnlag for valg av hovedløsninger og identifiserte elementer som bidrar til risiko og bør bearbeides.
2. En mer detaljert gjennomgang av de enkelte elementene i planen for å kartlegge spesifikke risikofaktorer og optimalisere utformingen.

Figur 2 viser de fem trinnene i HAZID-prosessen.



Figur 2: Trinnene i HAZID-prosessen /2/

I analysemøtet ble det først foretatt en gjennomgang av analyseobjektet, før det ble fokusert på mulige sikkerhetsproblemer – og fordeler – knyttet til forlengelse av Fløyfjellstunnelen og omdisponering av omkringliggende veganlegg. Tabell 3 i Veileder for risikoanalyser av vegtunneler /4/, jf. Tabell 2, ble benyttet som hjelpemiddel, både for å identifisere uønskede hendelser og spesielle farlige forhold.

I etterkant av analysemøtet har Norconsult systematisert de sikkerhetsproblemer som kom frem i møtet og definert konkrete uønskede hendelser på bakgrunn av dette. Kategorisering av uønskede hendelser i forhold til sannsynlighet og konsekvens er gjort av Norconsult i forbindelse med rapporteringen. Vurderingen av sannsynlighet og konsekvens er basert på dataunderlaget for analysen, samt på kvalitative vurderinger. Identifiserte hendelser, vurdering av risiko og forslag til risikoreducerende tiltak er registrert i et analyseskjema i vedlegg 3. De risikoreducerende tiltak som er foreslått er basert på tiltak som ble foreslått i analysemøtet samt i telefonmøtet med Vegtrafikksentralen, og i tillegg er det kommet opp ytterligere tiltak i forbindelse med rapporteringen etter analysemøtet.

Tabell 2: Typiske uønskede hendelser som utgangspunkt for identifikasjon av sikkerhetsproblemer /4/

Uønskede hendelser	Varianter	
1. Trafikkulykke	a) Møteulykke	Lette kjøretøy
		Lett mot tungt kjøretøy
		Tunge kjøretøy
	b) Påkjøring bakfra	Lette kjøretøy
		Lett kjøretøy påkjørt av tungt
	c) Påkjøring av myke trafikanter	Etter motorhavari for eksempel
d) Utforkjøring	Vegg, bankett, portal, havarilomme etc.	
e) Feltskifteulykke		
2. Brann	a) Liten brann (5 MW)	Brann i lett kjøretøy
	b) Stor brann (> 20 MW)	Brann i tungt kjøretøy
3. Lekkasje av farlig gods	a) Drivstoff	
	b) Giftige stoffer	
4. Kjøretøystans	a) Lette kjøretøy	
	b) Tunge kjøretøy	
5. Velt	a) Buss	Særlig høye busser, bobiler og
	b) Annet tungt kjøretøy	tilhengere med høyt tyngdepunkt

Som input til risikoanalysen ligger registrerte hendelser med personskade fra Statens vegvesens karttjeneste Vegkart /5/, samt TUSI-beregninger og registrerte hendelser og trafikkmeldinger fra Vegtrafikksentralen.

1.6 VURDERING AV RISIKO

De identifiserte hendelsene er vurdert og synliggjort i en risikomatrix som også er hentet fra Veileder for risikoanalyser av vegtunneler, se Tabell 3. Bruk av denne risikomatrixen er besluttet i samråd med Statens vegvesen (SVV). SVV har ikke definert akseptkriterier for risiko. Det er derfor valgt å benytte fargekodene i risikomatrixen som en veileder for om risikoen er akseptabel eller ikke.

Frekvens og konsekvens plasseres innenfor fem relativt grove kategorier. Kategoriene for frekvens er basert på antall år mellom hver gang en hendelse antas å inntreffe, mens kategoriene for konsekvens er basert på personskade og antall døde. Kombinasjonen av konsekvens og frekvens gir en indikasjon på risikonivået (grønn, gul, oransje og rød). Fargekodene indikerer krav til videre oppfølging for hvert risikomoment.

Tabell 3: Risikomatrise benyttet for vurdering av risiko /4/

Svært ofte (minst en gang per år)					
Ofte (en gang per 2 til 10 år)					
Sjelden (en gang per 11 til 100 år)					
Svært sjelden (en gang per 101 til 1000 år)					
Ekstremt sjelden (sjeldnere enn hvert 1000 år)					
	Lettere skadd	Hardt skadd	1-4 drepte	5-20 drepte	Mer enn 20 drepte



Tiltak vurderes ikke nærmere



Tiltak bør vurderes



Tiltak skal vurderes



Tiltak nødvendig

1.7 ANALYSEMØTER OG DELTAKERE

Følgende møter har vært avholdt i forbindelse med analysearbeidet.

- Oppstartsmøte med Statens Vegvesen, Bergen kommune og Norconsult 22. august 2013.
- Telefonmøte med Vegtrafikksentralen 5. september 2013.
- Analyse møte 9. september 2013.

I analysesemøtet deltok representanter fra ulike enheter hos Statens vegvesen (tunnelforvaltning, trafiksikkerhet, vegseksjonen, byggherreseksjonen, sikkerhetskontrollør tunnel og sikkerhets- og tilsynsleder) i tillegg til sentrale medarbeidere i prosjektet (Bergen kommune og Norconsult). I tillegg deltok Bergen brannvesen, Bergen politi og en representant fra sårbarhet og beredskap i Bergen kommune. Vegdirektoratet deltok også, men kun i innledende del av møtet.

En fullstendig deltakerliste er gitt i Tabell 4.

Tabell 4: Deltakere i analysemøte 9. september 2013

Navn	Funksjon/fag	Firma	E-post
Rune Herdlevær	Fagsjef transport	Bergen kommune (plan og geodata)	Rune.herdlevaer@bergen.kommune.no
Solveig Mathiesen	Planansvarlig, prosjektleder	Bergen kommune	Solveig.mathiesen@bergen.kommune.no
Kjersti Krog Eidsnes	Operasjonsleder	Hordaland politidistrikt	Kjer.eids@politiet.no
Jan Petter Selle	Trafikkseksjonen	Politiet	Jan.Petter.Selle@politiet.no
Dag Ivar Fjeldberg	Ingeniør	Bergen brannvesen	Dag.fjeldberg@bergen.kommune.no
Stein Kjellerød	Brannforebyggende	Bergen brannvesen	Stein.kjellerod@bergen.kommune.no
Gunnar Gjæringen	Byggherreseksjonen region vest	Statens vegvesen	gunnar.gjaringen@vegvesen.no
Kari Maisol Knudsen	Samfunnssikkerhet og beredskap	Bergen kommune	Kari-maisol.knudsen@bergen.kommune.no
Arild Søvik*	Sikkerhetsgodkjenning vegtunneler	Vegdirektoratet	Arild.sovik@vegvesen.no
Kathrine Løno Lahlum **	Prosjektleder drift tunnel	Statens vegvesen	Kathrine.lahlum@vegvesen.no
Tor Høyland	Trafikksikkerhet	Statens vegvesen	Tor.hoyland@vegvesen.no
Olav Lofthus	Prosjektgruppen	Statens vegvesen, planavdelingen	Olav.lofthus@vegvesen.no
Kjell Erik Myre	Plan og forvaltning	Statens vegvesen	Kjell.myre@vegvesen.no
Magnus Natås	Plan	Statens vegvesen	Magnus.natas@vegvesen.no
Terje Faanes	Vegplanlegger	Norconsult	Terje.faaner@norconsult.com
Bård Hjellbakk	Vegplanlegger	Norconsult	Bard.Hjellbakk@norconsult.com
Katrine Sørstrøm	Risikoanalyse	Norconsult	ksor@norconsult.no
Mari Fagerjord	Risikoanalyse	Norconsult	mfa@norconsult.no

* Arild Søvik var kun med på den innledende delen av analysemøtet (formål, avgrensninger, beskrivelse av analyseobjektet)

** Kathrine Løno Lahlum ønsker ikke å være en del av analysegruppen.

I tillegg til de som deltok på møtet ble innkalling sendt til Vegtrafikksentralen (VTS), Skyss, Helse Bergen akuttmedisin og fylkesberedskapssjefen hos fylkesmannen i Hordaland. Dette inkluderer følgende:

Tabell 5: Oversikt over personer/etater som ble innkalt til analysemøtet men som ikke hadde anledning til å stille

Navn	Funksjon/fag	Firma	E-post
Trond Warncke Skeide	Vegtrafikksentralen	Vegtrafikksentralen (VTS), Statens vegvesen	trond.skeide@vegvesen.no
Johnny Breivik	Brannmester	Bergen brannvesen	Johnny.Breivik@bergen.kommune.no
Oddmund Sylta	Direktør	Skyss	oddmund.sylta@skyss.no
Morten Meiboim	Beredskapsdirektør	Bergen kommune	Morten.Meibom@bergen.kommune.no
Arve Meidell	Fylkesberedskapssjef		fmhoame@fylkesmannen.no
Guttorm Brattebø	Seksjonsoverlege akuttmedisinsk seksjon	Helse Bergen HF	guttorm.bratteboe@helse-bergen.no
Jan Edvin Agdestein	Ass. seksjonsleder akuttmedisinsk seksjon	Helse Bergen HF	jan.agdestein@helse-bergen.no

Alle som ble innkalt til møtet har fått rapporten til høring.

Det ble gjennomført et telefonmøte med Trond Skeide i Vegtrafikksentralen (VTS) i forkant av analysemøtet (5.9.2013) for å få VTSs erfaringer ved hendelser i tunnelene i dag og synspunkter i forhold til nytt vegsystem.

Analysegruppen vurderes å være tilfredsstillende for formålet.

2 Beskrivelse av analyseobjektet

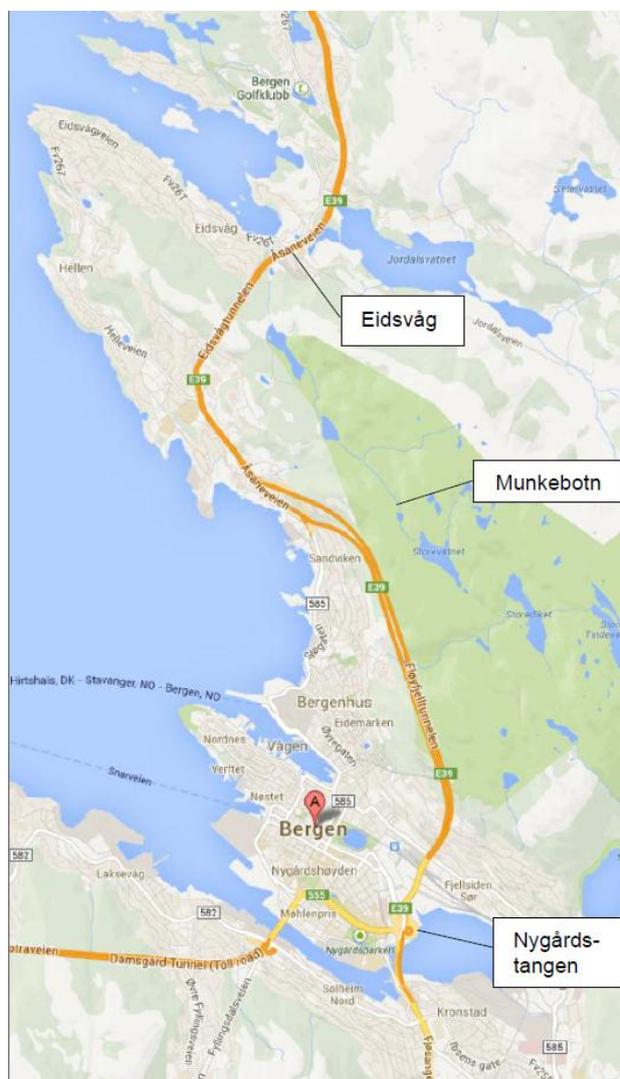
2.1 DAGENS VEGSYSTEM

2.1.1 Fløyfjellstunnelen

Fløyfjellstunnelen er en del av E39 og E16 og strekker seg fra nord for kryssområdet på Nygårdstangen til Munkebotn i Sandviken. Fløyfjellstunnelen har to separate løp med to kjørebaner i hver retning. Det

sørgående løpet har en lengde på 3200 meter og ble tatt i bruk i 1989, og nordgående løp er 3830 meter langt og ble tatt i bruk i 1988. Tunnelen ble bygget for å lede trafikken utenom Bergen sentrum.

Bredden på kjørefeltene er 3,25 meter. Sidearealene er i samme høyde som vegbanen med en skråkant inn mot fjellet. Den er støpt og har en bredde på 1 m. Fri høyde over kjørebane kant er 4,5m. Dagens fartsgrense er 80km/t. I nordgående retning blir fartsgrensa senket til 70 km/t ca 300 meter før tunnelmunning. Fartsgrensa på Nygårdstangen er 60 km/t.



Figur 3: Oversiktskart

Fløyfjellstunnelen skal oppgraderes i henhold til tunnelsikkerhetsforskriften innen 2019, men det foreligger ikke vedtak på hva en slik oppgradering konkret vil innebære.

Følgende er derfor lagt til grunn i denne analysen:

- Tunnelklasse F, skal være oppgradert i henhold til tunnelforskriftene med følgende unntak:
 - Eksisterende løsning med sprinkleranlegg og ubeskyttet PE-skum beholdes. Det forutsettes et velfungerende sprinkleranlegg.
 - Avstand mellom tværslag: 300 meter (dagens krav er 250m).
 - For smalt profil i forhold til dagens håndbøker (ca T8, mens dagens krav er T9,5).
 - Havarilommer beholdes som de er, dvs. de er ikke utformet etter dagens krav.

Denne forutsetningen innebærer blant annet:

- At det enten strosses ut for å oppnå tilfredsstillende sikt og kurvatur for dagens fartsgrense, eller at det innføres redusert hastighet i tunnelen slik at krav til sikt og kurvatur ivaretas. Kun kurven i sør, nær Nygårstangen, er relevant for denne analysen.
- At det suppleres med nødstasjoner som inneholder nødtelefon og to brannslukkere slik at dette finnes for hver 125 m.
- Skulder minst 0,75m (for rømning).
- At det er brannvann i tunnelen.
- At det er plass til / gjøres plass til nødvendige tekniske installasjoner (eks. ITV overvåkning og variable skilt).

Kalfarveien, Fv 585, ligger over Fløyfjellstunnelens søndre portal. Det er ikke kjent om portalkonstruksjonen har spesiell brannbeskyttelse for å hindre kollaps i overliggende vei ved stor brann.



Figur 4: Fløyfjellstunnelens søndre portal går under fv. 585 Kalfarveien (kilde: Google)

2.1.2 Felles lokalveg og E39 fra Sandviken til Eidsvåg

Mellom Fløyfjellstunnelens nordre utløp og NHH er E39 felles veg for gjennomgangstrafikk og lokaltilknyttet trafikk. Det er to kryss på strekningen som knytter E39 til lokalvegnettet. Ved Sandviken sykehus er det kryss

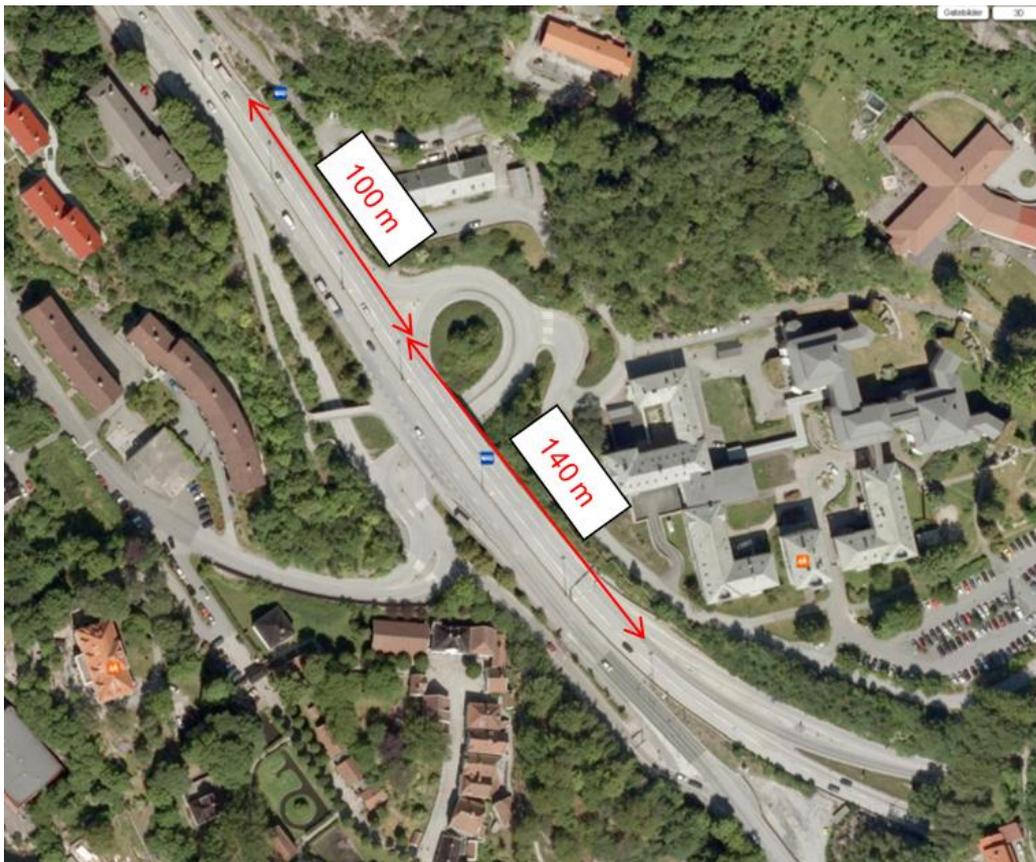
for kontakt mot Ytre Sandviken og Nyhavn vest for veien, og Sandviken sykehus øst for veien. Ved NHH er det kryss for trafikk til Eidsvågneset, NHH og nærområdet vest for veien, og Øyjorden øst for veien.

Krysset ved Sandviken sykehus er et toplanskryss. Dette er et ulykkesbelastet kryssområde. I nordgående retning fra E39 til Sandviken er det en vekslingstreking på ca 140 meter. I henhold til HB 017 bør slike vekslingstrekinger være minst 300 meter ved fartsgrenser over 60 km/t. Fartsgrensa på stedet er 70 km/t. Se Figur 5.

I nordgående retning fra Sandviken til E39 er det vikepliktsregulert avkjøring inn på vekslingsfeltet som også har en bussholdeplass.

Sørgående avkjøring fra E39 til Sandviken sykehus og Nyhavn har et vekslingsfelt på ca. 70 meter. Sørgående påkjøringsrampe fra Nyhavn er også svært kort. Denne ble utbedret i 2011, men er likevel ikke i henhold til krav i håndbøkene. Fartsgrensa er 60 km/t, og i følge HB 017 skal påkjøringsramper i 60 km/t være 80 + 20 meter.

Dagens avkjøring til Sandviken ved Glassknag er heller ikke i henhold til dagens krav. Avkjøringsrampen er en direkteført rampe uten retardasjonsfelt. Denne kan komme brått på for ukjente sjåførere. Påkjøringsrampen til Fløyfjelltunnelens løp mot sør er også svært kort. Med en total lengde på i overkant av 60 m, er dette ikke i henhold til dagens krav.



Figur 5: Dagens kryss ved Sandviken sykehus. Tilkomst til Nyhavn.

Nord for NHH fortsetter veien inn i Eidsvågtunnelen. Dette er også en toløps tunnel med to felt i hvert løp. Tunnellengden er ca 850 meter, det er en rømningsvei mellom løpene ca 300 m fra tunnelmunning på bysiden. Tunnelen forutsettes oppgradert i henhold til tunnelforskriftene i denne analysen.

Fra Eidsvågstunnelen og videre nordover til Åsane er på- og avkøringsrampene lange og tilfredsstillende. Feltbredden er også tilfredsstillende i forhold til sikkerhetskrav.

2.1.3 Omkjøringsveger ved stengt tunnel i dagens vegnett

Ved stengt Fløyfjellstunnel er eneste omkjøringsmulighet via Bergen sentrum og fv. 585 / 555. Det er også alternativ omkjøring via Arna, men dette innebærer en lang omvei for trafikk som skal nord eller sør i sentrale deler av Bergen.

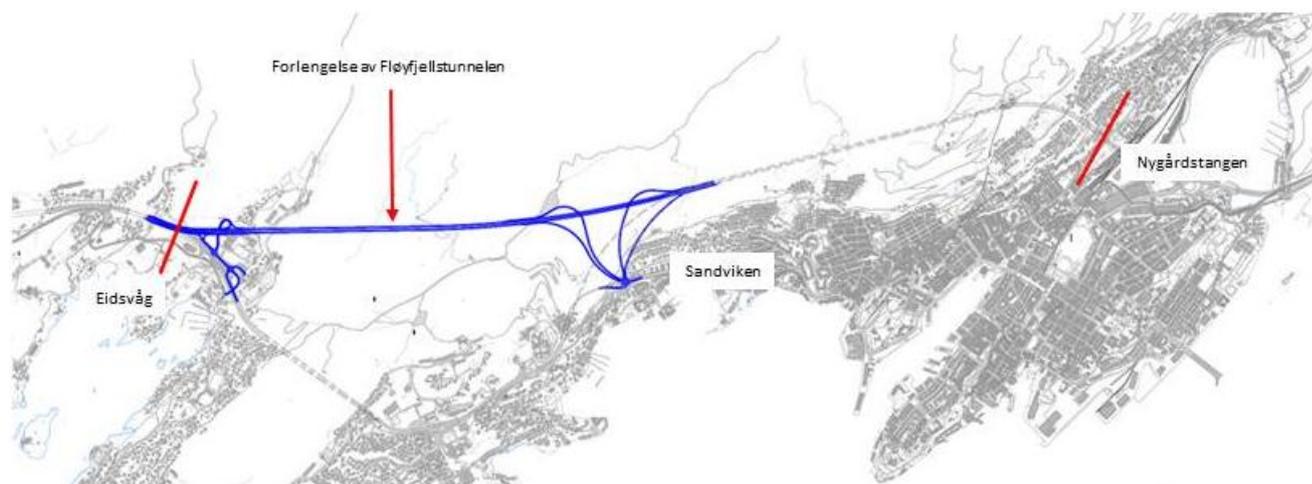
Ved stengt Eidsvågstunnel er eneste mulige omkjøring via fv. 267 Helleveien/Eidsvågsveien. Denne veien har lav standard og er ikke dimensjonert for en slik trafikkbelastning, og omkjøring her skaper store trafikale problemer. Spesielt på Eidsvågsneset er det trangt, se Figur 6. Det er relativt mye gang- og sykkeltrafikk her, så omkjøring via Eidsvågsneset innebærer derfor en fare for myke trafikanter.



Figur 6: Fylkesvei 269 på Eidsvågsneset benyttes som omkjøringsveg når Eidsvågstunnelen er stengt. Den er ikke tilpasset for trafikkmengden på E39. Kilde: Google maps

2.2 NYTT VEGSYSTEM

Eksisterende Fløyfjellstunnel forlenges til Eidsvåg slik at E39 ikke går via Sandviken, se Figur 7. Dette innebærer at gjennomgangstrafikken og fjernvegtrafikken flyttes inn i tunnel og dagens trasé for E39 og nordover fra Sandviken benyttes til bybane, tovegs lokalveg og gang- og sykkelveg, jf. Figur 11.



Figur 7: Planlagt forlengelse av Fløyfjellstunnelen, her vist med samlet kryss i Sandviken

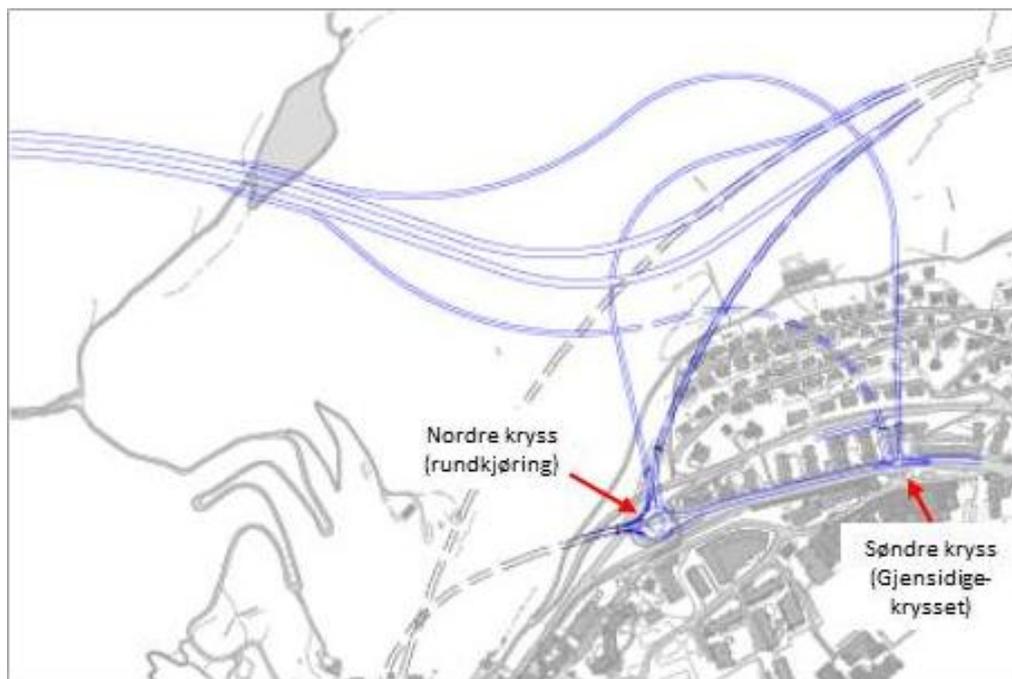
2.2.1 Fløyfjellstunnelen

Forlengelse av Fløyfjellstunnelen innebærer en forlengelse på ca. 2 km fra Munkebotn til Eidsvåg, som gir en total lengde på omtrent 5,3 km. Den nye tunnelen vil følge kravene i gjeldende håndbøker for utforming og utrustning, med unntak at det er av- og påramping i tunnelen ved Sandviken og kort avstand fra tunnelportal til kryss/rundkjøring i Sandviken. Dette medfører at det må sendes fravikssøknad til Vegdirektoratet for å få godkjent tunnelkonseptet. I tillegg blir total lengde mer enn 4 km som er anbefalt maksimal lengde i bynære områder.

I nord kommer ny E39 kommer ut av forlenget Fløyfjellstunnel i Eidsvåg og går i bru over Jordalsvatnet og knyttes til eksisterende veg sør for Selvikstunnelen. Det etableres på- og avkjøringsramper til nytt lokalvegssystem i Eidsvåg. Fartsgrensen på hovedveien vil være 80 km/t. Det forutsettes at krysset utformes i tråd med kravene i vegnormalene.

2.2.1.1 Av og på-ramping i Sandviken, splittet kryss (alternativ som i KU)

Tilknytningen mellom Sandviken og ny, forlenget Fløyfjellstunnel skjer via to kryss, ett for hver retning nordover og sørover, se Figur 8. Det er ca. 300 meter mellom kryssene. Det søndre krysset ligger ved dagens "Gjensidigekryss". Dette krysset knytter nordvendt trafikk til E39 via ramper i tunnel. Krysset i nord ligger sør for Munkebotntunnelen og knytter sørvendt trafikk til/fra Sandviken til E39 og Fløyfjellstunnelen via ramper i tunnel.



Figur 8: Splittet kryss i Sandviken, som i KU

2.2.1.2 Av- og på-ramping i Sandviken, samlet kryss

Som alternativ til krysset vist i KU, er det lansert et kryss som samler alle på- og avkjøringsramper til en rundkjøring på samme sted som det nordre av de to kryssene i KU, jf. Figur 9. Dette blir en rundkjøring som knyttes til både nord- og sørvendt trafikk til og fra E39 via ramper i tunnel.



Figur 9: Samlet rundkjøring i Sandviken

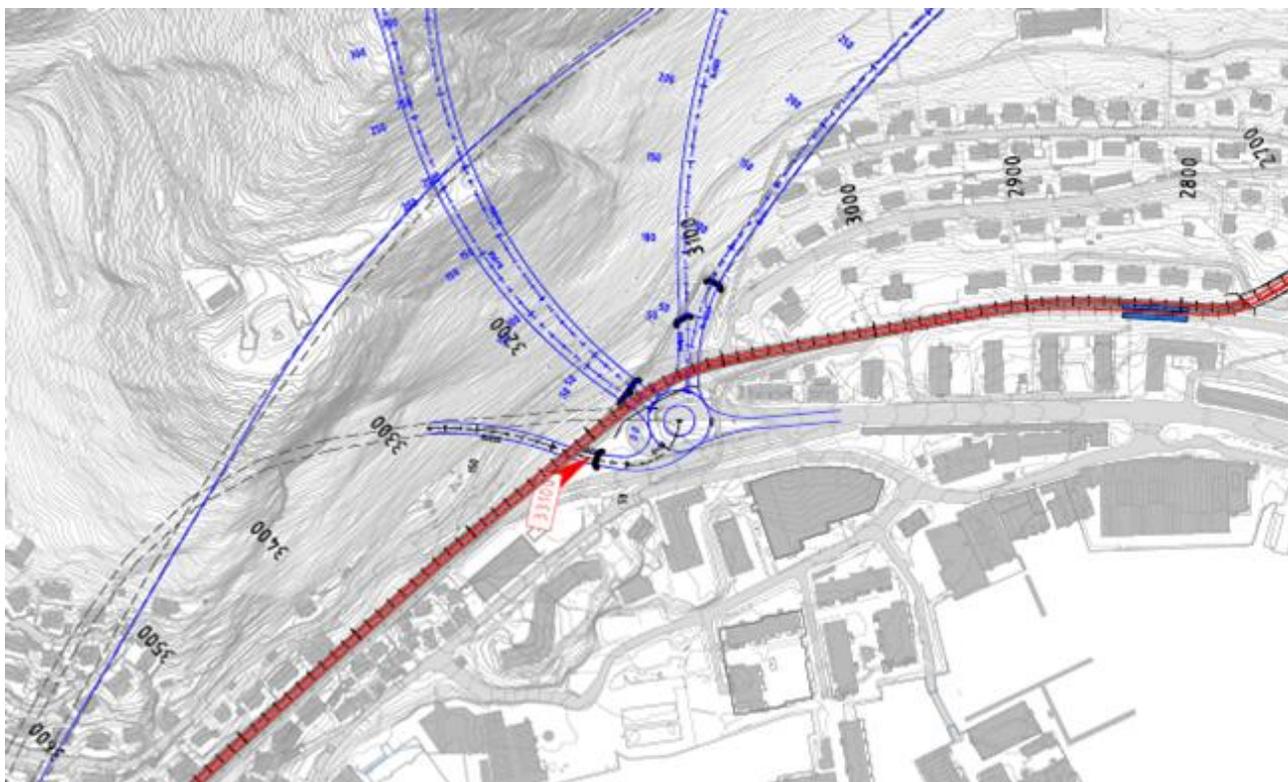
2.2.2 Avstand mellom tunnelmunning (ramper) og kryss/rundkjøring

I henhold til Hb 021 Vegtunneler /3/ "skal avstand fra tunnelåpning til vikepliktlinje, stopplinje eller gangfelt ikke være mindre enn stoppsikt» når trafikken fra tunnelen er vikeplikts- eller signalregulert.

«Tilbakeblokkering av trafikk i tunnelen skal vurderes. Når kryss plasseres nær tunnelåpningen, skal det legges spesiell vekt på å unngå blanding fra sol ved utkjøring fra tunnelen».

Legger man til grunn fartsgrense 60 km/t i rampetunnelen, er stoppsikten 70 meter, dvs. 70 meter avstand fra tunnelmunning til kryss.

Siden bybanen skal gå i bru over rampene, jf. Figur 10, vil det være svært kort avstand mellom tunnelmunning og kryss. Slik tegningene foreligger på dette stadiet varierer avstanden mellom tunnelmunning og rundkjøring mellom 20 og 50 meter for de ulike rampene, og for det søndre krysset (ved splittet kryss) er avstanden mellom kryss og tunnelmunninger omtrent 40 meter. For begge kryssløsninger er avstanden mellom tunnelmunning og kryss betydelig kortere enn kravet i håndbok 021.



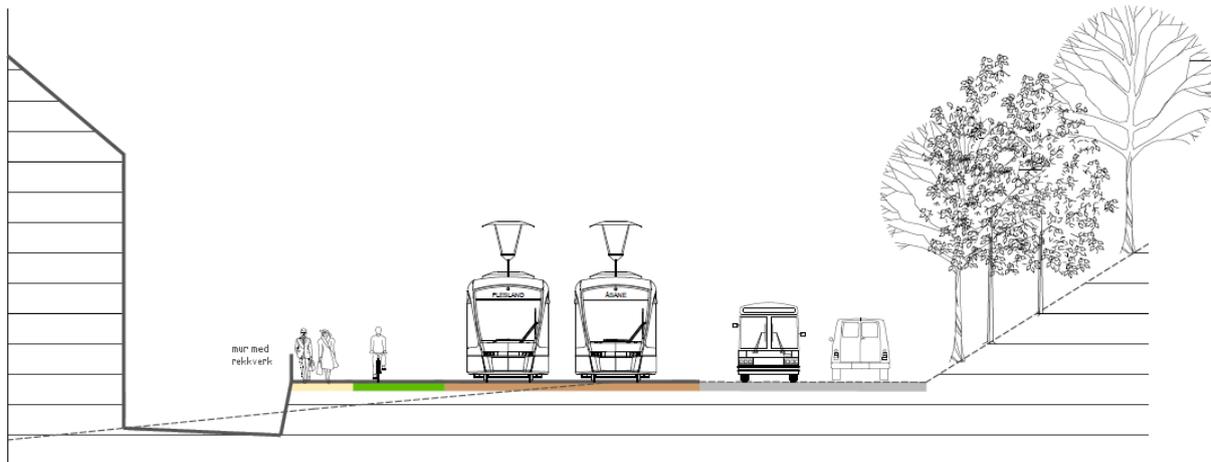
Figur 10: Rundkjøring i Sandviken hvor bybanen går i bru over rampene

2.2.3 Nytt lokalvegssystem

Sjøgatens funksjon vil endre seg som følge av Bybanen dersom denne går i Sjøgaten. Nordre del av Sandviksvegen, fra Sandvikstorget og nordover, vil i alle alternativ ha noenlunde samme funksjon som i dag som samleveg for store deler av Sandviken og med noe gjennomkjøringstrafikk.

De største endringene som følge av alt. 3 gjelder E39 i Ytre Sandviken, dvs. mellom Munkebotntunnelen, NHH og Eidsvåg. Her vil innfartstrafikken til Bergen flyttes til ny og forlenget Fløyfjellstunnel. Dagens motorvei på strekningen omdannes til bybanetrasé og gang- og sykkelveg, samt lokalveg på de to østre (innerste) feltene på dagens E39, jf. Figur 11. Denne vegen vil gi tilkomst til nærområdene via dagens kryss ved Sandviken sykehus og NHH. Disse kryssene vil få vesentlig lavere trafikk, og vil kunne utformes som

signalregulerte T-kryss. Det vil dermed ikke lenger være behov for å ha toplanskryss. Det presiseres at bilvegen ikke vil krysse bybanesporet.



Figur 11: Tverrsnitt i Åsaneveien i alternativ 3B

Tilknytning til Sandviken sørover skjer via eksisterende Munkebotntunnel. Denne er 500 m lang og forutsettes å være i henhold til gjeldende håndbøker for tunnelklasse B (møtende trafikk). Munkebotntunnelen tilkobles felles rundkjøring i Sandviken.

Nord for NHH vil lokaltrafikken "overta" det ene løpet i Eidsvåg tunnelen. Dette blir en klasse B tunnel som forutsettes å være i henhold til gjeldende håndbøker. I Eidsvåg knyttes lokalvegnett til E39 via nytt toplanskryss.

2.2.4 Omkjøringsveger ved stengte tunneler i nytt vegsystem

2.2.4.1 Fløyfjellstunnelen

I Region Vest er benyttet ikke motsatt tunneløp til toveis trafikk når ett løp stenges. Dette innebærer at ved stenging av dagens Fløyfjellstunnel vil all trafikk i en retning på E39 måtte gå via lokalvegnettet gjennom Bergen sentrum eller via Arna som beskrevet for dagens situasjon. Dette blir uendret fra dagens situasjon og omtales ikke i denne analysen.

Ved stenging av den nye delen av Fløyfjellstunnelen kan trafikken ledes via nytt kryss ved Eidsvåg og nytt kryss i Sandviken over på lokalvegnettet på denne strekningen. Lokalvegen vil være tofelts og er dermed ikke beregnet for trafikkmengden på E39, men samtidig unngås omkjøring via Eidsvågneset som er enda smalere.

Det vil være fysisk mulig å opprettholde av- og påkjøring i Sandviken slik at ikke hele Fløyfjellstunnelens lengde er stengt. Ved bruk av kjørefeltsignaler, variable vegskilt, bomber og rødblink vil det være mulig å holde ene delen av Fløyfjellstunnelen åpen for trafikk.

Ved en hendelse i tunnelen sør for krysset i Sandviken, vil trafikken til/fra nord kunne gå som normalt. Det vil si at det blir tvungen avkjøring til Sandviken for sørgående trafikk i tunnelen før den ledes inn på lokalveg og omkjøringsruten via Bergen sentrum.

Det samme gjelder ved hendelser i tunnelen nord for krysset i Sandviken. Trafikk til/fra sør fra/til Sandviken vil kunne gå som normalt. For nordgående trafikk vil det bli tvungen avkjøring til Sandviken før den ledes inn på lokalvegsystemet nordover til NHH og Eidsvåg, som nevnt tidligere.

2.2.4.2 **Munkebotntunnelen**

Ved stengt Munkebotntunnel vil lokalvegssystemet mellom indre og ytre Sandviken ikke være tilgjengelig. For å forflytte seg fra indre til ytre Sandviken må en kjøre via forlenget Fløyfjellstunnel til Eidsvåg, og deretter via lokalvegen gjennom Eidsvågtunnelen. Og motsatt i andre retningen.

2.2.4.3 **Eidsvågstunnelen**

Ved stengt Eidsvågtunnel vil primært den nye delen av Fløyfjellstunnelen benyttes til omkjøring. Trafikkbelastningen på ny lokalveg er langt lavere enn på dagens E39.

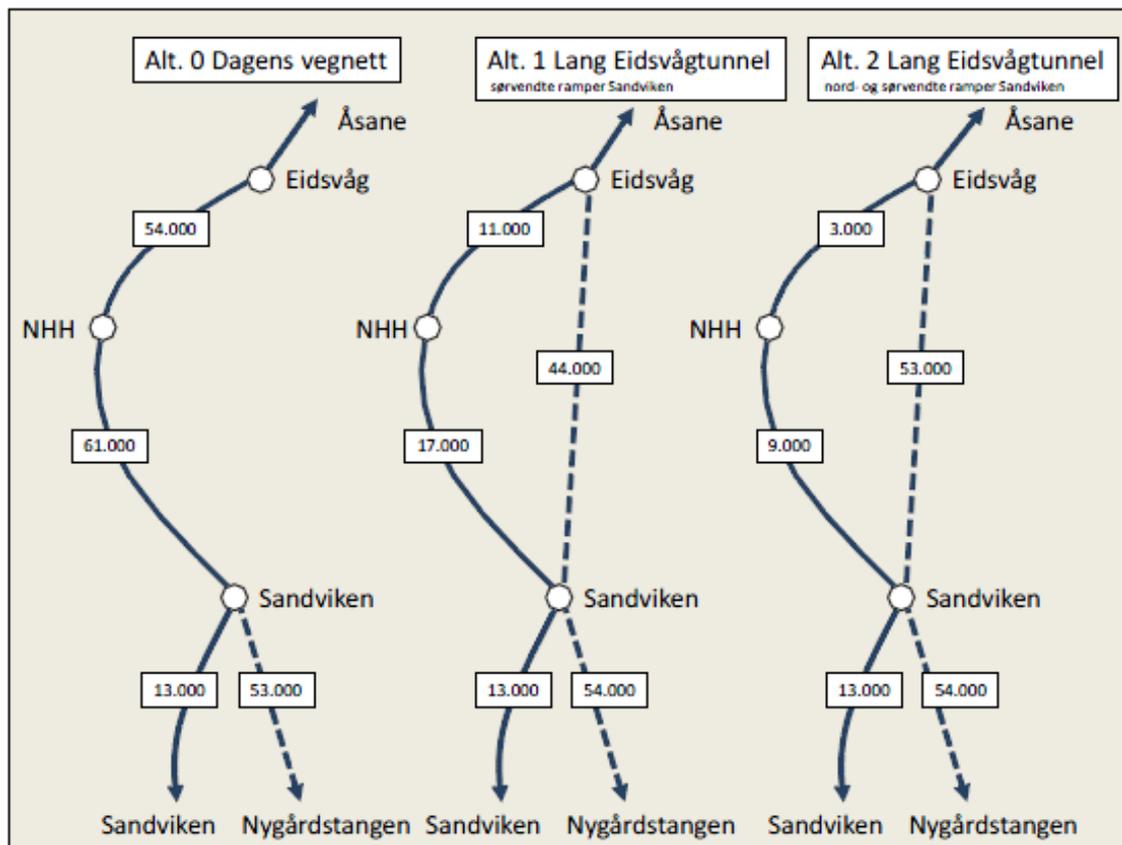
2.3 **TRAFIKKTALL**

Det er gjennomført en trafikkanalyse i forbindelse med konsekvensutredningen /7/, som beregner trafikkmengden i dagens vegsystem opp mot det nye systemet. Trafikktallene er beregnet med modellen Contram. Modellen bygger på faste matriser. Det er mulig at en forlengelse av Fløyfjellstunnelen vil føre til økt etterspørsel og dermed økt trafikk. Dette tar ikke modellen høyde for.

Det påpekes at registrerte trafikk tall både i Fløyfjellstunnelen og Åsaneveien er lavere enn det som er beregnet, så det er en usikkerhet knyttet til de modellberegnete tallene.

I trafikkanalysen er trafikken i den nye delen av tunnelen (nord for Sandviken) beregnet til å bli 53000 (årsdøgntrafikk, ÅDT), mens trafikken i den eksisterende delen er forventet å bli 54000. ÅDT-tallene i trafikkanalysen legger til grunn år 2015. Det er en overordnet målsetting om at biltrafikken ikke skal øke i Bergen, derfor er det ikke beregnet trafikkvekst.

Med videreføring av dagens løsning forventes det en ÅDT på 53000 gjennom Fløyfjellstunnelen. Trafikkmengden gjennom hele den forlengede tunnelen vil dermed være tilnærmet lik som trafikkmengden i dagens tunnel, forutsatt både nord- og sørvendte ramper i Sandviken. Dette betyr at man ikke behøver å ta høyde for økt trafikk ved vurdering av ulykkesfrekvens i den forlengede Fløyfjellstunnelen.



Figur 12: Modellberegnet trafikk (ÅDT) i alternativ 3B langs Åsaneveien /7/.

Av Figur 12 kan man også se at trafikken i dagsonen i dag beregnes til 61000 ÅDT sør for NHH mens den nord for NHH er 54000. Trafikken langs denne strekningen vil reduseres betraktelig med forlengelse av tunnelen, til omtrent 9000 ÅDT sør for NHH og 3000 nord for NHH (forutsatt alternativ med nord- og sørvendte ramper i Sandviken). Det er løsningen med nord- og sørvendte ramper som er videreført som prinsipp, da denne gir størst trafikkavlastning i Åsaneveien.

3 Dataunderlag

3.1 STRAKS-DATA

STRAKS er Vegvesenets register for ulykkesdata og bygges på data samlet inn av politiet ved ulykker med personskade. Ulykkene er stadfestet og beskrevet gjennom standardiserte opplysninger om de enkelte ulykkene. Alle ulykker er gitt en uhellskode, slik som *Påkjøring av fast gjenstand på kjørebanelen*, *Påkjøring bakfra*, *Skifte av felt til venstre* og *Skifte av felt til høyre*.

Nasjonal tiltaksplan for trafikksikkerhet på veg 2010-2013 opplyser at det i virkeligheten er rundt tre ganger så mange skader etter trafikkulykker enn det som fanges opp av politiet, og STRAKS-dataene kan derfor antas å være konservative.

Statens vegvesen har oversendt et regneark som gir en oversikt over trafikkulykker innen analyseområdet i perioden 2005-2012 /6/. Dette regnearket er ikke brukt vesentlig i analysen da det heller er valgt å benytte Vegkart, jf. kapittel 3.3. Dette fordi det gir en bedre oversikt over hvilke områder som er mest ulykkesutsatt innenfor analyseområdet. Regnearket er imidlertid brukt i enkelte tilfeller for å skaffe mer informasjon om den enkelte hendelsen, da beskrivelsen av ulykkesforløpene er noe mer omfattende i regnearket. I tillegg er STRAKS-dataene brukt som underlag for å finne historisk frekvens av ulike uhellstyper i dagens vegsystem, jf. vedlegg 2.

3.2 VEGLOGGEN

Vegloggen er Vegtrafikksentralens system for å loggføre alle hendelser i vegsystemet. Vegloggen kom i 2008, og eldre data enn dette er lite tilgjengelig ettersom de kjører på gamle operativsystemer. Systemet er ikke godt egnet for å lage statistikker over type hendelser og driftsstans, da man må gjøre et grovt søk og manuelt overføre data til regneark. Norconsult har mottatt en PDF-fil med vegmeldingsrapporter og en PDF med hendelsesrapporter for 2011. Disse muliggjør enkle søk på søkeord (eks. brann) men er ikke egnet for å få en fullstendig oversikt over årsaker til stengt tunnel, da dette krever manuell overføring til et regneark e.l.

Vegtrafikksentralen har imidlertid laget et regneark for hendelser i Fløyfjellstunnelen i 2010. Regnearket viser at det inntraff 215 ikke planlagte hendelser i 2010, dette inkluderer ulykker, kjøretøystans, ikke planlagte stans for reparasjon o.l. Ved stenging av tunnelen er det mulig å stenge ulike soner av hvert felt, eller man kan stenge feltene i sin helhet. Dataene i regnearket skiller ikke på om hele kjørefeltet er stengt eller om det kun gjelder en eller flere soner.

Hver hendelse i regnearket er registrert med en fargekode (gul, rød, grønn og blå), hvor fargekoden representerer en type hendelse:

- Gul= Feltstenging pga. bilberging etc.
- Rød= Stenging av tunneløp pga. ikke planlagte hendelser.
- Grønn= Skade på installasjoner med påfølgende feltstenging.
- Blå= Gjenstander i kjørefelt som medfører feltstenging.

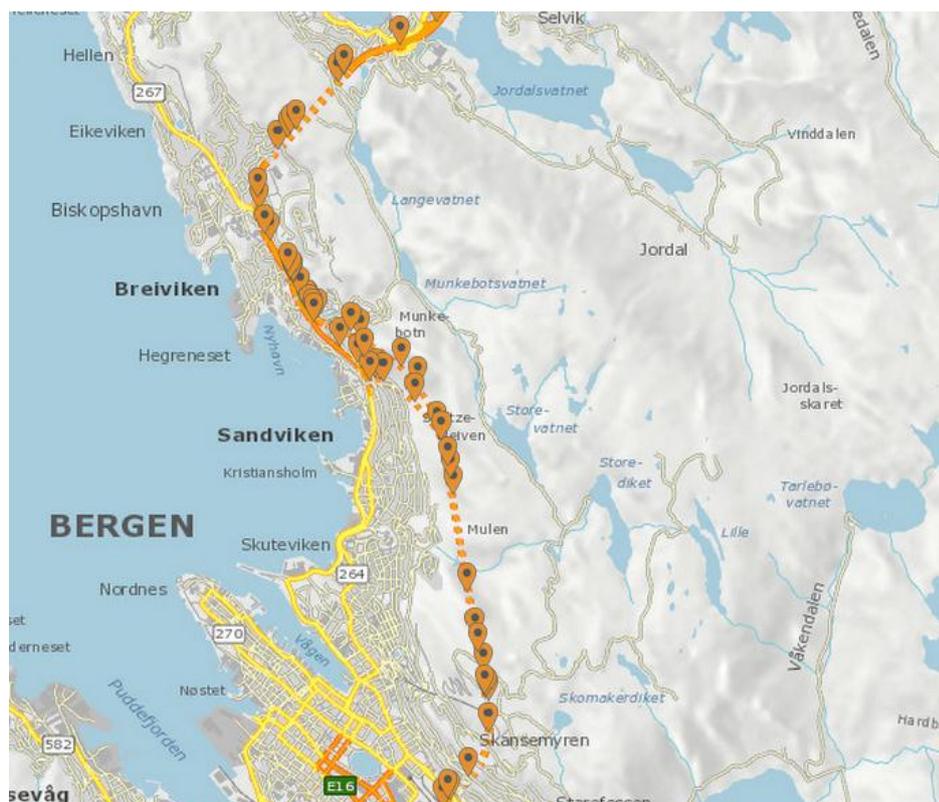
Majoriteten av hendelsene i regnearket for 2010 (ca. 90 %) har fargekode gul, dvs. feltstenging på grunn av bilberging.

3.3 VEGKART

Vegkart /5/ er en kartløsning på internett som kan brukes til å hente data fra Nasjonal Vegdatabank (NVDB), og få dem presentert på kart.

Karttjenesten kan blant annet benyttes til å finne oversikt over trafikkulykker med personskaade som har inntruffet. Tjenesten muliggjør søk på forhåndsdefinerte objekttyper, slik som trafikkulykke, ulykkesstrekning og ulykkespunkt, kombinert med kommune, vegkategori o.l. Dette gjør at man eksempelvis kan få vist i et kart alle ulykker (med personskaade registrert i NVDB) som har inntruffet på E39 i Bergen kommune innenfor en tidsperiode. Bruk av karttjenesten gir dermed en god visuell oversikt over hvor hendelser hyppigst inntreffer, hvilken type hendelser som inntreffer oftest etc. På grunn av overnevnte er det valgt å benytte dette verktøyet framfor å benytte regnearket fra Statens vegvesen.

Figur 13 viser resultatene ved søk på «Bergen», «E39» og «trafikkulykke» innenfor med utsnitt i området mellom Bergen sentrum og Eidsvåg. De oransje markørene viser stedet hvor ulykken har inntruffet. Ulykkene som er vist i figuren har inntruffet i perioden 1.1.2006 til 31.12.2012.



Figur 13: Oversikt over uønskede hendelser som har inntruffet på E39 innenfor analyseområdet i perioden 2006-2012 /5/.

Ulykkene som er registrert i Vegkart er beskrevet med en uhellskode. Kort oppsummert dreier ulykkene innenfor analyseområdet seg i hovedsak om:

- Påkjørsler bakfra/kjedekollisjoner. Både i Fløyfjellstunnelen, Eidsvågtunnelen og i dagsone. Mulige årsaker til dette er:

- Kjøretøystans i bilen foran.
- Plutselig saktegående kø.
- Feltskifte. (Bil A skifter fil. Bil B i den andre filen må bråbremse. Bil C bak bil B greier ikke å stoppe).
- Feltskifteulykker.
 - Bil kolliderer med bil i det andre feltet.
 - Bil A skifter fil. Bil B i den andre filen må bråbremse. Bil C bak bil B greier ikke å stoppe.
- Utforkjøring/krasj i tunnelvegg i både Eidsvågtunnelen og Fløyfjellstunnelen.
 - Enkeltstående hendelser.
 - Kan føre til kollisjon bakfra.
 - Kan oppstå som følge av at bil A foran bil B stopper og bil B svinger unna og i tunnelvegg.

I dagens Fløyfjellstunnel (innenfor portalene) har det inntruffet 17 uønskede hendelser med personskade i perioden 2006 til 2012. Dette tilsvarer 2,4 ulykker per år. Det er ikke registrert dødsulykker innenfor analyseområdet i denne perioden, men det er imidlertid kjent at det tidligere har inntruffet dødsulykker i tunnelen. Syv av de registrerte hendelsene i tunnelen har vært relatert til utforkjøring med enkeltkjøretøy.

I nordre del av Fløyfjellstunnelen er det flere ulykker enn normalt i følge underlag mottatt fra Statens vegvesen. Det er kjent at dagsonen nord for tunnelen er ulykkesbelastet, blant annet ved avkjøring til Sandviken sykehus. Dette kan bidra til tilbakestuvning av kø inn i tunnelen og hendelser der som følge av at tunnelen ligger i kurve.

I Eidsvågtunnelen har den i den samme perioden inntruffet syv hendelser med personskade.

3.4 TUSI-BEREGNINGER

I beredskapsplanene for Fløyfjellstunnelen fra 2007/8/ og Eidsvågtunnelen fra 2007/9/ er det gjort en risikoanalyse hvor det beregnes ulykkesfrekvens for fire hovedscenarier:

- Scenario 1: Uønskede stopp (nødstop), trafikkuhell uten personskade.
- Scenario 2: Trafikkulykke med personskade.
- Scenario 3: Brann i personbil/varebil.
- Scenario 4: Brann i tungt kjøretøy.

Frekvens for de ulike hendelsene er utregnet med modellen TUSI (Tunnelsikkerhet) som bygger på registrerte hendelser i norske vegtunneler. TUSI er basert på data fra 90-tallet og er ikke oppdatert med erfaringstall for de siste ti årene.

3.4.1 Fløyfjellstunnelen

Tabell 6: Prognose for hendelser i Fløyfjellstunnelen /8/

Uønskede hendelser	Antall per år	Frekvens
Scenario 1: Uønskede stopp (nødstop), trafikkuhell uten personskade	604	Ca 1,6 per dag
Scenario 2: Trafikkulykke med personskade	2,378	Hver 5. måned
Scenario 3: Brann i personbil/varebil	0,489	Hvert 2. år
Scenario 4: Brann i tungt kjøretøy	0,074	Hvert 14. år
Sum brannhendelser	0,563	Hvert 1,7. år

Som man kan se av tabellen har TUSI-modellen beregnet at trafikkulykke med personskade inntreffer omtrent 2,4 ganger per år i Fløyfjellstunnelen. Dette samsvarer bra med de tallene som er funnet i Vegkart ref. kapittel 3.3. I tillegg har TUSI beregnet at det i denne type tunnel vil inntreffe 1,6 uønskede stopp (nødstop) og trafikkuhell uten personskade daglig. I følge Vegloggen, jf. kapittel 3.2, inntraff 215 ikke planlagte hendelser i 2010. Dette indikerer at TUSI-beregningene er konservative, da det har skjedd færre hendelser i Fløyfjellstunnelen enn forventet.

3.4.2 Eidsvågtunnelen

Tabell 7: Prognose for hendelser i Eidsvågtunnelen/9/

Uønskede hendelser	Antall per år	Frekvens
Scenario 1: Uønskede stopp (nødstop), trafikkuhell uten personskade	292	Ca 1,25 per dag
Scenario 2: Trafikkulykke med personskade	5,869	Hver 2. måned
Scenario 3: Brann i personbil/varebil	0,304	Hvert 3. år
Scenario 4: Brann i tungt kjøretøy	0,052	Hvert 19,2. år
Sum brannhendelser	0,356	Hvert 2,8. år

I følge TUSI-beregningene inntreffer det nesten 6 hendelser med personskade årlig i Eidsvågtunnelen. Dette samsvarer dårlig med de funnene som er gjort ved bruk av Vegkart, jf. kapittel 3.3, da det er funnet én ulykke med personskade i Eidsvågtunnelen per år. Dette kan tyde på at risiko for ulykker med personskade i Eidsvågtunnelen er lavere enn hva man kan forvente i denne type tunnel. Det er valgt ikke å ta utgangspunkt i disse tallene for frekvens av ulykker med personskade, men heller benytte dataene som er funnet i Vegkart. For brannhendelsene derimot benyttes TUSI-beregningene i mangel på bedre tallunderlag.

4 Ulykkesfrekvens i dagens anlegg

Dette kapitlet vurderer ulykkesfrekvens i dagens veganlegg innenfor analyseområdet. Tallene er basert på inntrufne hendelser hentet fra Vegkart samt på TUSI-beregningene fra beredskapsplanene i noen grad.

4.1 ULYKKESFREKVENNS DAGENS FLØYFJELLSTUNNEL

I dagens Fløyfjellstunnel (innenfor portalene) har det inntruffet 17 uønskede hendelser med personskade i perioden 2006 til 2012. Dette inkluderer nordgående og sørgående løp, eksklusiv Munkebotntunnelen. Dette tilsvarer 2,4 ulykker per år. Det er ikke registrert dødsulykker innenfor analyseområdet i denne perioden, men det er imidlertid kjent at det tidligere har inntruffet dødsulykker i tunnelen. Totalt sett er de to løpene omtrent 7 kilometer¹ lange.

Det er ikke registrert ulykke som følge av brann i tunnelen i perioden 2006 til 2012. Et raskt søk i vegmeldingsrapporten mottatt fra Vegtrafikksentralen viser imidlertid at Fløyfjellstunnelen har vært stengt grunnet brann, og hendelsesrapporten indikerer at det var brann i et kjøretøy 29.1.2011.

Brann i kjøretøy har i følge TUSI-beregningene en forventet frekvens på henholdsvis 0,489 og 0,074 hendelser per år for personbil og tungt kjøretøy, dvs en brann hhv. hvert 2. og 14 år.

Det nevnes at dagens Fløyfjellstunnel har for dårlig sikt og kurvatur i forhold til fartsgrensen i tunnelen. Når dette utbedres (innen 2019) kan antallet ulykker forventes å gå noe ned. Dette er imidlertid ikke hensyntatt i dette kapitlet.

4.2 ULYKKESFREKVENNS NORD FOR DAGENS FLØYFJELLSTUNNEL

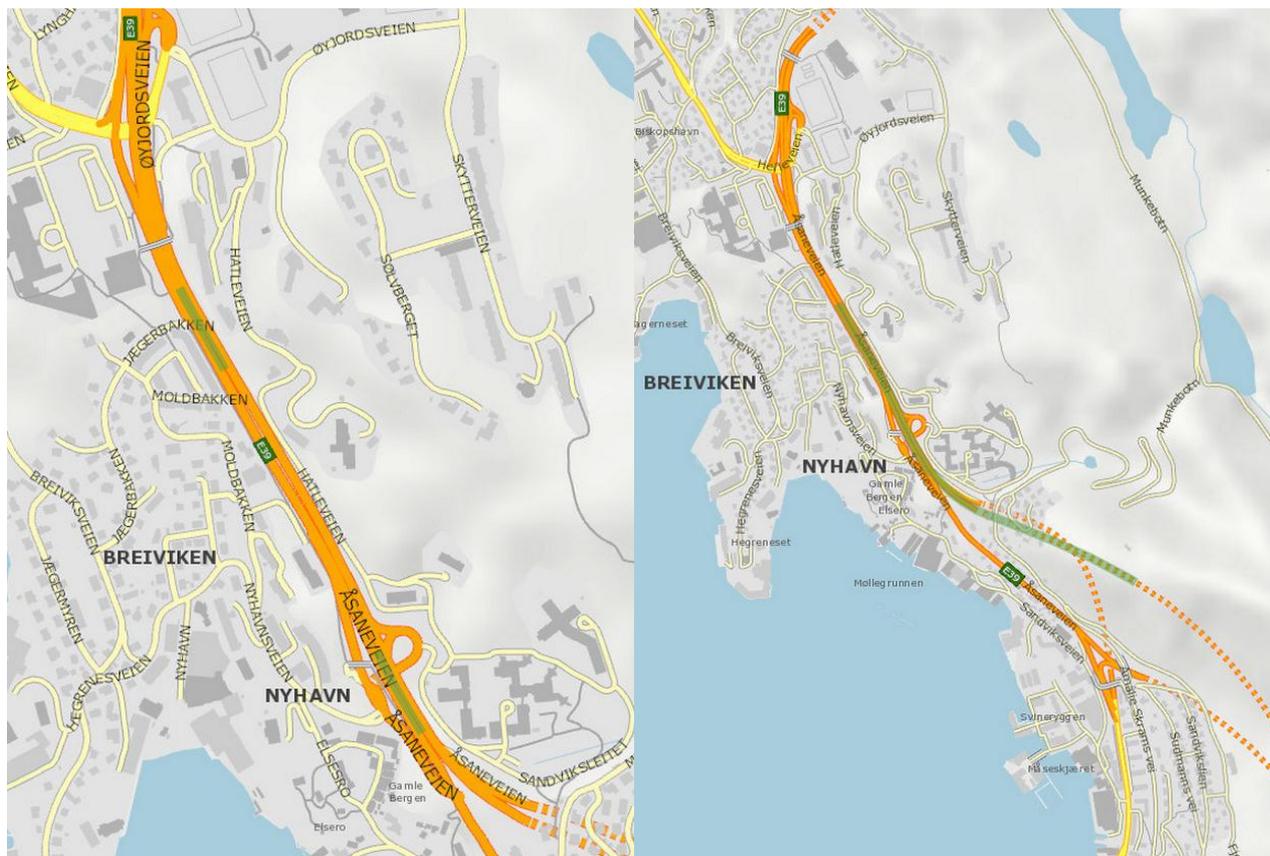
Dagsonen mellom Fløyfjellstunnelen og Eidsvågtunnelen

Dagsonen mellom Fløyfjellstunnelen og Eidsvågtunnelen har historisk vært ulykkesbelastet, spesielt ved av- og påkjøring til Sandviken sykehus og tilsvarende ved av- og påkjøring til Norges Handelshøyskole (NHH). I dette området er det definert både en ulykkesstrekning og et ulykkespunkt, ref. Figur 14. Et ulykkespunkt er en strekning på 100 meter som har 4 eller flere ulykker med personskade innenfor et tidsrom på 5 år. En ulykkesstrekning er en strekning på 1000 meter som har 10 eller flere ulykker med personskade innenfor et tidsrom på 5 år.

I perioden 2006 til 2012 har det inntruffet 18 ulykker med personskade på E39 nord for Fløyfjellstunnelen og sør for Eidsvågtunnelen. Dette tilsvarer 2,6 ulykker per år. Denne distansen er totalt omtrent 3,2 km lang for begge kjørebane².

¹ Nordgående løp er 3850 meter langt og sørgående er 3200 meter.

² Nordgående kjørebane er 1,3 km lang mens sørgående er 1,9 km lang.



Figur 14: Ulykkespunkter (markert med grønn strek i venstre kartutsnitt) og ulykkesstrekning (markert i høyre kartutsnitt)

Eidsvågtunnelen

Det har inntruffet syv ulykker med personskade i Eidsvågtunnelen i perioden 2006 til 2012, noe som tilsvarer 1 ulykke årlig. Lengden på de to løpene til sammen er omtrent 1,7 km.

Brann i kjøretøy har i følge TUSI-beregningene en forventet frekvens på henholdsvis 0,304 og 0,052 hendelser per år for personbil og tungt kjøretøy i Eidsvågtunnelen. Dette tilsvarer brann hvert 3. år for personbil og hvert 19. år for tungt kjøretøy.

Dagsonen nord for Eidsvågtunnelen (til krysningspunktet mellom eksisterende E39 og ny Fløyfjellstunnel)

Det er ikke inntruffet hendelser i dette området innenfor den aktuelle perioden. Avstanden mellom nordre portal for Eidsvågtunnelen og dette krysningspunktet er omtrent 500 meter.

Munkebotntunnelen

Det har inntruffet to ulykker med personskade inne i Munkebotntunnelen i perioden 2006 til 2012. Dette tilsvarer 0,3 ulykker per år for hele tunnelen. Tunnelen er ca. 0,5 km lang (kun en kjøretretning).

4.3 OPPSUMMERING DAGENS VEGSYSTEM

Tabellen under gir en oversikt over ulykkesfrekvensen for de ulike delstrekningene i dagens anlegg, basert på data i Vegkart og TUSI-beregningene.

Tabell 8: Ulykkesfrekvens dagens system

Delstrekning	Lengde (totalt) [kilometer]	Frekvens ulykke med personskade [per år]	Frekvens ulykke med personskade [per km/år]	Frekvens brann i personbil [per år] *	Frekvens brann i stort kjøretøy [per år] *
Fløyfjellstunnelen	7,0	2,4	0,35	0,49	0,07
Dagsoner**	3,7	2,6	0,7		
Eidsvågtunnelen	1,7	1	0,6	0,30	0,05
Munkebotntunnelen	0,5	0,3	0,6	0,1 (antatt)	0,01 (antatt)
Totalt		6,3		0,89 (kun tunneler)	0,13 (kun tunneler)

* TUSI

**Inklusiv dagsonen nord for Eidsvågtunnelen

Ulykker med personskade

Totalt skjer det innenfor analyseområdet 6,3 ulykker med personskade hvert år. Dersom man ser på historikken ender de aller fleste av ulykkene med lettere skade. Man kan dermed for hele vegsystemet sette frekvens svært ofte (minst én gang hvert år) og konsekvens lettere skade.

Brann i lette kjøretøy

Det kan forventes omtrent 0,8 branner i lette kjøretøy per år i Eidsvågtunnelen og Fløyfjellstunnelen samlet, basert på TUSI-beregningene. Brann i lette kjøretøy vil normalt ikke medføre veldig kraftig brann, og konsekvensene er derfor vanligvis mindre alvorlige. Dersom man tar med mulig brann i Munkebotntunnelen kan man anslå at dagens vegsystem vil få rett i underkant av én tunnelbrann årlig. Liten brann vurderes derfor å inntreffe i de eksisterende vegtunnelene svært ofte (minst én gang hvert år) med konsekvens lettere skade.

Brann i tyngre kjøretøy

Brann i tyngre kjøretøy kan forventes å inntreffe en gang hvert 8. år i Eidsvågtunnelen og Fløyfjellstunnelen samlet. Dersom man tar med Munkebotntunnelen antas en brann i tyngre kjøretøy noe oftere, omtrent hvert 7. år.

Ved brann i tyngre kjøretøy kan konsekvensene bli mer alvorlige enn ved brann i lette kjøretøy, da brann i tyngre kjøretøy kan bli mer kraftig. Det antas at 1 av 20 branner i tyngre kjøretøy medfører 5-20 drepte. Man kan dermed anta en frekvens for brann med 5-20 drepte på en gang hvert 140. år. Frekvensklassen settes derfor til svært sjelden (en gang per 101. til 1000. år) med konsekvens 5-20 drepte. *Dersom det i stedet antas at brann i tyngre kjøretøy medfører 5 til 20 døde i 1 av 50 branner vil dette gi en frekvens på én gang hvert 350. år. Hendelsen vil fremdeles havne i samme sannsynlighetskategori.*

4.4 RISIKOBILDE DAGENS VEGSYSTEM

Risikomatriksen under gir en oversikt over samlet risikobilde i dagens vegsystem i forhold til de hendelsestyper som er definert i Tabell 2. Vurderingene av frekvens og konsekvens er gitt i vedlegg 2.

Svært ofte (minst en gang per år)	Utforkjøring Påkjøring bakfra Feltskifteulykke Brann i lett kjøretøy				
Ofte (en gang per 2 til 10 år)	Kjøretøyvelt	Påkjørsel myke trafikanter			
Sjelden (en gang per 11 til 100 år)	Møteulykke				
Svært sjelden (en gang per 101 til 1000 år)				Brann i tungt kjøretøy	
Ekstremt sjelden (sjeldnere enn hvert 1000 år)					
	Lettere skadd	Hardt skadd	1-4 drepte	5-20 drepte	Mer enn 20 drepte

5 Risikovurdering nytt vegsystem

5.1 UØNSKEDE HENDELSER

Tabellen under er benyttet som hjelpemiddel for å identifisere uønskede hendelser og spesielle farlige forhold ved det nye vegsystemet. Hendelser identifisert i analysearbeidet er kategorisert i forhold til variantene av uønskede hendelser i tabellen (eks. møteulykke eller liten brann).

Tabell 9: Oversikt over uønskede hendelser (Veileder for risiko av vegtunneler) /4/

Uønskede hendelser	Varianter	
1. Trafikkulykke	a) Møteulykke	Lette kjøretøy
		Lett mot tungt kjøretøy
		Tunge kjøretøy
	b) Påkjøring bakfra	Lette kjøretøy
		Lett kjøretøy påkjørt av tungt
	c) Påkjøring av myke trafikanter	Etter motorhavari for eksempel
d) Utforkjøring	Vegg, bankett, portal, havarilomme etc.	
e) Feltskifteulykke		
2. Brann	a) Liten brann (5 MW)	Brann i lett kjøretøy
	b) Stor brann (> 20 MW)	Brann i tungt kjøretøy
3. Lekkasje av farlig gods	a) Drivstoff	
	b) Giftige stoffer	
4. Kjøretøystans	a) Lette kjøretøy	
	b) Tunge kjøretøy	
5. Velt	a) Buss	Særlig høye busser, bobiler og
	b) Annet tungt kjøretøy	tilhengere med høyt tyngdepunkt

Listen over farlige forhold fra veilederen ble også benyttet som hjelp ved identifikasjon av hendelser og årsaker, ref. Tabell 10.

Tabell 10: Spesielle farlige forhold og sikkerhetsparametere

Spesielle farlige forhold	Sikkerhetsparametere
<ul style="list-style-type: none"> • Snøfonner i/ved åpning • Issvuller på bakken • Istapper som kan falle ned • Duggproblemer • Blending ved utkjøring av tunnel (solforhold) • Mangelfullt vedlikehold av tekniske systemer • Dårlig belysning • Forbikjøringsfelt etc. • Dårlig tilgang for utrykningskjøretøy ved kødannelse • Ulogisk beliggenhet (etter kurve) • Fallende gjenstander • Myke trafikanter (fotgjengere, syklist) • Kjent problem med oljesøl • Høy andel tunge kjøretøy • Utbredt transport av farlig gods • Mye busstrafikk • Mye motorsykeltrafikk • Komplisert trafikkbilde (skilt etc.) • Fartsvariasjon (saktegående kjøretøy) • Gjenstander i vegbanen • Bratt stigning • Mange rapporterte ulykker og nestenulykker • Ikke sambandsdekning for nødnet • PE-skum • Vanninntrengning • Strømbrydd • 	<ul style="list-style-type: none"> • Tunnellengde • Antall løp • Antall kjørefelt • Tverrsnittgeometri • Vertikal og horisontal profil • Konstruksjonstype • Enveis- eller toveistrafikk • Trafikkvolum per løp (herunder fordeling i tid) • Risiko for trafikkork (per døgn eller sesongbestemt) • Atkomsttid for redningstjenestene • Nærvær og prosentandel av tunge lastebiler • Særtrekk ved atkomstveiene • Kjørefeltbredde • Hastighetsaspekter • Geografisk og meteorologisk miljø •

Listen over farlige/spesielle forhold er i analysen supplert med:

- Tunnellengde over 4 km i bynært område.
- Av- og påramping i fjell.
- Kort avstand fra tunnelportal til kryss.
- Standardsprang mellom ny og gammel del av tunnelen.

Dette gjelder for Fløyfjellstunnelen. Disse er spesielt vurdert i kapittel 5.3.

Plutselig kø er et annet farlig forhold som er relevant her, dette inkluderes i fartsvariasjon.

Videre i dette kapitlet beskrives de ulike uønskede hendelsene i henhold til kategoriseringen i Tabell 9. Vedlegg 3 viser hele analyseskjemaet med ytterligere beskrivelse av årsaker, konsekvens, sannsynlighet, tiltak, kommentarer etc.

Det er valgt kun å ta med forhold som er ansett som spesielle ved analyseobjektet, og som kan bedres gjennom å implementere risikoreduserende tiltak i den videre prosjekteringen av veganlegget. Det er derfor ikke identifisert spesifikke uønskede hendelser for alle delelementer. Eksempelvis er ikke mulige møteulykker i dagsonen nord for Eidsvågtunnelen inkludert, da det ikke er identifisert noen spesielle forhold ved dette. Delstrekningen er derfor ikke nevnt spesielt i vedlegget eller rapporten. Dette bør imidlertid analyseres nærmere i neste planfase om det blir aktuelt.

For hver av de uønskede hendelsene er det foreslått en rekke tiltak. De fleste av disse kommer fra analysesemøtet. Det er ikke tatt stilling til om hvert enkelt av disse skal, eller bør implementeres i nytt vegsystem. Dette er på grunn av plannivået. Planene for det nye vegsystemet er lite detaljerte og det må gjennomføres nærmere vurderinger i en senere planfase. Risikoen er for samtlige hendelser på et nivå hvor risikoreduserende tiltak skal eller bør vurderes. Listen over foreslåtte risikoreduserende tiltak må derfor tas med til neste planfase.

Vurderingene av sannsynlighet og konsekvens er i stor grad hentet fra hendelser innen analyseområdet registrert i Vegkart.

5.1.1 Møteulykker

Fløyfjellstunnelen er toløps, og møteulykker skal normalt ikke forekomme. Likevel opplyser Vegtrafikkentralen om at kjøring i feil kjøreretning forekommer i tunneler i Bergensområdet, og dette medfører fare for møteulykker.

Etter forlengelse av Fløyfjellstunnelen kan man komme inn i tunnelen i feil kjøreretning ved Nygårdstangen eller Eidsvåg, eller fra krysset/rundkjøringen i Sandviken. Det at man kan komme inn i tunnelen i ytterligere ett punkt kan medføre en økt sannsynlighet for å komme inn i feil kjøreretning. Dersom krysset/rundkjøringen ved Sandviken ikke utformes på en enkel og logisk måte kan sannsynligheten for dette øke. Enkelte analysedeltakere mener at felles rundkjøring (hvor alle av- og påkjøringsramper møtes) vil medføre noe høyere sannsynlighet for å komme inn i tunnelen i feil kjøreretning, da flere ramper på ett sted kan skape forvirring. Andre mener på den annen side det kan skape forvirring at de som kommer fra nord og skal nordover i Fløyfjellstunnelen må forbi rundkjøringen i Sandviken (det vil si kjøre sørover) og ta av i krysset ved Gjensidigebygget for å komme seg inn i tunnelen i nordgående retning.

I tillegg til at man kjører inn i tunnelen i feil retning, har det også forekommet i enveiskjorte tunneler at kjøretøy snur i havarilommer i tunnelen, og dermed havner i feil kjøreretning. God skilting og oppmerking samt automatisk trafikkontroll foreslås implementert.

Eidsvågtunnelen er toløps i dag, men denne og dagsonen mellom de to tunnelene vil ha toveis trafikk etter forlengelse av Fløyfjellstunnelen. Pga. dette kan man få møteulykker i tunnelen. Hastigheten og trafikkmengden på lokalvegen (både Eidsvågtunnelen og dagsonen) reduseres når Fløyfjellstunnelen forlenges, og sannsynligheten for møteulykker med dødsfall vurderes derfor å bli lav (svært sjelden).

Møteulykker i tunnel vil kunne medføre svært alvorlige konsekvenser. I perioden 2006 til 2012 er det ikke registrert møteulykker i verken Fløyfjellstunnelen eller Eidsvågtunnelen. Kjøring i feil kjøreretning medfører at tunnelen må stenges, noe som skaper trafikale problemer.

I tillegg til nevnte hendelser kan møteulykker/sammenstøt forekomme i rundkjøringen ved Sandviken. Det er kort avstand fra portaler for av- og påkjøringsrampene til rundkjøringen, noe som kan gjøre at rundkjøringen kommer noe brått på ved utkjøring fra tunnelen. Sammenstøt i rundkjøring er imidlertid vurdert å ha mindre alvorlige konsekvenser, men høyere sannsynlighet.

Vurdering av risiko forbundet med møteulykker

Svært ofte (minst en gang per år)	Møteulykke rundkjøring ved Sandviken				
Ofte (en gang per 2 til 10 år)					
Sjelden (en gang per 11 til 100 år)		Møteulykke Eidsvågtunnelen	Møteulykke Fløyfjellstunnelen		
Svært sjelden (en gang per 101 til 1000 år)					
Ekstremt sjelden (sjeldnere enn hvert 1000 år)					
	Lettere skadd	Hardt skadd	1-4 drepte	5-20 drepte	Mer enn 20 drepte

Som man kan se av matrisen bør/skal risikoreduserende tiltak vurderes implementert for både Eidsvågtunnelen, rundkjøringen ved Sandviken og Fløyfjellstunnelen. Som nevnt i foregående kapittel er det i denne rapporten ikke tatt stilling til hvilke av disse tiltakene som skal eller bør implementeres, til dette er planene for lite detaljerte. Listen over foreslåtte risikoreduserende tiltak (under) tas med til neste planfase.

Foreslåtte tiltak

- Utforme rundkjøring/kryss ved Sandviken på en måte som er enkel å forstå (logisk) for å unngå at kjøretøy kjører inn i feil kjørebane.
- Markere kjøreretningen med piler, både i kryss/rundkjøring og inne i Fløyfjellstunnelen (både på asfalt og med skilting).
- Etablere videoovervåkning (ITV) med automatisk hendelsesdeteksjon (AID) og automatisk trafikkstyring.
- Etablere midtdeler eller en form for midtmarkering mellom de to kjørefeltene i Eidsvågtunnelen.
- Utforme portaler og ramper på en måte som gir god oversikt inn mot rundkjøringen ved Sandviken.
- Beregne kødannelse inn mot rundkjøringen og dimensjonere rundkjøringen i henhold til forventet trafikk og kødannelse. Ulike tider av døgnet må hensyntas i beregningen.

5.1.2 Påkjøring bakfra

Det er valgt å trekke frem tre delelementer hvor det er noen spesielle forhold som kan øke sannsynligheten for påkjøring bakfra, og hvor tiltak er praktisk gjennomførbare:

- Fløyfjellstunnelen.
- Rundkjøring i Sandviken.
- Søndre kryss i Sandviken.

Normalt vil ikke påkjøring bakfra medføre alvorlige konsekvenser for liv og helse (selv om det kan det i verste tilfelle), men påkjøring bakfra i tilknytning til tunnel kan få store trafikale konsekvenser. Alle tre hendelser er vurdert å ha lite alvorlige konsekvenser (lettere skade), men vurderes å kunne inntreffe ofte.

Det er identifisert flere forhold som kan øke sannsynligheten for påkjøring bakfra i tilknytning til disse delementene:

- Kø kommer brått på ved utkjøring fra tunnel. Det er kurve ut fra tunnelen i sør.
- Blending ved utkjøring fra tunnel, spesielt i sør.
- Av- og påkjøringsramper ved Sandviken kan medføre oppstuvning av kjøretøy i tunnel.
- Bil med motorstopp, kø eller hendelse/ulykke kommer brått på i tunnel.
- Istapper/vann fra tunnelens himling medfører bråbrems og deretter påkjøring bakfra av etterfølgende bil.
- Vannplaning.
- Is i vegbanen.
- Havarete kjøretøy blir stående i kjørebanelen.
- Påkjørsel grunnet kødannelse i rundkjøring ved Sandviken.
- Det er kort avstand mellom portaler i av- og påkjøringsramper til rundkjøring ved Sandviken.
- Man kommer ut fra tunnel og brått inn i kryss ved Gjensidigebygget.

Vurdering av risiko for påkjøring bakfra

Svært ofte (minst en gang per år)	Påkjøring bakfra i rundkjøring Sandviken. Påkjøring bakfra søndre kryss i Sandviken.				
Ofte (en gang per 2 til 10 år)	Påkjøring bakfra i Fløyfjellstunnelen.				
Sjelden (en gang per 11 til 100 år)					
Svært sjelden (en gang per 101 til 1000 år)					
Ekstremt sjelden (sjeldnere enn hvert 1000 år)					
	Lettere skadd	Hardt skadd	1-4 drepte	5-20 drepte	Mer enn 20 drepte

Hendelsene havner i oransje og gult område i risikomatriksen, og tiltak skal eller bør vurderes implementert.

Foreslåtte tiltak

- Utvide tunnelprofilen i gammel del slik at denne også tilfredsstillt krav i dagens håndbøker.
- Etablere videoovervåkning (ITV) med automatisk hendelsesdeteksjon (AID) og automatisk trafikkstyring.
- Endre utforming av tunnelportal i sør slik at blendingen reduseres, dersom det er mulig.
- Tilpasse belysningen på vei ut av tunnelen slik at overgangen mellom tunnelen og dagsonen ikke blir så stor.
- Etablere lengre av- og påkjøringsfelt enn det som er krav i håndbøker og forskrifter. Vurdere å etablere lange avkjøringsfelt for å kunne håndtere nedbremsing og evt. også noe kø uten å skape kø

i resten av Fløyfjellstunnelen. Påse at påkjøringsfelt i sørgående retning er avsluttet i god tid før eventuelt standardsprang til smalere tverrsnitt.

- Etablere ny, ikke brennbar, løsning for vann- og frostsikring i eksisterende del.
- Etablere havarinisjer også på høyre side av tunnelen i eksisterende tunnel, samt på begge sider i ny del.
- Utforme portaler og ramper på en måte som gir god oversikt inn mot rundkjøringen i Sandviken.
- Utforme portaler og ramper på en måte som gir god oversikt inn mot krysset ved utkjøring fra tunnelen i Sandviken (ved splittet kryssløsning).
- Etablere lysregulering i krysset ved Gjensidigebygget (dersom det velges splittet kryssløsning).
- Analysere trafikken og styre lysreguleringen i krysset ved Gjensidigebygget i forhold til hvor det vil være mest pågang trafikkmessig. Analysen må inkludere vurderinger av kødannelse i vegsystemet (ved splittet kryss).

Hvilke av tiltakene som skal implementeres avgjøres i neste planfase.

5.1.3 Påkjøring myke trafikanter

Påkjøring av myke trafikanter vil i de fleste tilfeller resultere i alvorlig skade (hardt skadd) eller dødsfall. Det er trukket frem flere forhold som er spesielle i forhold til mulig påkjøring av myke trafikanter:

- Rundkjøring ved Sandviken (gjelder begge kryssløsninger).
- Søndre kryss i Sandviken (alternativ i KU).
- Omkjøringsveg om Eidsvågneset.
- Dagsone, kryssing av lokalveg.
- Eidsvågtunnelen, ved rømning til bybaneløpet.
- Personer i havarett kjøretøy tar seg ut av kjøretøyet og blir påkjørt (gjelder alle tunnelene).

Vurdering av risiko forbundet med påkjøring av myke trafikanter

Svært ofte (minst en gang per år)					
Ofte (en gang per 2 til 10 år)		Påkjørsel ved søndre kryss Sandviken			
Sjelden (en gang per 11 til 100 år)		Påkjørsel under kryssing av lokalveg Påkjørsel i tunnel etter ulykke, motorstans e.l.			
Svært sjelden (en gang per 101 til 1000 år)		Påkjørsel ved rundkjøring Sandviken	Påkjørsel på omkjøringsveg om Eidsvågneset		
Ekstremt sjelden (sjeldnere enn hvert 1000 år)			Påkjørsel ved rømning fra Eidsvågtunnelen		
	Lettere skadd	Hardt skadd	1-4 drepte	5-20 drepte	Mer enn 20 drepte

Alle hendelsene relatert til påkjørsel av myke trafikanter havner i oransje eller gult område, noe som tilsier at risikoreduserende tiltak skal/bør vurderes.

Foreslåtte tiltak

- Utforme portaler og ramper på en måte som gir god oversikt inn mot rundkjøringen i Sandviken.
- Etablere lysregulering i krysset ved Gjensidigebygget (dersom det velges splittet kryssløsning).
- Utforme portaler og ramper på en måte som gir god oversikt inn mot krysset ved utkjøring fra tunnelen i Sandviken (ved splittet kryss).
- Etablere felles sikkerhetssystem og prosedyrer for å påse at eventuell rømning fra vegtunnel til bybanetunnel blir sikker, tilsvarende å hindre ferdsel (herunder rømning) fra bybanetunnel til vegtunnel. (Fra bybanetunnelen kan man rømme til gang- og sykkel tunnelen).
- Utvide tunnelprofilen slik at havarerte kjøretøy kan stå i skulder, annen trafikk kan komme forbi og redningstjenester kan komme frem.

Hvilke av tiltakene som skal implementeres avgjøres i neste planfase.

5.1.4 Utforkjøring

Ved forlengelse av Fløyfjellstunnelen vil den nye delen i utgangspunktet få større tunnelprofil enn eksisterende del. Dette er identifisert som en mulig kilde til utforkjøring og kollisjon med tunnelvegg. Videre kan det at det er trangt profil i eksisterende del generelt øke sannsynligheten for utforkjøring. Is og issvuller i vegbanen kan medføre slike uforutsette hendelser. Konsekvensene ved slike hendelser i tunnel kan potensielt være svært alvorlige. Ved gjennomgang av hendelser i Fløyfjellstunnelen ser man at det har inntruffet syv utforkjøringer i løpet av en 7-årsperiode. Disse har alle resultert i lettere skade, men det forventes likevel at det kan oppstå en utforkjøring med konsekvens «hardt skadd» innenfor en 10-årsperiode.

Vurdering av risiko for utforkjøring i Fløyfjellstunnelen

Svært ofte (minst en gang per år)					
Ofte (en gang per 2 til 10 år)		Utforkjøring i Fløyfjellstunnelen			
Sjelden (en gang per 11 til 100 år)					
Svært sjelden (en gang per 101 til 1000 år)					
Ekstremt sjelden (sjeldnere enn hvert 1000 år)					
	Lettere skadd	Hardt skadd	1-4 drepte	5-20 drepte	Mer enn 20 drepte

Hendelsen havner i oransje område, og risikoreducerende tiltak skal vurderes.

Foreslåtte tiltak

- Utvide tunnelprofilen i gammel del slik at denne også tilfredsstiller krav i dagens håndbøker. Dette gir plass for veggelementer som reduserer konsekvenser ved sammenstøt og reduserer skade på tunnel.
- Etablere ny, ubrennbar, løsning for vann- og frostsikring i eksisterende del for å unngå is og vann.

Og/eller:

- Innføre hastighetsreduksjon ved overgang til gammel del.
- Lage en god og oversiktlig innsnevring fra ny til gammel del og vurdere skilting om smalere tverrsnitt.

5.1.5 Feltskifteulykke

Det er identifisert to forhold som er spesielt i forhold til forlengelse av Fløyfjellstunnelen når det gjelder feltskifte:

- Av- og påkjøringsrampe inne i tunnel. Dette kan medføre sammenstøt mellom kjøretøy ved på- eller avkjøring til/fra tunnelen, samt at det er av- og påkjøringsfelt medfører behov for flere feltskifter og dermed økt sannsynlighet for ulykke. Dette er nærmere vurdert i kapittel 5.3.2.
- Trangt profil og smale vegbaner i eksisterende del av tunnelen. Kan medføre at kjøretøy kommer borti hverandre ved kjøring i parallelle felt, se kapittel 5.3.4.1.

Konsekvensene ved sammenstøt i tunnel kan være større enn i dagsone, da man kan kolliderer i tunnelvegg o.l, som følge av sammenstøtet. I utgangspunktet skal ikke av- og påkjøring i tunnel medføre større fare for sammenstøt enn i dagsone, så lenge av- og påkjøringsrampene er utformet i henhold til krav og belysningen er tilfredsstillende utført. Det trange tunnelprofil i eksisterende del kan bidra til feltskifteulykker og ulykker i forbindelse med kjøring i parallelle felt.

Det er registrert to hendelser med feltskifteulykker i perioden 2006 til 2012 som har endt med personskade. I tillegg er det registrert to hendelser hvor "kjøring i parallelle kjørefelt forøvrig" har resultert i personskader. Én av disse har resultert i alvorlig skade.

Hendelsen er vurdert å kunne inntreffe ofte (minst en gang hvert 2. til 10. år) med konsekvens «hardt skadd».

Vurdering av risiko for feltskifteulykke i Fløyfjellstunnelen

Svært ofte (minst en gang per år)					
Ofte (en gang per 2 til 10 år)		Feltskifteulykke i Fløyfjellstunnelen			
Sjelden (en gang per 11 til 100 år)					
Svært sjelden (en gang per 101 til 1000 år)					
Ekstremt sjelden (sjeldnere enn hvert 1000 år)					
	Lettere skadd	Hardt skadd	1-4 drepte	5-20 drepte	Mer enn 20 drepte

Hendelsen havner i oransje område og risikoreducerende tiltak skal vurderes.

Foreslåtte tiltak

- Etablere lengre av- og påkjøringsfelt enn det som er krav i håndbøker og forskrifter. Vurdere å etablere lange avkjøringsfelt for å kunne håndtere nedbremsing og evt. også noe kø uten å skape kø i resten av Fløyfjellstunnelen. Påse at påkjøringsfelt i sørgående retning er avsluttet i god tid før eventuelt standardsprang til smalere tverrsnitt.
- Sørge for god og oversiktlig skilting og merking av av- og påkjøringsfeltene.
- Utvide tunnelprofilen i gammel del slik at denne også tilfredsstiller krav i dagens håndbøker. Dette gir plass for veggelementer som reduserer konsekvenser ved sammenstøt og reduserer skade på tunnel.

Hvilke av tiltakene som skal implementeres avgjøres i neste planfase.

5.1.6 Liten brann (SMW)

Liten brann kan inntreffe både i Fløyfjellstunnelen, Eidsvågtunnelen og Munkebotntunnelen. I eksisterende Fløyfjellstunnel stipulerer TUSI-beregningene liten brann til å inntreffe hvert 2. år, ref. 3.4.1. Siden tunnelen blir omtrent dobbelt så lang, inklusiv av- og påkjøringsfeltene i Sandviken, forventes liten brann dobbelt så ofte, altså hvert år. Med et velfungerende røykventilasjonsanlegg i kjøreretningen, forventes kun lettere skade som følge av en liten brann i Fløyfjellstunnelen. Sannsynligheten er liten for at biler fanges i røyken. Røykventilasjonen i Fløyfjellstunnelen har sjakter opp i dagen før hver portal (ved Fløyen og Sandviksbatteriet). Det betyr at de som står i kø i enden av tunnelen ikke får blåst røyken mot seg. Konsekvens settes dermed til «lettere skadd». En lang tunnel vil medføre at det er et større område som må gjennomføres av brannvesenet. Det er av den grunn viktig å tilrettelegge for tilkomst.

Eidsvågstunnelen og Munkebotntunnelen blir lokalveg med møtende trafikk. Dette innebærer lavere sannsynlighet for brann. TUSI-beregningene stipulerer liten brann hvert 3. år i eksisterende Eidsvågtunnel. Siden trafikken går kraftig ned, antas det en lavere frekvens etter forlengelsen av Fløyfjellstunnelen. Det at tunnelene får møtende trafikk gjør at andre kjøretøy enn det som brenner kan havne i røyken fra brannen. Dette kan medføre følgehendelser som kollisjoner og påkjørsler, i tillegg til røykskader. Konsekvens settes derfor til 1-4 drepte med frekvens sjelden (en gang hvert 11.-100. år).

Vurdering av risiko for liten brann (5 MW)

Svært ofte (minst en gang per år)	Liten brann i Fløyfjellstunnelen				
Ofte (en gang per 2 til 10 år)					
Sjelden (en gang per 11 til 100 år)			Liten brann i Eidsvågstunnelen/ Munkebotntunne n		
Svært sjelden (en gang per 101 til 1000 år)					
Ekstremt sjelden (sjeldnere enn hvert 1000 år)					
	Lettere skadd	Hardt skadd	1-4 drepte	5-20 drepte	Mer enn 20 drepte

Begge hendelser havner i oransje område, noe som tilsier at risikoreducerende tiltak skal vurderes.

Foreslåtte tiltak

- Etablere videoovervåkning (ITV) med automatisk hendelsesdeteksjon (AID) og automatisk trafikkstyring.
- Benytte deler av eksisterende Fløyfjellstunnel (som ikke skal brukes etter forlengelsen) som eksklusiv innsatstunnel for redningstjenester (og eventuelt rømningstunnel).
- Etablere egen rampe/adkomstvei til søndre portal til Fløyfjellstunnelen som er eksklusiv for redningstjenestene.
- Etablere høyttaleranlegg i Fløyfjellstunnelen for å gi beskjeder til evakuerende.
- Etablere ny, ubrennbar, løsning for vann- og frostsikring i eksisterende del.
- Utvide tunnelprofilen i gammel del av Fløyfjellstunnelen slik at denne også tilfredsstiller krav i dagens håndbøker.
- Etablere nødtelefoner også på venstre side av tunneløpene i Fløyfjellstunnelen og redusere avstanden mellom telefonene.
- Etablere skiltplan iht. gjeldende retningslinjer.
- Etablere radiokommunikasjon med innsnakkmulighet i Fløyfjellstunnelen.
- Videoovervåking (ITV) med automatisk hendelsesdetektering (AID), rødt stoppblinkesignal og fjernstyrte bomber i Eidsvågstunnelen.
- Etablere rømningsvei fra Eidsvågstunnelen til bybanetunnelen. Tilrettelegge for at også redningsetatene kan benytte denne. (Se hendelse "Påkjøring av myke trafikanter" for vurdering av rømning fra vegtunnel til bybanetunnel).

Hvilke av tiltakene som skal implementeres avgjøres i neste planfase.

5.1.7 Stor brann (>20 MW)

Stor brann i Fløyfjellstunnelen kan medføre svært alvorlige konsekvenser. Brann i større kjøretøy er i TUSI-beregningene for eksisterende Fløyfjellstunnelen anslått til hvert 14. år. Med doubling av tunnelengden kan man anta en dobbelt så høy frekvens av brann i tunnelen, noe som tilsier brann hvert 7. år. Ikke alle branner i større kjøretøy vil utvikle seg til å bli store, og langt fra alle vil medføre tap av menneskeliv.

Dersom man antar at 1 av 20 branner i tyngre kjøretøy blir store og medfører tap av 5-20 menneskeliv, får man en frekvens på én stor brann i Fløyfjellstunnelen hvert 280. år. Norconsult er ikke kjent med hva sprinkleranlegget i dagens tunnel er dimensjonert for, men det er antatt at en stor brann kan medføre antennelse av PE-skum. Dette vil eskalere hendelsen betraktelig. I tillegg til risiko for mennesker kan en kraftig tunnelbrann medføre store skader på installasjoner i tunnelen og lang nedetid etter hendelsen.

Vurdering av risiko for stor brann (> 20 MW)

Svært ofte (minst en gang per år)					
Ofte (en gang per 2 til 10 år)					
Sjelden (en gang per 11 til 100 år)					
Svært sjelden (en gang per 101 til 1000 år)				Stor brann i Fløyfjellstunnelen	
Ekstremt sjelden (sjeldnere enn hvert 1000 år)					
	Lettere skadd	Hardt skadd	1-4 drepte	5-20 drepte	Mer enn 20 drepte

Hendelsen havner i oransje området og risikoreduserende tiltak skal dermed vurderes.

Foreslåtte tiltak

Alle tiltak som gjelder liten brann i Fløyfjellstunnelen og i tillegg:

- Brannbeskyttelse av søndre portal for å hindre kollaps av overliggende veg.

Det bemerkes at dette gjelder et eksisterende forhold og uendret risiko i forhold til dagens tunnel.

5.1.8 Lekkasje av farlig gods – drivstoff og giftige stoffer

Lekkasje av drivstoff og andre giftige stoffer vil normalt skyldes hull/sprekk i oppbevaringsenhet. Kjøretøy som er godkjent for transport av farlig gods er underlagt strenge krav, og det vurderes at dette skjer svært sjelden og at konsekvensene normalt vil være «lettere skadd».

Det forutsettes dreneringssystem i henhold til Tunnelsikkerhetsforskriften/10/ for samtlige tunneler. Dette innebærer at spredning via drens-systemet ikke skal kunne forekomme.

Vurdering av risiko for lekkasje av farlig gods

Svært ofte (minst en gang per år)					
Ofte (en gang per 2 til 10 år)					
Sjelden (en gang per 11 til 100 år)					
Svært sjelden (en gang per 101 til 1000 år)	Lekkasje av farlig gods				
Ekstremt sjelden (sjeldnere enn hvert 1000 år)					
	Lettere skadd	Hardt skadd	1-4 drepte	5-20 drepte	Mer enn 20 drepte

Hendelsen havner i grønt område og risikoreduserende tiltak trenger ikke å vurderes nærmere. Det er imidlertid foreslått et tiltak som har risikoreduserende effekt på flere hendelser, som kan vurderes implementert

Foreslåtte tiltak

- Automatisk hendelsesdetektering (AID), rødt stoppblinkesignal og fjernstyrte bomber i alle tunnelene.
- Etablere videoovervåkning (ITV) med automatisk hendelsesdeteksjon (AID) og automatisk trafikkstyring i Fløyfjellstunnelen.

Håndtering av en slik hendelse må medtas i beredskapsplanene for vegsystemet.

5.1.9 Kjøretøystans – lette og tunge kjøretøy

Kjøretøystans kan skyldes motorstopp, drivstoffmangel o.l. Dette vil ikke direkte få konsekvenser for liv og helse, men kan potensielt føre til ulykker som påkjørsel bakfra og påkjørsel av evakuerende (personer i havarert kjøretøy). Det er i dag en rekke kjøretøystans i Fløyfjellstunnelen noe som medfører kø. I perioden 2010 er det registrert 215 ikke planlagte hendelser i Fløyfjellstunnelen, ref. kapittel 3.2, hvor omtrent 90 % av disse gjelder feltstenging pga. bilberging etc. Dagens system er sårbart for slike hendelser.

Omkjøring ved stengte tunneler er et problem i dag, og vil fortsatt være det i nytt system. Ved lengre tunnel vil det være en lengre strekning med omkjøringsveg. Dette blir på lokalveg, og kø må påregnes. Ny lokalveg er ikke i konflikt med gang- og sykkeltrafikk og er også bredere enn store deler av dagens omkjøringsveger. Det gir eksempelvis mindre omkjøring via Eidsvågneset, som har dårlig kapasitet for omkjøring da den er ettfelts.

Det er ikke vurdert sannsynlighet og konsekvens for hendelsen, da det er eventuelle følgehendelser som vil ha konsekvenser for mennesker.

Foreslåtte tiltak

- Etablere feltanvisere/kjørefeltsignal gjentagende gjennom tunnelen og utenfor portalen.
- Utvide tunnelprofilen slik at havarerte kjøretøy kan stå i skulder, annen trafikk kan komme forbi og redningstjenester kan komme frem.
- Vurdere mulige omkjøringsmuligheter og kapasitet i omkjøringsnettene når vegnettet detaljprosjekteres i senere planfase.
- Etablere mulighet for/skaffe tillatelse til å kjøre trafikken i to retninger i ett løp i en begrenset periode dersom det ene løpet må stenges. Kan medføre behov for å utvide tunnelprofilen i eksisterende del. (Kan ikke gjøres ved brann og større ulykker).
- Etablere mulighet for å stenge kun nordre eller søndre del av Fløyfjellstunnelen, dvs. etablere bommer og skilte av- og påkjøring i Sandviken. (Kan ikke gjøres ved brann).
- Beregne kødannelse i Fløyfjellstunnelen og det omkringliggende vegsystemet. Dimensjonere kryss, rundkjøringer, av- og påkjøringsramper i henhold til beregningene. Ulike tider av døgnet må hensyntas.
- Etablere redningsbil med utrykningsstatus som raskt kan fjerne kjøretøy som sperrer hele eller deler av tunnelen.

Hvilke av tiltakene som skal implementeres avgjøres i neste planfase.

5.1.10 Velt – buss og tyngre kjøretøy

Velt av buss og andre større kjøretøy kan forekomme ved at biler kommer borti hverandre og velter og kurvatur kombinert med høy hastighet. Potensielt kan hendelsen medføre svært alvorlige konsekvenser (1-4 drepte), men dette vurderes å inntreffe svært sjelden. Kurvaturen blir bedre i ny, forlenget tunnel enn i dagens tunnel, og velt anses ikke sannsynlig.

Risikovurdering - kjøretøyvelt

Svært ofte (minst en gang per år)					
Ofte (en gang per 2 til 10 år)					
Sjelden (en gang per 11 til 100 år)					
Svært sjelden (en gang per 101 til 1000 år)			Kjøretøyvelt i Fløyfjellstunnelen		
Ekstremt sjelden (sjeldnere enn hvert 1000 år)					
	Lettere skadd	Hardt skadd	1-4 drepte	5-20 drepte	Mer enn 20 drepte

Hendelsen havner i gult område og risikoreduerende tiltak bør vurderes.

Foreslåtte tiltak

- Utvide tunnelprofilet i gammel del slik at denne også tilfredsstiller krav i dagens håndbøker. Dette gir plass for veggelementer som reduserer konsekvenser ved sammenstøt og reduserer skade på tunnel.

5.2 SAMLET RISIKOBILDE NYTT VEGSYSTEM

Svært ofte (minst en gang per år)	Møteulykke rundkjøring Sandviken Påkjøring bakfra rundkjøring Sandviken Påkjøring bakfra søndre kryss i Sandviken Liten brann i Fløyfjellstunnelen				
Ofte (en gang per 2 til 10 år)	Påkjøring bakfra Fløyfjellstunnelen	Påkjørsel av person søndre kryss Sandviken Utforkjøring i Fløyfjellstunnelen Feltskifteulykke i Fløyfjellstunnelen			
Sjelden (en gang per 11 til 100 år)		Møteulykke Eidsvågtunnelen Påkjørsel person under kryssing av lokalveg Påkjørsel i tunnel etter ulykke, motorstans e.l.	Liten brann i Eidsvågtunnelen/ Munkebotntunnelen Møteulykke Fløyfjellstunnelen		
Svært sjelden (en gang per 101 til 1000 år)	Lekkasje av farlig gods	Påkjørsel av person rundkjøring Sandviken	Påkjørsel person omkjøringsveg Eidsvågneset Påkjørsel person ved rømning fra Eidsvågtunnelen Kjøretøyvelt i Fløyfjellstunnelen	Stor brann i Fløyfjellstunnelen	
Ekstremt sjelden (sjeldnere enn hvert 1000 år)					
	Lettere skadd	Hardt skadd	1-4 drepte	5-20 drepte	Mer enn 20 drepte

Alle de identifiserte hendelsene relatert til forlengelse av Fløyfjellstunnelen er vurdert til enten gult eller oransje område av risikomatrixen, det vil si at risikoreduserende tiltak enten bør eller skal vurderes. Alle foreslåtte tiltak er gitt i kapittel 7. I denne analysen konkluderes det med at risikoen i nytt vegsystem kan håndteres ved hjelp av risikoreduserende tiltak.

5.3 SPESIELLE RISIKOFORHOLD I NY FLØYFJELLSTUNNEL

5.3.1 Lang tunnel

Håndbok 021 definerer at «en bør tilstrebe å begrense tunnallengden for bytunneler og motorvegtunneler til maksimum 4 km. En dagsone på 200 m eller mer vil være en effektiv sperre for spredning av røyk og ekstreme temperaturer i tunnelen ved en eventuell brann.»

Ny Fløyfjellstunnel vil bli lenger enn 4 km. Risiko for brann og muligheter for rømning og redning er ytterligere beskrevet i kapittel 5.3.4.2 om vann- og frostsikring. Som det fremkommer av disse kapitlene, vil frekvens av brann i Fløyfjellstunnelen øke som følge av at tunnelen forlenges, men likevel ikke på en slik måte at risikoen vurderes å være uakseptabel. Både liten og stor brann i Fløyfjellstunnelen havner i oransje område i risikomatriksen noe som tilsier at risikoreduserende tiltak skal vurderes.

Samtidig bør det vektlegges at forlengelsen av Fløyfjellstunnelen avlaster dagens vegnett fra Munkebotn og nordover. Europavegtrafikken skilles fra lokalvegtrafikk, og eksisterende ulykkesbelastede strekning med korte vekslingsfelt og ramper vil få en mer egnet utforming. Som nevnt i kapittel 4.2 har det vært 18 ulykker med personskade i perioden 2007 til 2012 bare på strekningen mellom Fløyfjellstunnelen og Eidsvågstunnelen. Denne frekvensen forventes å gå ned betraktelig, slik at risikobildet totalt sett reduseres med forlenget Fløyfjellstunnel. Videre reduseres sårbarheten noe, da det blir en ny omkjøringsmulighet ved hendelser nord for Fløyfjellstunnelen.

Dette argumenterer for å akseptere forlengelsen, gitt at det prosjekteres gode løsninger med tanke på sikkerhet. Dette er nærmere omtalt i de videre kapitlene.

5.3.2 Av- og påramping i fjell

Håndbok 021 sier at «Kryss i tunnel skal unngås. Unntak behandles som fravik i en tidlig planfase». Det antas at bakgrunnen for dette er å unngå ulykker, spesielt i forbindelse med feltskifte.

Det blir kryssløsninger i form av av- og påramping i begge retninger i Sandviken. I analyse møtet ble det vurdert at risiko knyttet til disse kan håndteres ved å sørge for god utforming av av- og påramping gjennom blant annet å:

- Etablere lengre av- og påkjøringsfelt enn det som er krav i håndbøker og forskrifter. Vurdere å etablere lange avkjøringsfelt for å kunne håndtere nedbremsing og evt. også noe kø uten å skape kø i resten av Fløyfjellstunnelen.
- Påse at påkjøringsfelt i sørgående retning er avsluttet i god tid før eventuelt standardsprang til smalere tverrsnitt.
- Sørge for god og oversiktlig skilting og merking av av- og påkjøringsfeltene.

Norconsult anbefaler at de nevnte tiltak gjennomføres.

Det presiseres at av- og påramping i fjell må fraviksbehandles av Vegdirektoratet. Detaljering av nødvendige risikoreduserende tiltak må gjennomføres i en senere planfase.

Som for vurderingen om tunnallengde, må det også i denne vurderingen medtas at kryssene vil avlaste dagens ulykkesbelastede vegstrekning (hvor blant annet kollisjoner ved av- og påkjøring til Sandviken sykehus og NHH er et stort problem).

Gitt at det gjennomføres tiltak som skissert over, vurderes risikoen knyttet til av- og påramping i fjell å være akseptabel innenfor avgrensningene i denne analysen, dvs. at risikoen kan håndteres gjennom å innføre tiltak i senere planfaser.

5.3.3 Kort avstand fra tunnelportal til kryss

Det er foreslått en kryssløsning i konsekvensutredningen hvor av- og påkjøringene til tunnelen i Sandviken er splittet i to kryss med en avstand på ca. 300 meter. Det søndre krysset ligger ved dagens "Gjensidigekryss". Dette krysset knytter nordvendt trafikk til E39 via ramper i tunnel. Det nordre krysset (rundkjøring) ligger sør for Munkebotntunnelen. Dette knytter sørvendt trafikk til/fra Sandviken til E39 og Fløyfjellstunnelen via ramper i tunnel.

I tillegg til nevnte kryssløsning har Statens vegvesen foreslått en alternativ løsning hvor alle av- og påkjøringsramper samles i en felles rundkjøring (samme lokasjon som rundkjøringen i alternativet med splittet kryss). Se begge kryssløsninger i Figur 15.



Figur 15: Alternativene for kryssløsning i Sandviken. Venstre figur viser splittet kryss (som i KU) mens høyre figur viser samlet kryss.

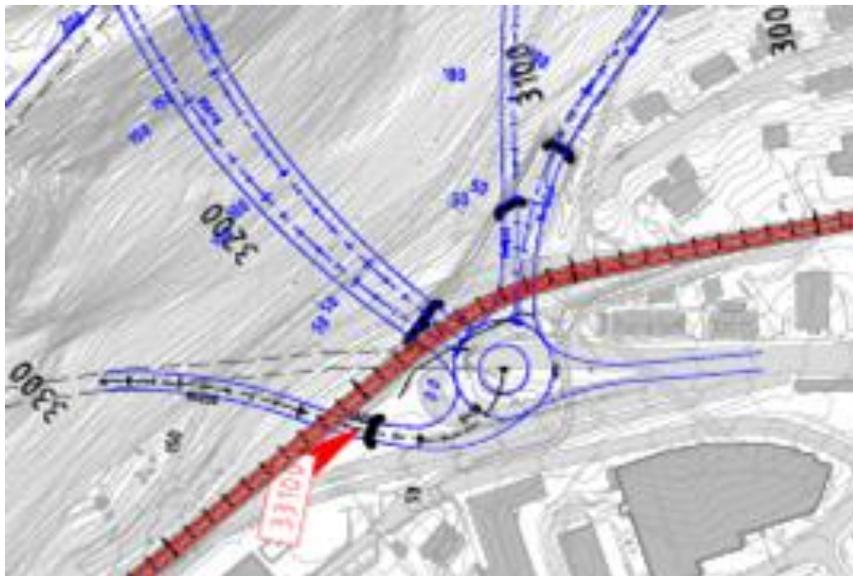
Rundkjøringen i Sandviken er felles for begge kryssløsninger, men i tilfellet med splittet kryss vil den ha tre armer mens i alternativet med samlet kryss vil den ha fire armer. Rundkjøringen ligger i svært kort avstand fra tunnelmunningene, blant annet fordi bybanen skal gå i bru over rampene, jf. Figur 16. Slik tegningene foreligger på dette stadiet varierer avstanden mellom rundkjøring og tunnelmunning fra 20 til 50 meter for de ulike rampene. Kravet i HB021 er en avstand på minimum stoppsikt, noe som tilsvarer 70 meter dersom man legger til grunn en hastighet på 60 km/t.

Dette er en lite heldig løsning av hensyn til trafiksikkerhet, spesielt fordi sjåførere ikke rekker å omstille seg før de er i rundkjøringen. Risiko knyttet til dette kan avbøtes ved:

- God sikt mot rundkjøringen. Siktkrav mot kryss må tilfredsstilles med god margin.
- Nedsatt hastighet.
- Mindre stigning mot rundkjøring/kryss enn maksimumskravet på 3 %.
- Ingen høybrekk i rampe mot rundkjøring/kryss da dette medfører dårligere sikt.
- Tiltak for tidlig å gjøre førere oppmerksom på krysset (skilting og annen merking).
- Belysning.
- Romlefelt.

Eventuell blendingsfare må håndteres ved hjelp av avbøtende tiltak.

Fartstreduksjon/oppbremsing før rundkjøringen kan føre til tilbakeblokkering i tunnel. Dette øker risikoen for ulykker i tunnel.



Figur 16: Rundkjøring i Sandviken hvor bybanen går i bru over rampene.

Dersom man velger det samlede krysset vil man få mer trafikk i Sandviken. Samtidig vil alle av- og påkjøringsramper til tunnelen være samlet, noe som kan gjøre krysset mer sårbart i forhold til hendelser og mulig kødannelse. Gjennomførte kapasitetsberegninger, jf. vedlegg 4, viser at rundkjøringen med utformingen slik den er vist i dag er sensitiv for trafikkøkning og at det er høy sannsynlighet for kødannelse tilbake i tunnelrampene i rushperiodene.

Flere av- og påkjøringer samlet kan også potensielt skape mer forvirring, noe som kan gi høyere sannsynlighet for å ta feil «arm» på veg ut fra rundkjøringen slik at man kommer inn i tunnelen mot kjøreretningen, eller i motsatt retning av hvor en hadde tenkt seg. Enkelte analysedeltakere mener på den annen side det kan skape forvirring at de som kommer fra nord og skal nordover i Fløyfjellstunnelen må forbi rundkjøringen i Sandviken (dvs. sørover) og ta av i krysset ved Gjensidigebygget for å komme seg inn i tunnelen i nordgående retning (ved splittet kryssløsning).

Dersom den splittede løsningen velges vil man komme ut fra tunnelmunning og rett ut i et T-kryss med blandet trafikk (inkl. fotgjengere og syklistere). Avstanden mellom tunnelmunning og kryss er omtrent 40 meter slik tegningene foreligger på dette stadiet, noe som er kortere enn kravet i håndbok 021.

Dette kan medføre høyere risiko for påkjørsel av myke trafikanter, møteulykker samt for påkjøring bakfra ved utkjøring fra tunnel. Risiko knyttet til dette kan avbøtes ved tilsvarende tiltak som for rundkjøringen:

- God sikt mot krysset. Siktkrav mot kryss må tilfredsstilles med god margin.
- Tiltak for tidlig å gjøre førere oppmerksom på krysset (skilting og annen merking).
- Mindre stigning mot rundkjøring/kryss enn maksimumskravet på 3%.
- Ingen høybrekk i rampe mot rundkjøring/kryss da dette medfører dårligere sikt.
- Nedsatt hastighet
- Belysning.
- Romlefelt.

Det presiseres at av- og påramping i fjell må fraviksbhandles av Vegdirektoratet. Detaljering av nødvendige risikoreducerende tiltak må gjennomføres i en senere planfase.

5.3.4 Standardsprang mellom ny og gammel del av tunnelen

Standardspranget mellom ny og gammel del er forventet å bestå av følgende:

Tabell 11: Standardsprang mellom ny og gammel del

	Eksisterende del	Ny del
Tunnelprofil	T8	T9,5
Vann og frostsikring	PE skum beskyttet med sprinkleranlegg	Ubrennbar løsning i henhold til gjeldende regelverk.
Tverrslag	Hver 300. meter	Hver 250. meter
Havarinisjer	Ikke i henhold til dagens krav	I henhold til dagens krav

Øvrige forhold, alt fra sikt, kurvatur, belysning og sikkerhetstiltak som kreves for kategori F tunneler i håndbok 021 forutsettes å være likt i de to tunneldelene.

5.3.4.1 Tunnelprofil

Følgende farlige forhold eller risiko er identifisert knyttet til sprang i profil mellom ny og gammel del:

- Kjøring i sørgående retning, dvs. fra stort til mindre tverrsnitt. Kan medføre utforkjøring og feltskifteulykker.

Som tiltak er det foreslått å utvide tunnelprofilen i gammel del slik at også denne tilfredsstiller krav i dagens håndbøker. Dersom dette ikke lar seg gjøre foreslås det å innføre hastighetsreduksjon ved overgang til gammel del, lage en god og oversiktlig innsnevring fra ny til gammel del og vurdere skilting om smalere tverrsnitt. I tillegg bør det påses at påkjøringsfeltet i sørgående retning er avsluttet i god tid før standardsprang til smalere tverrsnitt.

Følgende farlige forhold eller risiko er identifisert knyttet til trangt profil i gammel del:

- Generelt økt risiko for feltskifteulykker (herunder hendelsestype «kjøring i parallelle felt for øvrig») og utforkjøring som følge av smale kjørefelt.
- Økt sannsynlighet for kø ved en hendelse / havari, som følge av at det er vanskelig å passere havarert kjøretøy. Kø kan medføre følgehendelser som eks. påkjøring bakfra, i tillegg til at infrastrukturen rammes.
- Vanskelig adkomst for redningstjenester ved hendelser.

Dagens risiko knyttet til disse forholdene er ikke en del av denne analysen, men det er vurdert om risikoen endres som følge av at tunnelen blir lengre.

For det første punktet, generelt økt risiko for feltskifteulykker og utforkjøring, er risikoen vurdert å være uforandret i forhold til dagens situasjon når tunnelen forlenges. Dette begrunnes i hovedsak med at ÅDT i tunnelen ikke påvirkes av forlengelsen, kapittel 2.3. Det bemerkes imidlertid at en forlengelse av Fløyfjellstunnelen kan føre til økt etterspørsel og dermed økt trafikk, noe trafikkberegningene ikke tar høyde for.

Når det gjelder kødannelse, vil hendelser i sørgående løp i eksisterende tunnel kunne gi kødannelse også i ny del av Fløyfjellstunnelen. Dette betyr at tunnelen, og infrastrukturen generelt, blir mer sårbar for hendelser i sørgående løp i eksisterende del. Foreslåtte tiltak er utvidelse av tunnelprofilen i eksisterende del (naturlig

nok) og etablering av mulighet for automatisk trafikkstyring (eksempelvis omdirigering av sørgående trafikk fra Eidsvåg via lokalveg og dirigering av sørgående trafikk ut av Fløyfjellstunnelen i Sandviken).

Tilkomst for redningstjenestene er i dag vanskelig fra sør, mens den oppfattes grei fra nord. Ved hendelser som gir kødannelse i nytt/nye kryss i Sandviken, kan tilkomst herfra forringes. Det er foreslått å etablere egen angrepsvei for redningstjenester i eksisterende tunnelløp for å bedre denne situasjonen. Dette tiltaket anbefales, og det vurderes at redningstjenestene da vil ha tilsvarende eller bedre muligheter for å komme til en ulykke som de har i dag. I tillegg er det foreslått å etablere egen rampe/adkomstvei til søndre portal som er eksklusiv for redningstjenestene.

5.3.4.2 PE-skum som vann- og frostsikringsløsning

Eksisterende løsning med PE-skum beskyttet med sprinkleranlegg er ikke en godkjent løsning i henhold til dagens krav i håndbøker, og kan ikke videreføres i ny del. Spørsmålet er om det vil være mulig å beholde denne løsningen når tunnelen forlenges. Det er flere forhold som vil regulere dette, blant annet Forebyggendeforskriften, og følgelig er det usikkert om brannvesenet som tilsynsmyndighet vil godkjenne dette. I denne analysen fokuseres det *kun* på risiko knyttet til løsningen.

Følgende farlige forhold eller risiko er identifisert knyttet til dagens vann- og frostsikringsløsning:

- Brann. PE-skum er svært brennbart, og kan bidra til at en brann eskalerer. Dette medfører fare for personer i tunnelen og vanskeliggjør redningsinnsats. Sprinkleranlegget skal væte PE-skummet slik at det ikke tar fyr.
- Innlekkasje av vann, istapper og issvuller i kalde perioder. Kan føre til uønskede hendelser som utforkjøring og påkjøring bakfra.

Risiko ved brann i tunnelen øker med at tunnelen forlenges, både fordi det med flere kjørte kilometer vil være høyere sannsynlighet for brann, men også fordi det vil være en lenger strekning som er innelukket og potensielt røykfyllt. Brannvesenet vil også måtte gjennomføre et større område. Følgelig er det også vurdert at det er større konsekvenser dersom PE-skummet tar fyr i en ny, forlengt tunnel enn i dagens tunnel. Det må samtidig fremheves at et velfungerende sprinkleranlegg er et godt risikoreduserende tiltak, da det vil hindre at PE-skummet tar fyr.

Dagens løsning med sprinkleranlegg er sårbar av flere årsaker. Først og fremst fordi dette er et sikkerhetskritisk tiltak – om anlegget ikke fungerer som det skal får det store konsekvenser for en hendelse. Manglende funksjon kan være direkte feil (nedetid) på anlegget, eller branner som anlegget ikke er dimensjonert for (detaljer knyttet til anlegget er ikke kjent i denne analysen). Det har tidligere vært rapportert om hyppige feilalarmer og behov for reparasjoner og vedlikehold av sprinkleranlegget. Selve arbeidet krever stengning av tunnelen, men i prinsippet bør tunnelen også være stengt når anlegget er ute av drift, med mindre andre risikoreduserende tiltak innføres i denne perioden.

Videre er det rapportert om problemer med istapper og issvuller i dagens tunnel. Dette knyttes også til vann- og frostsikringen (altså PE-skummet). Risikoen knyttet til dette forholdet vurderes uendret i en forlengt tunnel.

Dette argumenterer for en anbefaling om at eksisterende PE-skum fjernes og erstattes av en ubrennbar vann- og frostsikring. Det vil kreves mer inngående analyser, inklusiv detaljerte opplysninger om sprinkleranlegget, for å kunne vurdere om det vil være mulig å opprettholde PE-skum i eksisterende del når Fløyfjellstunnelen forlenges. Vurderingen, og den eventuelle prosjekteringen, vil også måtte medta hvordan sikkerheten ivaretas i evt. overgang mellom sprinklet og usprinklet område.

5.3.4.3 Avstand mellom tverrslag

I eksisterende del er avstanden mellom tverrslagene 300 meter, mens det i ny del vil være 250 meter (i henhold til gjeldende håndbøker). Avstand til tverrslag har først og fremst betydning i forhold til rømning og redning ved brann, spesielt i røykfylt område.

Røykventilasjonen i tunnelen skal blåse røyk fra en brann i kjøreretningen. Det betyr at det er lite sannsynlig at andre biler enn de som er involvert i ulykken blir fanget i røyken, dette skal i prinsippet kun skje dersom det er kø.

Risiko knyttet til lengre avstand mellom tverrslagene vurderes tilnærmet uendret som følge av forlengelsen av tunnelen. Eneste unntak er ved brann i ny del, sørgående løp, samtidig som det er kø i sydenden av tunnelen (mot Nygårdstangen). Røyk vil da blåses mot køen. Dersom reisende i disse bilene evakuerer i røyken, vil de kunne ha opptil 50 meter lengre å gå i røyk. Om det antas en ganghastighet på 0,2 m/s i røyk, vil dette tilsi ca 4 minutter lengre rømningstid. Med riktig dimensjonert røykventilasjonsanlegg skal ikke dette ha nevneverdig betydning på risiko for liv og helse.

6 Sårbarhetsvurderinger

Infrastrukturen i Bergen er sårbar for hendelser i Fløyfjellstunnelen. På grunn av det trange tverrsnittet tar det tid før redningstjenestene kommer til ved en hendelse, og det er vanskelig for øvrig trafikk å passere havarerte kjøretøy. Dette medfører kø, ikke bare i Fløyfjellstunnelen, men også videre på omkjøringsveger og omkringliggende veger. En forlengelse av Fløyfjellstunnelen vil ikke forandre på denne situasjonen. Tverrsnittet i ny del blir riktignok bredere og problemene med passering av havarerte kjøretøy og tilkomst for redningsetater kan forventes å bli mindre her. Men siden tunnelen forlenges kan man forvente flere kjøretøystans og hendelser i tunnel. Det er foreslått flere tiltak i denne analysen for å redusere kødannelse, både i form av sannsynlighetsreducerende og konsekvensreducerende tiltak. Eksempelvis er det foreslått å etablere mulighet for å stenge kun deler av tunnelen ved hendelser (eks. stenge nordre del ved hendelser i nord, slik at kjøretøy må kjøre av og på i Sandviken) og å etablere mulighet for å kjøre toveis trafikk i ett løp dersom det skjer en mindre hendelse i det ene løpet.

Når tunnelen blir lenger er det også en større andel av trafikken som berøres ved hendelser og kø. Dette gjelder spesielt dersom ny del er stengt, for da vil omkjøringen gå via tofelts lokalveg istedenfor via fire filer som dagens veg mellom Sandviken og Eidsvåg har. (En tunnel er oftere stengt enn en dagsone).

Bybanen legges i egen trasé i alle alternativer for bybanen, inklusiv alternativ 3B mer forlengelse av Fløyfjellstunnelen. Dette betyr at det vil være et kollektivtrafikktilbud som vil gå som normalt ved kødannelse i Fløyfjellstunnelen, noe som gjør situasjonen mindre sårbar enn i dag.

Kapasitetsberegninger for kryssløsningen i Sandviken viser at løsningen med samlet rundkjøring er sensitiv i forhold til trafikkøkning og sannsynlighet for kødannelser tilbake i tunnelrampe er stor. Løsningen med splittet kryss har god reservekapasitet, er lite sensitiv for trafikkøkning og sannsynlighet for kødannelser i tunnelrampene er liten.

Dagens løsning med PE-skum og sprinkleranlegg er sårbar. Både fordi en svikt i sprinkleranlegget kan få alvorlige konsekvenser ved brann, men også fordi feilmeldinger på anlegget gir nedetid i tunnelen (stengt tunnel).

Kalfarveien, Rv 585, ligger over Fløyfjellstunnelens søndre portal. Det er ikke kjent om portalkonstruksjonen har spesiell brannbeskyttelse for å hindre kollaps i overliggende vei ved stor brann, og dette kan potensielt være et sårbart punkt.

Norconsult anbefaler følgende tiltak for å redusere sårbarhet:

- Fullautomatisk trafikkstyring med mulighet for å kjøre toveiskjøring i ett løp.
- Etablere mulighet for å stenge kun nordre eller søndre del av Fløyfjellstunnelen, dvs. etablere bommer og skilte av- og påkjøring i Sandviken. (Kan ikke gjøres ved brann og store hendelser).
- Fjerne eksisterende PE skum og erstatte med ubrennbar vann- og frostsikring.
- Utvide eksisterende tunnelprofil.
- Brannbeskyttelse av Fløyfjellstunnelens søndre portal for å hindre kollaps av overliggende veg.

Generelt: De fleste hendelser vil kreve en form for opprydding og reparasjoner etter hendelsen. Det anbefales å etablere beredskapsplaner for å komme raskt tilbake i normalsituasjonen.

7 Forslag til tiltak

7.1 GENERELT

Det er fremkommet en rekke forslag til risikoreduserende tiltak i forbindelse med analysearbeidet. På dette planstadiet er det ikke ansett nødvendig å detaljere eller evaluere de risikoreduserende tiltakene i nevneverdig grad, med unntak av enkelte tiltak som vi mener bør synliggjøres spesielt allerede på dette planstadiet, jf. kapittel 7.3.

Listen under inkluderer *alle* tiltak som er foreslått i analysen. Tiltakene er ikke listet i prioritert rekkefølge.

- Utforme rundkjøring/kryss ved Sandviken på en måte som er enkel å forstå (logisk) for å unngå at kjøretøy kjører inn i feil kjørebane.
- Markere kjøreretningen med piler, både i kryss/rundkjøring og inne i Fløyfjellstunnelen (både på asfalt og med skilting).
- Etablere videoovervåkning (ITV) med automatisk hendelsesdeteksjon (AID) og automatisk trafikkstyring i Fløyfjellstunnelen.
- Etablere midtdeler eller en form for midtmarkering mellom de to kjørefeltene i Eidsvågtunnelen.
- Utforme portaler og ramper på en måte som gir god oversikt inn mot kryss i Sandviken (god sikt, nedsatt hastighet, mindre enn 3 % stigning mot kryss, skilting for å gjøre førere oppmerksom, belysning, romlefelt). Dette gjelder begge kryssløsninger.
- Beregne kødannelse inn mot rundkjøringen i Sandviken og dimensjonere rundkjøringen i henhold til forventet trafikk og kødannelse. Ulike tider av døgnet må hensyntas i beregningen.
- Utvide tunnelprofilen i gammel del slik at denne også tilfredsstillt krav i dagens håndbøker.
- Endre utforming av tunnelportal i sør i Fløyfjellstunnelen slik at blendingen reduseres, dersom det er mulig.
- Tilpasse belysningen på vei ut av Fløyfjellstunnelen slik at overgangen mellom tunnelen og dagsonen ikke blir så stor.
- Etablere ny, ubrennbar, løsning for vann- og frostsikring i eksisterende del av Fløyfjellstunnelen.
- Etablere havarinisjer også på høyre side av tunnelen i eksisterende Fløyfjellstunnel, samt på begge sider i ny del.
- Etablere lysregulering i krysset ved Gjensidigebygget (ved splittet kryssløsning).
- Analysere trafikken og styre lysreguleringen i krysset ved Gjensidigebygget i forhold til hvor det vil være mest pågang trafikkmessig. Analysen må inkludere vurderinger av kødannelse i vegsystemet (ved splittet kryss).
- Innføre hastighetsreduksjon ved overgang fra ny til gammel del i Fløyfjellstunnelen.
- Lage en god og oversiktlig innsnevring fra ny til gammel del og vurdere skilting om smalere tverrsnitt.
- Etablere lengre av - og påkjøringsfelt enn det som er krav i håndbøker og forskrifter. Vurdere å etablere lange avkjøringsfelt for å kunne håndtere nedbremsing og evt. også noe kø uten å skape kø i resten av Fløyfjellstunnelen. Påse at påkjøringsfelt i sørgående retning er avsluttet i god tid før eventuelt standardsprang til smalere tverrsnitt.

- Sørge for god og oversiktlig skilting og merking av av- og påkjøringsfeltene.
- Benytte deler av eksisterende Fløyfjellstunnel (som ikke skal brukes etter forlengelsen) som eksklusiv innsatstunnel for redningstjenester (og eventuelt rømningstunnel).
- Etablere egen rampe/adkomstvei til søndre portal til Fløyfjellstunnelen som er eksklusiv for redningstjenestene.
- Etablere høyttaleranlegg i Fløyfjellstunnelen for å gi beskjeder til evakuerende.
- Etablere nødtelefoner også på venstre side av tunneløpene i Fløyfjellstunnelen og redusere avstanden mellom telefonene.
- Etablere skiltplan i henhold til gjeldende retningslinjer i Fløyfjellstunnelen.
- Etablere radiokommunikasjon med innsnakkmulighet i Fløyfjellstunnelen.
- Etablere videoovervåking (ITV) med automatisk hendelsesdetektering (AID), rødt stoppblinkesignal og fjernstyrte bomber i Eidsvågstunnelen og Munkebotntunnelen.
- Etablere rømningsvei fra Eidsvågstunnelen til bybanetunnelen. Tilrettelegge for at også redningsetatene kan benytte denne.
- Etablere felles sikkerhetssystem og prosedyrer for å påse at rømning fra vegtunnel (Eidsvågstunnelen) til bybanetunnel blir sikker, tilsvarende å hindre ferdsel (herunder rømning) fra bybanetunnel til vegtunnel. (Rømning fra bybanetunnelen kan gå til gang- og sykkelstunnelen).
- Brannbeskyttelse av søndre portal Fløyfjellstunnelen for å hindre kollaps av overliggende veg.
- Etablere forsignal (rødllys) i forkant av bomber for stenging av tunneler. Dersom det er kurvatur på veg inn i tunnelen bør forsignalet plasseres før kurven.
- Plassere forsignal (rødllys) før av- og påkjøringsramper til tunnelen (eks. i rundkjøring) for å hindre opphopning av trafikk i rampene som forplanter seg videre til rundkjøringen.
- Etablere feltanvisere/kjørefeltsignal gjentagende gjennom Fløyfjellstunnelen og utenfor portalene.
- Utvide tunnelprofilen slik at havarerte kjøretøy kan stå i skulder, annen trafikk kan komme forbi og redningstjenester kan komme frem.
- Beregne kødannelse i Fløyfjellstunnelen og det omkringliggende vegsystemet. Dimensjonere kryss, rundkjøringer, av- og påkjøringsramper i henhold til beregningene. Ulike tider av døgnet må hensyntas.
- Vurdere mulige omkjøringsmuligheter og kapasitet i omkjøringsnettene når vegnettet detaljprosjekteres i senere planfase.
- Etablere mulighet for/skaffe tillatelse til å kjøre trafikken i to retninger i ett løp i en begrenset periode dersom det ene løpet må stenges. Kan medføre behov for å utvide tunnelprofilen i eksisterende del. (Kan ikke gjøres ved brann og større ulykker)
- Etablere mulighet for å stenge kun nordre eller søndre del av Fløyfjellstunnelen, dvs. etablere bomber og skilte av- og påkjøring i Sandviken. (Kan ikke gjøres ved brann).
- Etablere redningsbil med utrykningsstatus som raskt kan fjerne kjøretøy som sperrer hele eller deler av tunnelen.

Dette er ikke en liste over tiltak som Norconsult anbefaler og som må implementeres for at tiltaket (forlengelse av Fløyfjellstunnelen) skal kunne gjennomføres. Dersom dette alternativet for Bybanen (3B) velges vil mer detaljerte risikoanalyser gjennomføres og alle de foreslåtte tiltakene tas med videre i dette arbeidet for evaluering og prioritering.

7.2 NØDVENDIGE TILTAK

Følgende tiltak anses nødvendige for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet i nytt system. De er alle direkte knyttet opp mot risikovurderingen av de spesielle risikoforholdene i ny Fløyfjellstunnel beskrevet i kapittel 5.

- Utforme portaler og ramper på en måte som gir god oversikt inn mot kryss i Sandviken (god sikt, mindre enn 3 % stigning mot rundkjøring, skilting for å gjøre førere oppmerksom, belysning, romlefelt). Dette gjelder begge kryssløsninger.

- God utforming av rundkjøring(er) i Sandviken.
- Etablere lengre av- og påkjøringsfelt enn det som er krav i håndbøker og forskrifter (gjelder Fløyfjellstunnelen).
- Påse at påkjøringsfelt i sørgående retning er avsluttet i god tid før eventuelt standardsprang til smalere tverrsnitt.
- Sørge for god og oversiktlig skilting og merking av av- og påkjøringsfeltene.

7.3 TILTAK SOM ANBEFALES SPESIELT

Dette kapitlet gir en mer detaljert beskrivelse av tiltak som har fremkommet i analysen og som Norconsult anbefaler spesielt da de vil ha en god risikoreduserende effekt. Tiltakene er ikke i prioritert rekkefølge.

7.3.1 Utvidelse av tunnelprofil i eksisterende Fløyfjellstunnel

Eksisterende tunnelprofil i Fløyfjellstunnelen er for trangt i henhold til dagens håndbøker. Vegbanene er så smale at det skal lite til før to kjøretøy kommer borti hverandre. Dagens kjørefelt er 3,25 meter brede, mens en stor bil er 3,40 meter bred fra speil til speil. Tallene taler for seg selv: det er trangt i tunnelen og økt risiko for ulykker. Det trange profilet medfører også at det er vanskelig å komme forbi et havarert kjøretøy, og vanskelig for redningstjenester å komme til ved en hendelse. Kø eller stengning av Fløyfjellstunnelen gir store trafikale problemer for Bergen, dvs. at byens infrastruktur er sårbar for hendelser i tunnelen. Dette argumenterer for å utvide profilet, både for dagens situasjon og ved en eventuell fremtidig situasjon. Norconsult har i denne analysen ikke undersøkt om det er fysisk plass til installasjoner som vil kreves i ny/oppgradert tunnel, men det kan antas at det vil bli behov for å strosse ut for nødvendige skilt etc. i dagens profil.

Bakgrunnen for at tiltaket fremheves i denne rapporten er basert på fire grunner:

1. Prinsippet om at når man forlenger en eksisterende tunnel, så bør denne *i sin helhet* oppgraderes til gjeldende standard.
2. Utvidet profil i tillegg til å redusere sannsynligheten for utforkjøring kunne gi plass til andre risikoreduserende tiltak, eksempelvis ubrennbar vann- og frostsikring, veggelementer, havarinisjer og trabulanter.
3. Ved utvidet profil vil redningsetatene og bergingsbiler lettere komme seg inn i tunnelen ved hendelser og det vil være enklere å passere havarerte kjøretøy (mindre kø)
4. Et utvidet profil vil bidra til å gjennomføre sikker toveisdirigering av trafikk i ett løp ved hendelser i motsatt løp.
5. Det vil være billigere å utvide profilet samtidig som ny tunnel bygges, fordi senterlinjen på ny tunnel vil måtte følge senterlinjen på eksisterende tunnel. Om eksisterende del av Fløyfjellstunnelen utvides samtidig som ny del bygges, vil det strosses på kun én side (ny senterlinje etableres). Dersom eksisterende del av Fløyfjellstunnelen ikke utvides nå, vil det måtte strosses på begge sider dersom en på et senere tidspunkt skulle ønske å utvide profilet.

Tiltak i eksisterende tunnel helt klart utfordringer i forhold til trafikkavvikling i byggeperioden. Norconsult er av den oppfatning at tiltaket likevel er gjennomførbart ved å tillate toveis kjøring i ett løp (vil kreve tiltak som skilting, nedsatt hastighet, evt. markører i midtfelt etc).

7.3.2 Etablere ubrennbar vann- og frostsikring i eksisterende Fløyfjellstunnel

I eksisterende del av Fløyfjellstunnelen er det benyttet ubeskyttet PE-skum som vann- og frostsikring. Dette er svært brennbart og kan medføre eskalering av brannhendelser. Det er derfor etablert sprinkleranlegg i tunnelen. I følge Vegtrafikksentralen har det vært mange feilalarmer på sprinkleranlegget, blant annet grunnet vann og frost om vinteren. Dette er imidlertid utbedret i følge Statens vegvesen. Kontroll og utbedring medfører stenging av tunnelen. I de tilfeller det har vært brann i tunnelen har sprinkleranlegget fungert.

Vann- og frostsikringen fungerer ikke optimalt i dag, da det forekommer vanninntrenging, noe som blant annet fører til at det dannes istapper i tunneltaket og issvuller i vegbanen. Dette kan medføre uønskede hendelser som påkjøring bakfra, eksempelvis at istapper/vann fra tunneltaket medfører bråbrems og deretter påkjøring bakfra av etterfølgende bil, eller utforkjøring grunnet glatt vegbane.

På bakgrunn av disse forhold anbefales det at det etableres ny løsning for vann- og frostsikring i eksisterende del av tunnelen, og at denne eventuelt videreføres til den nye delen. I forbindelse med denne analysen er det ikke undersøkt om det vil være plass til en annen type membran innenfor dagens profil uten å strosse ut tunnelen, men det antas at utvidelse av profilet vil være nødvendig.

7.3.3 Etablere videoovervåking (ITV) med automatisk hendelsesdeteksjon (AID) og automatisk trafikkstyring

I Fløyfjellstunnelen er det et krav å etablere videoovervåking med automatisk hendelsesdeteksjon (AID), da tunnelen er over 3000 meter lang og har tunnelklasse F, jf. avsnitt 5.5.5.6 i Håndbok 021 /3/.

Det anbefales at det i tillegg til ITV med AID etableres automatisk trafikkstyring. Med dette menes et system som automatisk regulerer trafikken eller varsler trafikantene direkte på grunnlag av detektering av trafikksituasjon. Dette inkluderer:

- Køvarslingssystem med automatisk hastighetsreduksjon ved kødannelse.
- Variabel skilting inne i tunnelen (gjentagende gjennom tunnelen). På den måten kan hastigheten automatisk settes ned ved hendelser, eller VTS kan manuelt sette ned hastigheten ved behov.
- Stillbare meldingsskilt inne i tunnelen hvor VTS kan gi beskjed om kø o.l. til trafikantene. Det bør etableres forhåndsdefinerte tekster for skiltene.
- Etablere feltanvisere i tunnelen som gir mulighet for å stenge ett eller flere felt ved hendelser i tunnel.
- Brannplan slik at ved brann eller tilløp til brann stenges tunnelen automatisk og røykventilasjon igangsettes.

Mulighet for å styre trafikk i motsatt løp bør også vurderes.

7.3.4 Etablere egne innsatsveier for redningsetater for tilkomst til Fløyfjellstunnelen

Deler av eksisterende tunnel skal ikke brukes etter forlengelsen, jf. Figur 17. Det anbefales at denne tunnelen opprettholdes slik at den kan benyttes eksklusivt av redningstjenestene for tilkomst til tunnelen, evt. også for evakuering.



Figur 17: Eksisterende del av Fløyfjellstunnelen markert med rød strek skal i utgangspunktet ikke benyttes etter forlengelsen

I tillegg anbefales det at det etableres en egen rampe/adkomstvei til søndre portal til tunnelen (ved Nygårdstangen) som er eksklusiv for redningsetater og bilbergingskjøretøy. Dette for å gi bedre tilkomst fra syd, da tilkomsten ikke er god i dag.

8 Risiko ved dagens vegsystem kontra nytt vegsystem

I dette kapitlet gjøres en grov kvalitativ vurdering av de to alternativene opp mot hverandre, altså nullalternativet med dagens vegsystem mot alternativet med forlengelse av Fløyfjellstunnelen og endring av eksisterende vegsystem.

Det presiseres at det er foreslått tiltak i denne rapporten som kan redusere risiko knyttet til nytt vegsystem, en slik risikoreduksjon er ikke hensyntatt i tabellen under.

Tabell 12: Sammenligning av dagens vegsystem opp mot nytt vegsystem

Hendelsestype	Nullalternativet (dagens vegsystem)	Nytt vegsystem med forlengelse av Fløyfjellstunnelen
Møteulykker	<p>+ Ingen møtende trafikk. Toløps tunneler. De to kjøreretningene i dagsonen er atskilt med midtdeler noe som gir lav sannsynlighet for møteulykker her (kun mulig ved kjøring i motsatt kjørefelt).</p> <p>- Omkjøring via Eidsvågneset risikofylt da dette er en smal lokalveg.</p> <p>Risiko: Lettere skade, sjelden</p>	<p>+ Redusert hastighet på lokalvegen inkl. Eidsvågtunnelen gir lav sannsynlighet for og konsekvens ved møteulykker.</p> <p>+ Mindre eller ingen omkjøring om Eidsvågneset gir lavere sannsynlighet for møteulykker her.</p> <p>- Møtende trafikk på lokalvegen inklusiv Eidsvågtunnelen øker sannsynligheten for møteulykker.</p> <p>- Det etableres rundkjøring/kryss med kort avstand til tunnelmunninger i Sandviken som kan medføre sammenstøt i rundkjøring/kryss ved utkjøring fra tunnel.</p> <p>Risiko: lettere skade, ofte</p>
Påkjøring bakfra	<p>- Av- og påkjøringsfelt ved Sandviken sykehus og NHH er ikke utført i henhold til krav og det er mange påkjørsler bakfra her.</p> <p>- Mange påkjørsler bakfra i dagens Fløyfjellstunnel og Eidsvågtunnelen. Spesielt i nordre del av Fløyfjellstunnelen er det mange hendelser. Dette kan skyldes mange hendelser nord for Fløyfjellstunnelen som medfører kø innover i tunnelen og siden tunnelen ligger i kurve kan denne</p>	<p>+ Trafikkmengden reduseres på lokalvegen og kryssene utformes slik at det kan forventes langt færre hendelser ved Sandviken sykehus og NHH.</p> <p>+ Ny tunnel vil ha bedre kurvatur og sikt enn dagens tunnel, slik at færre påkjørsler kan forventes i fremtiden.</p> <p>- Av- og påkjøringsramper i Fløyfjellstunnelen</p>

Hendelsestype	Nullalternativet (dagens vegsystem)	Nytt vegsystem med forlengelse av Fløyfjellstunnelen
	<p>komme brått på.</p> <p>Risiko: Lettere skade, svært ofte</p>	<p>kan medføre flere påkjøringer bakfra grunnet kødannelse i ramper etc.</p> <p>- Det etableres rundkjøring/kryss i Sandviken som kan føre til påkjøring bakfra ved utkjøring fra tunnel.</p> <p>Risiko: Lettere skade, svært ofte</p>
<p>Påkjøring myke trafikanter</p>	<p>- Mye trafikk og høy hastighet i dagsone hvor det kan være myke trafikanter. Påkjøring av myke trafikanter har forekommet én gang de siste 8 år.</p> <p>- Omkjøring via Eidsvågsneset er risikofyllt, det går avkjørsler og trapper direkte fra eiendommer og ut i lokalvegen. Ingen fortau.</p> <p>Risiko: Hardt skadd, ofte</p>	<p>+ Det kan forventes reduksjon i påkjøring av myke trafikanter da trafikken går mye ned i dagsonen, hastigheten på lokalvegen reduseres og det generelt er svært få personpåkørsler i tunnel (det blir mer trafikk i tunnel).</p> <p>+ Det etableres egen gang- og sykkelveg langs lokalvegen mellom Sandviken og Eidsvåg, slik at syklister slipper å sykle i veibanen.</p> <p>+ Det blir mindre behov for omkjøring rundt Eidsvågsneset, hvor det er smalt og det er gang- og sykkeltrafikk langs veg.</p> <p>- Det kan tenkes at det vil bli mer villkryssing av lokalvegen ettersom den får lavere hastighet og både biltrafikk, bybane og gang- og sykkeltrafikk skal gå langs samme strekning.</p> <p>- Det etableres rundkjøring/kryss i Sandviken med kort avstand til tunnelmunning. I rundkjøringen skal det ikke være gang- og sykkeltrafikk, men det kan forekomme i krysset ved Gjensidigebygget.</p> <p>- Eidsvågtunnelen får bybane i det ene løpet. Ved evakuering fra vegløpet kan man komme inn i bybaneløpet og bli påkjørt.</p> <p>Risiko: Hardt skadd, ofte</p>
<p>Utforkjøring og feltskifteulykker</p>	<p>- Dagens tunnelvernsnitt i Fløyfjellstunnelen er smalt noe som gir økt sannsynlighet for sammenstøt i forbindelse med feltskifte, samt for utforkjøring. I dagens vegsystem forekommer utforkjøring- og feltskifteulykker oftere enn fem ganger hvert år og de aller fleste av disse medfører lettere skade.</p> <p>Risiko: Lettere skadd, ofte</p>	<p>+ I forlengelsen av tunnelen vil det bli lavere sannsynlighet for utforkjøring og feltskifteulykker da den utformes i henhold til dagens krav.</p> <p>- Eksisterende del av tunnelen blir uforandret, noe som tilsier samme risiko for ulykker som i dag.</p> <p>- Tunnelen i sin helhet vil få flere hendelser med utforkjøring, feltskifteulykker etc. i tunnel da tunnelen er lengre.</p>

Hendelsestype	Nullalternativet (dagens vegsystem)	Nytt vegsystem med forlengelse av Fløyfjellstunnelen
		<p>- Tilkomst for redningsetater er dårligere i tunnel enn dagsone.</p> <p>Risiko: Lettere skadd, ofte</p>
Liten brann	<p>- Fløyfjellstunnelen har brennbart PE-skum som vann- og frostsikring kombinert med sprinkleranlegg. Det er en forutsetning at sprinkleranlegget fungerer ved brann.</p> <p>Risiko: Lettere skadd, svært ofte</p>	<p>+ Trafikkmengden i Eidsvågtunnelen og Munkebotntunnelen reduseres betraktelig, slik at sannsynligheten for brann her reduseres.</p> <p>+ Den forlengede delen av Fløyfjellstunnelen vil oppfylle alle krav til standard noe som reduserer konsekvenser ved brann i denne delen.</p> <p>- Konsekvensene ved brann i Eidsvågtunnelen eller Munkebotntunnelen kan potensielt bli mer alvorlige da flere personer kan bli fanget i røyken siden det er trafikk i begge retninger i ett løp (forutsatt at det er røykventilasjon).</p> <p>- Risiko ved brann i tunnel øker med at Fløyfjellstunnelen forlenges, både fordi det med flere kjørte kilometer vil være høyere sannsynlighet for brann, men også fordi det vil være en lenger strekning som er innelukket og potensielt røykfyllt.</p> <p>- Større konsekvenser dersom PE-skummet tar fyr i en ny, forlengt tunnel enn i dagens tunnel.</p> <p>- Tilkomst for redningsetater er dårligere i tunnel enn dagsone og brannvesenet må søke gjennom et større område når Fløyfjellstunnelen blir lengre.</p> <p>Risiko: Lettere skadd, svært ofte</p>
Stor brann	<p>- Fløyfjellstunnelen har brennbart PE-skum som vann- og frostsikring kombinert med sprinkleranlegg. Det er en forutsetning at sprinkleranlegget fungerer ved brann.</p> <p>Risiko: 5-20, drepte, svært sjelden</p>	<p>+ Trafikkmengden i Eidsvågtunnelen og Munkebotntunnelen reduseres betraktelig, slik at sannsynligheten for brann her reduseres.</p> <p>+ Den forlengede delen av Fløyfjellstunnelen vil oppfylle alle krav til standard noe som reduserer konsekvenser ved brann i denne delen.</p> <p>- Konsekvensene ved brann i Eidsvågtunnelen eller Munkebotntunnelen kan potensielt bli mer alvorlige da flere personer kan bli fanget i røyken siden det er trafikk i begge retninger i ett løp (forutsatt at det er</p>

Hendelsestype	Nullalternativet (dagens vegsystem)	Nytt vegsystem med forlengelse av Fløyfjellstunnelen
		<p>røykventilasjon).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Risiko ved brann i tunnel øker med at Fløyfjellstunnelen forlenges, både fordi det med flere kjørte kilometer vil være høyere sannsynlighet for brann, men også fordi det vil være en lenger strekning som er innelukket og potensielt røykfyllt. - Større konsekvenser dersom PE-skummet tar fyr i en ny, forlengt tunnel enn i dagens tunnel. - Tilkomst for redningsetater er dårligere i tunnel enn dagsone og brannvesenet må søke gjennom et større område når Fløyfjellstunnelen blir lengre. <p>Risiko: 5-20, drepte, svært sjelden</p>
Lekkasje av farlig gods	Risiko: Lettere skadd, svært sjelden	<ul style="list-style-type: none"> - Fløyfjellstunnelen forlenges noe som gir større sannsynlighet for lekkasje av farlig gods i tunnel. <p>Risiko: Lettere skadd, svært sjelden</p>
Kjøretøystans og omkjøring	- Ved stengt Eidsvåg tunnel går trafikken om en smal veg om Eidsvågneset som har dårlig kapasitet.	<ul style="list-style-type: none"> + Bybanen vil kunne gå uhindret da den har egen trasé (gjelder alle bybanealternativer) + Kan gi mulighet for avdeling av tunnelen slik at man kan stenge deler av tunnelen og opprettholde trafikk i den andre delen eller stenge ett løp og kjøre toveis trafikk i det andre løpet. + Kan lede mer av trafikken i Bergen utenom de mindre vegene i sentrumsnære områder. - Lokalvegen får to felt i stedet for fire noe som gir mindre kapasitet som omkjøringsveg.

Oppsummert tilsier dette at det vil være tilnærmet uendret risiko på nytt vegsystem i forhold til dagens vegsystem innenfor de grove kategoriene i risikomatrixen *dersom ingen risikoreduserende tiltak implementeres i nytt vegsystem.*

Ved å implementere risikoreduserende tiltak, kan risiko i nytt vegsystem reduseres.

9 Usikkerhet ved analysen

Analysen er kvalitativ og baserer seg på analysegruppens evne til å avdekke relevante farer/forhold og å foreslå egnede risikoreduserende tiltak. Samtlige deltakere i analysegruppen har fått rapporten på høring, inklusiv de som ikke var i analysesemøtet. Samlet anses analysegruppen å inneha nødvendig kompetanse, og det vurderes som lite sannsynlig at vesentlige forhold eller tiltak er utelatt.

Analysens største usikkerhet er at det ikke er klart hvilke tiltak som vil være gjennomført for eksisterende tunneler innen 2019. Dette medfører at forutsetningene i analysen kan være feil.

I risikoanalysen er det vurdert frekvenser og konsekvenser innenfor kategoriene i Statens Vegvesens veileders forslag til risikomatrix /4/. Kategoriseringen av frekvenser og konsekvenser er i hovedsak basert på faglig skjønn og registrerte hendelser i perioden 2006 til 2012 i eksisterende vegsystem. Det bemerkes at en periode på 7 år er et begrenset statistisk grunnlag, samtidig som det også kan være andre forhold som tilsier at historien ikke er egnet til å forutsi fremtidige hendelser. Tallene som er benyttet er sett i sammenheng med TUSI-beregninger som er hentet fra beredskapsplanene for Fløyfjellstunnelen og Eidsvågtunnelen. Dette øker sannsynligheten for at det er skissert et riktig risikobilde i noen grad, men TUSI-beregningene er basert på registrerte hendelser i norske vegtunneler på 90-tallet og er ikke oppdatert med erfaringstall for de siste ti årene. Det er ikke gjennomført spesifikke TUSI-beregninger i forbindelse med denne analysen, da denne beregningsmetoden er udatert i følge SVV og nytt beregningsprogram er ikke tatt i bruk.

Fremtidig ÅDT er også usikker. Det er lagt til grunn ÅDT i 2015, og det er ikke beregnet trafikkvekst da det er en overordnet målsetting om at biltrafikken ikke skal øke i Bergen.

Risikomatriksen som er benyttet har grove kategorier for sannsynlighet og konsekvens, og tallene er kun benyttet for å illustrere et antatt risikonivå. På dette planstadiet anses dette å være tilstrekkelig.

Til slutt nevnes det at analysen har vært gjennomført på kort tid. Både tid til forberedelse til analysesemøtet, (systembeskrivelse), analyse og rapportering samt tid til høring i analysegruppen og tid til bearbeiding av rapport etter høring, har vært begrenset. Dette kan ha medført at forhold har blitt oversett og/eller at beskrivelsen av enkelte forhold har blitt lite presise.

Til tross for dette anses analysens konklusjoner anses å være robuste for denne planfasen.

10 Konklusjon

Dagens vegsystem er ulykkesbelastet. Dette gjelder spesielt dagsonen nord for Fløyfjellstunnelen, ved Sandviken sykehus og ved NHH. Her er det felles veg for gjennomgangstrafikk (E39) og lokalveg med blant annet korte vekslingsstrekninger og ramper. Det er også mange ulykker i tunnelene på hver side av dagsonen, en andel av disse ulykkene antas å skyldes tilbakeblokkering som følge av nedbremsning i vekslingsfeltene.

En forlengelse av Fløyfjellstunnelen vil skille lokalvegtrafikken og E39 og følgelig avlaste det ulykkesbelastede området. Samtidig vil en lengre tunnel medføre økt risiko for hendelser i tunnel.

Det er vurdert risiko for møteulykker, påkjøring bakfra, påkjøring myke trafikanter, utforkjøring, feltskifteulykke, brann, lekkasje av farlig gods og velt.

I tillegg er følgende spesielle risikoforhold i ny Fløyfjellstunnel vurdert spesielt:

- Lang tunnel (håndbok 021 anbefaler at «en bør tilstrebe å begrense tunnallengden for bytunneler og motorvegtunneler til maksimum 4 km»).
- Av- og påramping i tunnel (avvik fra håndbok 021).
- Kort avstand fra tunnelportal til kryss i Sandviken (avvik fra håndbok 021).
- Standardsprang mellom ny og gammel del av tunnelen (gammel del har avvik fra håndbøker).

Det er definert flere spesifikke uønskede hendelser knyttet til disse risikoforholdene, noe som tilsier at Norconsult mener det må gjennomføres tiltak for å redusere risiko. Dette gjelder:

- Utforme portaler og ramper på en måte som gir god oversikt inn mot kryss i Sandviken (god sikt, nedsatt hastighet, mindre enn 3 % stigning mot rundkjøring, ingen høybrekk i rampe mot rundkjøring, skilting for å gjøre førere oppmerksom, belysning, evt. romlefelt). Dette gjelder begge kryssløsninger.
- God utforming av rundkjøring(er) i Sandviken.
- Etablere lengre av- og påkjøringsfelt enn det som er krav i håndbøker og forskrifter (gjelder Fløyfjellstunnelen).
- Påse at påkjøringsfelt i sørgående retning er avsluttet i god tid før eventuelt standardsprang til smalere tverrsnitt.
- Sørge for god og oversiktlig skilting og merking av av- og påkjøringsfeltene.
- Eventuell blendingsfare må håndteres ved hjelp av avbøtende tiltak (krav)

Hva gjelder lengde på tunnel og standardsprang mellom ny og eksisterende del av tunnelen, er det konkludert med at det må gjennomføres mer detaljerte analyser for å avklare omfanget på nødvendige tiltak i eksisterende del. Spesielt gjelder dette om eksisterende brennbare vann- og frostsikringsløsning kombinert med sprinkleranlegg vil være en akseptabel løsning når tunnelen forlenges.

Utover dette er det konkludert med at risikonivået i nytt vegsystem er innenfor et område der risikoreduserende tiltak skal eller bør vurderes. Det er foreslått en rekke tiltak, av disse er det valgt å anbefale noen spesielt. Listen over foreslåtte tiltak tas med til neste planfase og hvert enkelt tiltak vurderes nærmere der.

Norconsult anbefaler følgende risikoreducerende tiltak spesielt:

- Utvidelse av tunnelprofil i eksisterende Fløyfjellstunnel.
- Etablere ubrennbar vann- og frostsikring i eksisterende Fløyfjellstunnel.
- Etablere videoovervåking med automatisk hendelsesdeteksjon og automatisk trafikkstyring.
- Etablere egne innsatsveger for redningsetater for tilkomst til Fløyfjellstunnelen.

Infrastrukturen i Bergen er sårbar i forhold til kø i Fløyfjellstunnelen. Dette gjelder både eksisterende og nytt vegsystem. Flere av de foreslåtte tiltakene er ment å redusere denne sårbarheten. Bybanen vil redusere sårbarheten noe, da kollektivtrafikken (Bybanen) vil få egen trasé og følgelig ikke påvirkes ved kø i vegtrafikken.

Analysens konklusjoner anses å være robuste. Den største usikkerheten med analysen, er på hvilken måte Fløyfjellstunnelen vil være oppgradert innen 2019. Det er lagt forutsetninger for dette.

11 Referanser

- /1/ Konsekvensutredning Bybanen Bergen sentrum – Åsane, februar 2013, Norconsult.
- /2/ Håndbok 271, Risikovurderinger i vegtrafikken, februar 2007, Statens vegvesen.
- /3/ Håndbok 021, Vegtunneler, Mars 2010, Statens vegvesen.
- /4/ Veileder for risikoanalyser av vegtunneler, oktober 2007, Statens vegvesen.
- /5/ Vegkart, www.vegvesen.no/vegkart/vegkart, Statens vegvesen.
- /6/ E-post oversendt 17. juli 2013 fra Tor Høyland i Statens vegvesen, Ulykker i perioden 2005-2012.
- /7/ Bybane sentrum – Åsane, Trafikkanalyse, datert 12.2.2013.
- /8/ Beredskapsplan Fløyfjellstunnelen, datert 29.10.07, Statens vegvesen region vest.
- /9/ Beredskapsplan Eidsvågtunnelen, datert 29.10.07, Statens vegvesen region vest.
- /10/ FOR-2007-05-15-517, Forskrift om minimum sikkerhetskrav til visse vegtunneler (Tunnelsikkerhetsforskriften), <http://www.lovdatabank.no/lovdata/1/filer/sf-20070515-0517.html>.

12 Vedlegg

1. Antatt fremtidig ulykkesfrekvens
2. Fordeling av ulykkestyper i dagens vegsystem
3. Analyseskjema
4. Kapasitetsberegninger kryssløsning i Sandviken

VEDLEGG 1 – ANTATT FREMTIDIG ULYKKESFREKVENNS

Dette vedlegget estimerer fremtidig ulykkesfrekvens i vegsystemet basert på ulykkesfrekvens i eksisterende vegsystem kombinert med en kvalitativ vurdering av hvordan frekvensen vil endres når Fløyfjellstunnelen forlenges og lokalvegen endres.

Fløyfjellstunnelen

Forlengelsen av Fløyfjellstunnelen innebærer etablering av av- og påkjøringsramper ved Sandviken. Dette er søknadspliktig til Vegdirektoratet, da det ikke er ønskelig med av- og påkjøringsramper i tunnel, blant annet grunnet potensielt høyere sannsynlighet for og konsekvenser ved sammenstøt. Rampene vil minimum tilfredsstille alle gjeldende krav i håndbøker, og i tillegg kan det være aktuelt å implementere ytterligere risikoreduserende tiltak for å redusere sannsynlighet og konsekvens ved ulykker.

Den nye delen av tunnelen vil oppfylle alle krav i gjeldende håndbøker (profil, kurvatur, sikt etc.), noe som gjør at den vil bli mer oversiktlig, og man kan således forvente noe lavere ulykkesfrekvens i denne delen. Eksisterende kurve i nordenden vil erstattes av en rettere tunnel. Det er antatt videre at ulykkesfrekvensen i den nye delen vil være lik som i eksisterende del, men dette forventes å være et konservativt anslag på grunn av den høye standarden den nye delen vil få.

ÅDTen i eksisterende tunnel og den forlengede tunnelen er beregnet til å være relativt lik. Fremtidig ulykkesfrekvens er derfor for enkelhetsskyld estimert basert på antall kilometer tunnel.

Historisk har det inntruffet 0,35 ulykker med personskade per kilometer per år i Fløyfjellstunnelen. Dagens to løp er totalt ca. 7 km lange.

Med forlengelsen vil løpene til sammen bli omtrent 14 kilometer. Dette tallet inkluderer Fløyfjellstunnelens nordgående og sørgående løp, samt av- og påkjøringstunnelene i Sandviken. Man vil dermed kunne forvente en ulykkesfrekvens på 4,9 ulykker per år i den forlengede Fløyfjellstunnelen, inklusiv av- og påkjøringsramper.

Når det gjelder brann antas samme frekvens som tidligere per kilometer, men siden man får nesten dobbelt så mange tunnelkilometer (inkl- av- og påkjøring), antas frekvensen for brann i Fløyfjellstunnelen å dobles. Det vil si det antas en frekvens på 1 brann per år i lette kjøretøy og tilsvarende 0,15 branner per år i tunge kjøretøy (1 brann hvert 7. år). Det antas at brann med 5-20 drepte inntreffer i 1 av 20 branner i tyngre kjøretøy, og at brann i lette kjøretøy vanligvis har konsekvens «lettere skadd»..

Dagsonen sør for NHH

Dagsonen vil være like lang som i dag, men den vil gjøres om fra firefelts europaveg til tofelts lokalveg. Hastigheten vil reduseres fra 80 km/t til 50 km/t. Beregningen av trafikk tall viser at trafikken i dagsonen sør for NHH vil reduseres fra 61000 ÅDT med dagens vegnett til 9000 med forlengelse av Fløyfjellstunnelen og nord- og sørvendte ramper i Sandviken. I tillegg vil kryssene ved Sandviken sykehus og ved NHH omgjøres til lysregulerte T-kryss, slik at frekvensen av hendelser her reduseres betraktelig sammenlignet med i dag. ÅDT-beregningene tilsier at det vil være tilnærmet lik trafikk i Sandviken som i eksisterende system. Samtidig innføres en ny rundkjøring/kryss for av- og påkjøring til Fløyfjellstunnelen som kan gjøre at antallet hendelser øker noe her.

Det antas en frekvens på 15 % av dagens ulykkesfrekvens for dagsonen sør for NHH. Dette er basert på at trafikken reduseres til 15 % av dagens, frekvensen av hendelser ved Sandviken sykehus og NHH minker, men man vil få noen nye hendelser ved ny rundkjøring/kryss i Sandviken. Dette antas å være et konservativt anslag. Dette tilsvarer omtrent 0,4 ulykker per år.

Eidsvågtunnelen

Eidsvågtunnelen vil gjøres om fra toløps tunnel med tofelts trafikk i begge løp til ettløps tunnel (det andre løpet benyttes av Bybanen) med toveis trafikk. Hastigheten i tunnelen reduseres til 50 km/t. Det forventes en ÅDT på 3000 nord for NHH (dette inkluderer Eidsvågtunnelen) etter forlengelsen av Fløyfjellstunnelen, mens med dagens vegnett er det en trafikk på om lag 54000 i det samme området. Det at tunnelen vil få toveis trafikk vil medføre økt frekvens for møteulykker, men redusert hastighet og lavere trafikk tilsier redusert ulykkesfrekvens totalt sett.

Det antas en frekvens som er 10 % av dagens ulykkesfrekvens. Dette tilsvarer 0,1 ulykker med personskade per år i Eidsvågtunnelen og dagsonen nord for NHH.

Når det gjelder brann i Eidsvågtunnelen antas det på samme måte at frekvensen for brann reduseres til omtrent 10 % av dagens. Brann i lette kjøretøy antas derfor å bli 0,03 per år (1 brann hvert 33. år) mens brann i tunge kjøretøy antas å bli 0,005 per år (1 brann hvert 200. år).

Munkebotntunnelen

Munkebotntunnelen antas konservativt å få samme ulykkesfrekvens som i dagens situasjon. Tunnelen vil få toveis trafikk, kontra enveis i dag, men hastigheten vil kun være 50 km/t og trafikktallet reduseres betraktelig.

Oppsummering nytt vegsystem

Tabellen under gir en oversikt over forventet ulykkesfrekvens for de ulike elementene etter forlengelsen av Fløyfjellstunnelen, basert på data i Vegkart, TUSI-beregningene samt endring i trafikktall og tunnallengder og andre relevante forhold. Frekvens i eksisterende vegsystem er også inkludert for å gi grunnlag for sammenligning.

Tabell 1: Ulykkesfrekvens etter forlengelse av Fløyfjellstunnelen

Delstrekning	Frekvens ulykke med personskade i dagens system [per år]	Frekvens ulykke med personskade i nytt vegsystem [per år]	Frekvens liten brann dagens vegsystem [per år] *TUSI	Frekvens liten brann nytt vegsystem (TUSI) [per år]	Frekvens stor brann dagens vegsystem	Frekvens stor brann nytt vegsystem (TUSI) [per år]
Fløyfjellstunnelen	2,4	4,9	0,49	1	0,07	0,15
Dagsonen sør for NHH	2,6	0,4				
Eidsvågtunnelen og dagsonen nord for NHH	1	0,1	0,30	0,03	0,05	0,005
Munkebotntunnelen	0,3	0,3				
Totalt	6,3	5,7	Ca. 1	Ca. 1,1	Ca. 0,15	0,16

Ved sammenligning av ulykkesfrekvens i dagens vegsystem kontra nytt vegsystem ser man at man kan forvente en marginalt lavere frekvens av ulykker med forlengelse av Fløyfjellstunnelen. Når det gjelder liten og stor brann kan man forvente marginalt høyere frekvenser i det nye vegsystemet. Det er imidlertid knyttet svært stor usikkerhet til dataene, spesielt når det gjelder brann, da disse er basert på gamle TUSI-beregninger.

VEDLEGG 2 - FORDELING AV ULYKKESTYPER I DAGENS VEGSYSTEM

I følge STRAKS-dataene som Norconsult har mottatt har det innenfor analyseområdet inntruffet 110 hendelser i perioden 2005 til 2012. Dette gjelder både tunnelene og dagsonen, og inkluderer:

- HP 19 og HP 20 fra Nygårdstangen, gjennom Fløyfjellstunnelene og ut til Eidvåg.
- HP81 – Ramper i Sandviken inkl. Munkebotntunnelen.
- HP83 – Ramper i Øyjorden.
- HP84 – Ramper i Eidsvåg.

Tabellen under gir en oversikt over frekvens for de ulike hendelsestypene. Det er valgt å sortere hendelsene under de samme kategoriene som Statens vegvesens veileder for risikoanalyser av vegtunneler, for å kunne sammenligne dagens system opp mot det nye systemet. STRAKS-registeret har en noe annen kategorisering av hendelser enn tabellen, så for å kunne bruke de kategoriene som er gitt i tabellen er noen kategorier i STRAKS-registeret slått sammen.

Type hendelse	Antall	Frekvens [per år]	Konsekvens	Datagrunnlag	Kommentar risikoklasse	Sannsynlighetsklasse	Konsekvensklasse	Risiko
Utforkjøring o.l.	28	3,5	Lettere skadd	STRAKS	Historisk har utforkjøring inntruffet svært ofte (årlig) med konsekvens lettere skadd.	Lettere skadd	Svært ofte	
Påkjørsel myke trafikanter	1	0,125	Lettere skadd	STRAKS	Det har skjedd én ulykke med myk trafikanter siste 8 år. Denne resulterte i lettere skader for trafikanten. Likevel vurderes det dit at det vil kunne inntreffe hendelser med myk trafikanter med konsekvens hardt skadd innenfor en 100-årsperiode.	Hardt skadd	Sjelden	
Påkjøring bakfra	61	7,625	Lettere skadd	STRAKS	Historisk har påkjøring bakfra inntruffet svært ofte med konsekvens lettere skadd.	Lettere skadd	Svært ofte	
Feltskifteulykke	18	2,25	Lettere skadd	STRAKS	Historisk har feltskifteulykke inntruffet svært ofte med konsekvens lettere skadd.	Lettere skadd	Svært ofte	
Møteulykker (forbikjøring, møteulykker ved avkjøring etc.)	0		Lettere skadd	STRAKS	Det har ikke inntruffet møteulykker siste 6 år, men det vurderes dit hen at det vil kunne skje i løpet av en 100-årsperiode og med konsekvens hardt skadd.	Hardt skadd	Sjelden	
Kjøretøyvelt	1	0,125	Lettere skadd	STRAKS	Kjøretøyvelt har inntruffet en gang siste åtte år med konsekvens lettere skade.	Lettere skadd	Ofte	
Annet	1							
Brann i lett kjøretøy		1*	Lettere skadd*	TUSI	Brann i lett kjøretøy vurderes å kunne skje årlig (svært ofte) med konsekvens lettere skadd, basert på TUSI-beregningene.	Lettere skadd	Svært ofte	
Brann i tungt kjøretøy		0,007*	5-20 drepte*	TUSI	Brann i tyngre kjøretøy som leder til en større brann med 5-20 drepte vurderes å inntreffe svært sjelden, basert på TUSI-beregningene.	5-20 drepte	Svært sjelden	

* Se foregående kapittel for fastsettelse av frekvens og konsekvens for brannhendelsene.

VEDLEGG 3 - ANALYSESKJEMA

Uønsket hendelse	Delelement	Årsak	Risikovurdering		Risiko	Kommentar	Foreslåtte tiltak For å unngå hendelsen eller redusere konsekvensene	Kommentar/Begrunnelse
			Konsekvens	Sannsynlighet/ frekvens				
1a. Møteulykke	Fløyfjellstunnelen	- Kjøring i feil retning fra rundkjøring/kryss i Sandviken. - Kjøring i feil retning fra Nygårdstangen eller Eidsvåg. - Snuing inne i tunnel i havarilommer etc.	1-4 drepte	Sjelden		Risikoen vurderes å være noe høyere med felles rundkjøring i Sandviken da det er flere av- og påkjøringsramper som er samlet på ett sted noe som kan skape forvirring.	- Utforme rundkjøring/kryss ved Sandviken på en måte som er enkel å forstå (logisk) for å unngå at kjøretøy kjører inn i feil kjørebane. - Markere kjøreretningen med piler, både i kryss/rundkjøring og inne i tunnelen (både på asfalt og med skilting). - Etablere videoovervåkning (ITV) med automatisk hendelsesdeteksjon (AID) og automatisk trafikkstyring.	I følge VTS er det flere tilfeller med at kjøretøy snur i havarilommer/snunisjer inne i ønveiskjørtede tunneler. Retningsanvisning med piler på asfalten gjentakende gjennom tunnelen kan forhindre dette.
	Eidsvågtunnelen	Kjøretøy kommer over i motsatt felt da det går trafikk i begge retninger i ett løp	Hardt skadd	Sjelden		Sannsynligheten for møteulykke øker i Eidsvågtunnelen da det vil gå tovegs trafikk i ett løp. Hastigheten reduseres til 50 km/t og trafikkmengden vil også reduseres betraktelig når dette blir lokalveg. Dette tilsier at møteulykker med hardt skadde vil inntreffe sjeldent.	- Etablere midtdeler eller en form for midtmarkering mellom de to kjørefeltene i Eidsvågtunnelen.	
	Rundkjøring ved Sandviken (gjelder begge kryssløsninger)	- Sammenstøt mellom kjøretøy i rundkjøring ved Sandviken. - Kort avstand fra portaler (av og påkjøringsramper) til rundkjøring.	Hardt skadd	Ofte		I tillegg til risiko for mennesker kan dette få store trafikale konsekvenser, kødannelse i rampene og videre inn i tunnelen.	- Utforme portaler og ramper på en måte som gir god oversikt inn mot rundkjøringen (god sikt, maks. stigning på 3 %, nedsatt hastighet, skilting for å gjøre førere oppmerksom, belysning, romlefelt). - Beregne kødannelse inn mot rundkjøringen og dimensjonere rundkjøringen i henhold til forventet trafikk og kødannelse. Ulike tider av døgnet må hensyntas i beregningen.	Dersom man utvider rundkjøringen vil avstandene mellom rundkjøringen og portalene i av- og påkjøringstunnelene reduseres. Dette må vurderes opp mot hverandre.
1b. Påkjøring bakfra	Fløyfjellstunnelen	- Kø kommer brått på ved utkjøring fra tunnel. Det er kurve ut fra tunnelen i sør. - Blending ved utkjøring fra tunnel, spesielt i sør. - Av- og påkjøringsramper ved Sandviken kan medføre oppstuvning av kjøretøy. - Bil med motorstopp, kø eller hendelse/ulykke kommer brått på i tunnel. - Istapper/vann fra tunnelens himling medfører bråbrems og deretter påkjøring bakfra av etterfølgende bil. - Vannplaning - Is i vegbanen - Havarerte kjøretøy blir stående i kjørebane.	Lettere skadd	Ofte		I selve tunnelen vil det kunne bli flere påkjørsler bakfra, da tunnelen forlenges (flere kjørte kilometer i tunnel), og av- og påkjøringen ved Sandviken kan medføre kødannelse. Det antas likevel ikke en økt frekvens når det gjelder påkjørsler bakfra, da det antas at den forlengede tunnelen vil gi en bedre trafikkflyt gjennom tunnelen og mindre kødannelse totalt sett. Det er mange hendelser i nordre del av tunnelen i dag, noe som kan ha sammenheng med at det er mange hendelser nord for tunnelen slik at det blir kø inn i tunnelen (og tunnelen har kurve i nordre del). Ny tunnel vil ha bedre kurvatur og sikt enn dagens tunnel, slik at færre påkjørsler kan forventes i fremtiden. De fleste utforkjøringer/stans skjer på høyre side. Ved motorproblemer i høyre felt kommer ikke bilene seg inn i en nisje, og blir stående i høyre felt. Dette kan føre til påkjøring bakfra.	- Utvide tunnelprofilen i gammel del slik at denne også tilfredsstiller krav i dagens håndbøker. - Etablere videoovervåkning (ITV) med automatisk hendelsesdeteksjon (AID) og automatisk trafikkstyring. - Endre utforming av tunnelportal i sør slik at blendingen reduseres, dersom det er mulig. - Tilpasse belysningen på vei ut av tunnelen slik at overgangen mellom tunnelen og dagsonen ikke blir så stor. - Etablere lengre av- og påkjøringsfelt enn det som er krav i håndbøker og forskrifter. Vurdere å etablere lange avkjøringsfelt for å kunne håndtere nedbremsing og evt. også noe kø uten å skape kø i resten av Fløyfjellstunnelen. Påse at påkjøringsfelt i sørgående retning er avsluttet i god tid før eventuelt standardsprang til smalere tverrsnitt. - Etablere ny, ubrennbar, løsning for vann- og frostsikring i eksisterende del. - Etablere havarinisjer også på høyre side av tunnelen i eksisterende tunnel samt på begge sider i den nye delen.	
	Rundkjøring i Sandviken (gjelder begge kryssløsninger)	Påkjørsel grunnet kødannelse i rundkjøring. Det er kort avstand mellom portaler i av- og påkjøringsramper til rundkjøring ved Sandviken.	Lettere skadd	Svært ofte		Systemet blir sårbart dersom alle av- og påkjøringer ved Sandviken skal samles i én felles rundkjøring	- Utforme portaler og ramper på en måte som gir god oversikt inn mot rundkjøringen (god sikt, maks. stigning på 3 %, nedsatt hastighet, skilting for å gjøre førere oppmerksom, belysning, romlefelt). - Beregne kødannelse inn mot rundkjøringen og dimensjonere rundkjøringen i henhold til forventet trafikk og kødannelse. Ulike tider av døgnet må hensyntas i beregningen.	Dersom man utvider rundkjøringen vil avstandene mellom rundkjøringen og portalene i av- og påkjøringstunnelene reduseres. Dette må vurderes opp mot hverandre.
	Søndre kryss i Sandviken (alternativ i KU)	Påkjørsel av forankjørende bil. Man kommer ut fra tunnel og brått inn i kryss.	Lettere skadd	Svært ofte			- Etablere lysregulering i krysset (ved Gjensidigebygget). - Utforme portaler og ramper på en måte som gir god oversikt inn mot krysset (god sikt, maks. stigning på 3 %, nedsatt hastighet, skilting for å gjøre førere oppmerksom, belysning, romlefelt). - Analysere trafikken og styre lysreguleringen i krysset i forhold til hvor det vil være mest pågang trafikkmessig. Analysen må inkludere vurderinger av kødannelse i vegsystemet (ved splittet kryss).	

Uønsket hendelse	Delelement	Årsak	Risikovurdering		Risiko	Kommentar	Foreslåtte tiltak For å unngå hendelsen eller redusere konsekvensene	Kommentar/Begrunnelse
			Konsekvens	Sannsynlighet/ frekvens				
1c. Påkjøring av myke trafikanter	Rundkjøring ved Sandviken (gjelder begge kryssløsninger)	- Påkjørsel av myke trafikanter i rundkjøring i Sandviken. - Kort avstand mellom portaler og rundkjøring.	Hardt skadd	Sjelden		Det skal i utgangspunktet ikke være myke trafikanter ved rundkjøringen og sannsynligheten for hendelsen vurderes å være lav.	- Utforme portaler og ramper på en måte som gir god oversikt inn mot rundkjøringen (god sikt, maks. stigning på 3 %, nedsatt hastighet, skilting for å gjøre førere oppmerksom, belysning, romlefelt).	
	Søndre kryss i Sandviken (alternativ i KU)	- Påkjørsel av myke trafikanter i det søndre krysset (ved Gjensidigebygget) ved utkjøring fra tunnel. - Man kommer ut fra tunnel og rett inn i et kryss i en gate med blandet trafikk (inkl. fotgjengere, syklist)	Hardt skadd	Sjelden		Siden det vil være fotgjengere og syklist krysset vil faren for påkjørsel være til stede.	- Etablere lysregulering i krysset (ved Gjensidigebygget). - Utforme portaler og ramper på en måte som gir god oversikt inn mot krysset (god sikt, maks. stigning på 3 %, nedsatt hastighet, skilting for å gjøre førere oppmerksom, belysning, romlefelt).	
	Omkjøringsveg om Eidsvågneset	- Påkjørsel av tredjepersoner ved omkjøring om Eidsvågneset. - Veggen er ettfelt og det er mye gangtrafikk her.	1-4 drepte	Svært sjelden		Etter forlengelsen vil det bli mindre omkjøring via Eidsvågneset. Veggen om Eidsvågneset er smal og det er mye gangtrafikk der. Risikoen reduseres i forhold til dagens situasjon.		
	Dagsone	Påkjørsel av fotgjenger/syklist under kryssing av lokalveg	Hardt skadd	Sjelden		Eksisterende E39 i dagsonen vil fungere som lokalveg, hvor det kan forventes mer gang- og sykkeltrafikk. Det er planlagt både underganger og bruer for gang- og sykkeltrafikk som krysser ny lokalveg.		
	Eidsvågstunnelen	Person påkjørt av bybanen ved rømning fra Eidsvågstunnelen	1-4 drepte	Ekstremt sjeldent		Dersom tverrslaget mellom løpene opprettholdes kan risikoen tenkes å øke noe kontra å rømme inn i et løp med biltrafikk.	- Etablere felles sikkerhetssystem og prosedyrer for å påse at rømning fra vegtunnel til bybanetunnel blir sikker, tilsvarende å hindre ferdsel (herunder rømning) fra bybanetunnel til vegtunnel. (Rømning fra bybanetunnelen kan gå til sykeltunnelen)	Det er i dag rømning mellom Eidsvågstunnelens to løp. Når Eidsvågstunnelen blir lokalveg, klasse B, er det ikke krav til slik rømningsvei. Det bør imidlertid vurderes om rømningsveien skal opprettholdes når motsatt løp benyttes til Bybane, dette vil i såfall kreve god samhandling mellom VTS og Bybanen og automatikk i forhold til varsling og stengning.
	Tunnelene	Person påkjørt i tunnel etter hendelse/kjøretøystans	Hardt skadd	Sjelden		Ved ulykker eller motorstans i tunnel kan personer som befinner seg i det havarete kjøretøyet ha behov for å ta seg ut av kjøretøyet. Dette medfører fare for påkjørsel.	- Utvide tunnelprofilen slik at havarete kjøretøy kan stå i skulder, annen trafikk kan komme forbi og redningstjenester kan komme frem.	
1d. Utforkjøring	Fløyfjellstunnelen	- Kollisjon med tunnelvegg i overgang fra ny til gammel del (sørgående) - Trangt profil i eksisterende del - Is/issvuller i vegbanen	Hardt skadd	Ofte		Standardspranget er størst problem i sørgående retning der man går fra nytt og større profil til gammelt og trangere profil. Fra 2006 til 2012 har det inntruffet 7 utforkjøringsulykker med personskaade i Fløyfjellstunnelen, noe som tilsvarer én hvert år. Konsekvensene har i disse tilfellene vært "lettere skadd", men det forventes likevel at det kan oppstå en utforkjøring med konsekvens "hardt skadd" innenfor en 10-årsperiode.	- Utvide tunnelprofilen i gammel del slik at denne også tilfredsstillende krav i dagens håndbøker. Dette gir plass for veggelementer som reduserer konsekvenser ved sammenstøt og reduserer skade på tunnel. - Etablere ny, ubrennbar, løsning for vann- og frostsikring i eksisterende del. Og/eller: - Innføre hastighetsreduksjon ved overgang til gammel del. - Lage en god og oversiktlig innsnevring fra ny til gammel del og vurdere skilting om smalere tverrsnitt.	
1e. Feltskifteulykke	Fløyfjellstunnelen	- Sammenstøt mellom kjøretøy ved på- eller avkjøring til/fra tunnelen. - Flere feltskifter i tunnel som følge av av- og påkjøringsfeltene. - Smalt tverrsnitt i eksisterende del av tunnelen. Kjøring i parallelle felt.	Hardt skadd	Ofte		Konsekvensene ved sammenstøt i tunnel kan være større enn i dagsone, da man kan kolliderer i tunnelvegg o.l., som følge av sammenstøtet. I utgangspunktet skal ikke av- og påkjøring i tunnel medføre større fare for sammenstøt enn i dagsone, så lenge av- og påkjøringsrampene er utformet i henhold til krav og belsningen er tilfredsstillende utført. Det er registrert to hendelser med feltskifteulykker i perioden 2006 til 2012 som har endt med personskaade. I tillegg er det registrert to hendelser hvor "kjøring i parallelle kjørefelt forøvrig" har resultert i personskaader. Én av disse har resultert i alvorlig skade.	- Etablere lengre av- og påkjøringsfelt enn det som er krav i håndbøker og forskrifter. Vurdere å etablere lange avkjøringsfelt for å kunne håndtere nedbremsing og evt. også noe kø uten å skape kø i resten av Fløyfjellstunnelen. Påse at påkjøringsfelt i sørgående retning er avsluttet i god tid før eventuelt standardsprang til smalere tverrsnitt. - Sørge for god og oversiktlig skilting og merking av av- og påkjøringsfeltene. - Utvide tunnelprofilen i gammel del slik at denne også tilfredsstillende krav i dagens håndbøker. Dette gir plass for veggelementer som reduserer konsekvenser ved sammenstøt og som reduserer skade på tunnel.	Det forutsettes at belsningen i tunnelen vil tilfredsstillende alle krav i forskrifter etter forlengelse.

Uønsket hendelse	Delelement	Årsak	Risikovurdering		Risiko	Kommentar	Foreslåtte tiltak For å unngå hendelsen eller redusere konsekvensene	Kommentar/Begrunnelse
			Konsekvens	Sannsynlighet/ frekvens				
2a. Brann - Liten (5MW)	Fløyfjellstunnelen	- Brann i bil - Brann i el-bil med lithiumbatteri	Lettere skadd	Svært ofte		Brann i eksisterende tunnel er stipulert til hvert 2. år i TUSI beregningene. De siste 6 årene har det imidlertid ikke vært brann i tunnelen. Siden det blir dobbelt så mange kilometer tunnel etter forlengelse, forventes det én brann årlig i Fløyfjellstunnelen. Det er derfor valgt sannsynlighetskategori "svært ofte" (Minst en gang per år). Med et velfungerende røykventilasjonsanlegg i kjøretøretningen, forventes kun lettere skade som følge av en liten brann. Sannsynligheten er liten for at biler fanges i røyken (da må det i såfall være kø). En lang tunnel vil imidlertid medføre at det er et større område som må gjennomføres av brannvesenet. Det er av den grunn viktig å tilrettelegge for tilkomst.	- Etablere videoovervåkning (ITV) med automatisk hendelsesdeteksjon (AID) og automatisk trafikkstyring. - Benytte deler av eksisterende tunnel (som ikke skal brukes etter forlengelsen) som eksklusiv innsattunnel for redningstjenester (og eventuelt rømningstunnel). - Etablere egen rampe/adkomstvei til søndre portal som er eksklusiv for redningstjenestene. - Etablere høyttaleranlegg i tunnelen for å gi beskjeder til evakuerende. - Etablere ny, ubrennbar, løsning for vann- og frostsikring i eksisterende del. - Utvide tunnelprofilen i gammel del slik at denne også tilfredsstillt krav i dagens håndbøker. - Etablere nødtelefoner også på venstre side av tunneløpene og redusere avstanden mellom telefonene. - Etablere skiltplan iht. gjeldende retningslinjer. - Etablere radiokommunikasjon med innsnakkmulighet.	Brann i el-biler er svært kraftige med mye energi, røyk og varme og lar seg vanskelig slukke. Bilene må gjerne brenne ut. I eksisterende tunnel er ubeskyttet PE-skum brukt som vann- og frostsikring som er svært brennbar. Det er derfor etablert spinkelanlegg, men dette har mye falske feilmeldinger som gjør at tunnelen må stenges og feilen utbedres relativt ofte. (Skyldes gjerne vann og frost om vinteren) Utrykningskjøretøy fra Sandviken brannstasjon kommer seg i dag greit inn i tunnelen fra nord, men dersom de må kjøre via rundkjøring/kryss og ramper kan dette bli vanskeligere. Svært vanskelig for redningstjenestene å komme inn fra sør i dagens situasjon.
	Eidsvågstunnelen og Munkebotntunnelen	Brann i kjøretøy	1-4 drepte	Sjelden		Eidsvågstunnelen og Munkebotntunnelen blir lokalveg med møtende trafikk. Dette innebærer lavere sannsynlighet for brann, men også at andre kjøretøy enn det som brenner kan havne i røyken fra brannen. Dette kan medføre følgehendelser som kollisjoner og påkjørsler, i tillegg til røykskader.	- Etablere videoovervåkning (ITV) med automatisk hendelsesdeteksjon (AID), rødt stoppblinkesignal og fjernstyrte bomber i Eidsvågstunnelen og Munkebotntunnelen. - Etablere rømningstunnel fra Eidsvågstunnelen til bybanetunnelen. Tilrettelegge for at også redningsetatene kan benytte denne. Se hendelse "Påkjøring av myke trafikanter" for vurdering av rømning fra vegtunnel til bybanetunnel.	Eidsvågstunnelen er lengre enn Munkebotntunnelen, og tiltak er derfor viktigere og mer virkningsfulle i Eidsvågstunnelen. Tiltak bør likevel også vurderes for Munkebotntunnelen i en senere planfase.
2. Brann. Stor (>20 MW)	Fløyfjellstunnelen	- Brann i vogntog - Brann i PE-skum	5-20 drepte	Svært sjelden		Brann i større kjøretøy er i TUSI beregningene for Fløyfjellstunnelen anslått til hvert 14. år. Ikke alle branner i større kjøretøy vil utvikle seg til å bli store, og langt fra alle vil medføre tap av menneskeliv. Norconsult er ikke kjent med hva sprinkleranlegget i dagens tunnel er dimensjonert for, men det er antatt at en stor brann kan medføre antennelse av PE-skum. Dette vil eskalere hendelsen betraktelig. Brannvesenet opplyste at de ikke kan slukke branner i el-biler med lithiumbatterier med vann. Sprinkleranlegget i Fløyfjellstunnelen vil imidlertid kjøle ned brennende kjøretøy at det er liten fare for antennelse av PE-skummet i forbindelse med bran i el-bil. I tillegg til risiko for mennesker kan en kraftig tunnelbrann medføre store skader på installasjoner i tunnelen og lang nedetid etter hendelsen.	Som for liten brann, i tillegg: - Brannbeskyttelse av søndre portal for å hindre kollaps av overliggende veg.	

Uønsket hendelse	Delelement	Årsak	Risikovurdering		Risiko	Kommentar	Foreslåtte tiltak For å unngå hendelsen eller redusere konsekvensene	Kommentar/Begrunnelse
			Konsekvens	Sannsynlighet/ frekvens				
3. Lekkasje av farlig gods - drivstoff og giftige stoffer	Tunneler	- Hull / sprekk i oppbevaringsenhet gir lekkasje	Lettere skadd	Svært sjelden		Kjøretøy godkjent for transport av farlig gods er underlagt strenge krav.	- Etablere videoovervåking (ITV) med automatisk hendelsesdetektering (AID), rødt stoppblinkesignal og fjernstyrte bomber i Eidsvågstunnelen og Munkebotntunnelen. - Etablere videoovervåking (ITV) med automatisk hendelsesdeteksjon (AID) og automatisk trafikkstyring i Fløyfjellstunnelen.	Det forutsettes dreneringssystem i henhold til sikkerhetsforskriften for samtlige tunneler. Dette innebærer at spredning via dreningssystemet ikke skal kunne forekomme.
4. Kjøretøystans (både lette og tunge kjøretøy)	Fløyfjellstunnelen	- Motorstopp - Drivstoffmangel				Køddannelse i tunnel og utenfor tunnel ved stengt tunnel/stengt felt. Kan føre til ulykker. Eksisterende tunnel har smalt tverrsnitt noe som gjør det vanskelig å passere kjøretøy med stans.	- Etablere forsignal (rødlys) i forkant av bomber for stenging av tunneler. Dersom det er kurvatur på veg inn i tunnelen bør forsignalet plasseres før kurven. - Plassere forsignal (rødlys) før av- og påkjøringsramper til tunnelen (eks. i rundkjøring) for å hindre opphopning av trafikk i rampene som forplanter seg videre til rundkjøringen. - Etablere feltanvisere/kjørefeltsignal gjentakende gjennom tunnelen og utenfor portalene - Utvide tunnelprofilen slik at havarete kjøretøy kan stå i skulder, annen trafikk kan komme forbi og redningstjenester kan komme frem. - Beregne kødannelse i Fløyfjellstunnelen og det omkringliggende vegsystemet. Dimensjonere kryss, rundkjøringer, av- og påkjøringsramper i henhold til beregningene. Ulike tider av døgnet må hensyntas. - Etablere redningsbil med utrykningsstatus som raskt kan fjerne kjøretøy som sperrer hele eller deler av tunnelen.	Det er i dag en rekke kjøretøystans i Fløyfjellstunnelen noe som medfører kø. I perioden 2010 er det registrert 215 ikke planlagte hendelser i Fløyfjellstunnelen, hvor omtrent 90 % av disse gjelder feltstenging pga. bilberging etc. Det er ikke vurdert sannsynlighet og konsekvens for hendelsen, da det er eventuelle følgehendelser som vil ha konsekvenser for mennesker. Dagens system er sårbart for slike hendelser.
	Generelt	- Motorstopp - Drivstoffmangel				Køddannelse i tunnel og utenfor tunnel ved stengt tunnel/stengt felt. Kan føre til ulykker.	- Beregne kødannelse i Fløyfjellstunnelen og det omkringliggende vegsystemet. Dimensjonere kryss, rundkjøringer, av- og påkjøringsramper i henhold til beregningene. Ulike tider av døgnet må hensyntas.	
	Omkjøringsveger	For dårlig kapasitet i omkjøringsalternativene.				Omkjøring ved stengte tunneler er et problem i dag, og vil fortsatt være det i nytt system. Ved lengre tunnel vil det også være en lengre strekning med omkjøringsveg. Dette blir på lokalveg, og kø må påregnes. Ny lokalveg er ikke i konflikt med gang- og sykkeltrafikk og er også bredere enn store deler av dagens omkjøringsveger. Det blir f.eks mindre omkjøring via Eidsvågneset, som har dårlig kapasitet for omkjøring da den er etfelt.	- Vurdere mulige omkjøringsmuligheter og kapasitet i omkjøringsnettet når vegnettet detaljprosjekteres i senere planfase. - Etablere mulighet for/skaffe tillatelse til å kjøre trafikken i to retninger i ett løp i en begrenset periode dersom det ene løpet må stenges. Kan medføre behov for å utvide tunnelprofilen i eksisterende del. (Kan ikke gjøres ved brann og større ulykker) - Etablere mulighet for å stenge kun nordre eller søndre del av Fløyfjellstunnelen, dvs. etablere bomber og skilte av- og påkjøring i Sandviken. (Kan ikke gjøres ved brann).	Av- og påkjøringsmuligheter i Sandviken gir en fleksibilitet i forhold til omkjøring. Ved hendelser nord for Sandviken vil det være muligheter for å stenge kun den nordre delen av tunnelen og ha trafikk i den søndre delen, og vice versa. Eidsvågneset er etfelt og har dårlig kapasitet som omkjøringsveg.
5. Velt- buss og tyngre kjøretøy	Fløyfjellstunnelen	- Biler kommer borti hverandre og velter. - Kurvatur og (for) høy hastighet	1-4 drepte	Svært sjelden		Kurvaturen blir bedre i ny, forlengte tunnel enn i dagens tunnel. Velt anses ikke sannsynlig.	- Utvide tunnelprofilen i gammel del slik at denne også tilfredsstiller krav i dagens håndbøker. Dette gir plass for veggelementer som reduserer konsekvenser ved sammenstøt og som reduserer skade på tunnel.	

Notat

Versjon 26.9.2013/hh

Tilleggsutredning 14, ROS-analyse alternativ 3B. Kapasitetsberegninger, kryss/ramper Sandviken.

Bakgrunn

Som del av risikoanalysene for bybanealternativ 3B ønskes det beregnet trafikkavvikling/kapasitet i tilknytningspunktet mellom ny Eidsvågtunnel/E39 og Sandviken. Hensikten er å vurdere risiko for overbelastning og kødannelser inn i tunnelrampene mot E39.

Forutsetninger

Det er gjennomført kapasitetsberegning ved hjelp av SIDRA Intersection, versjon 6,0. Trafikktallene bygger på Contram-beregninger, 2015-nivå. Det er regnet på følgende alternativer:

- Alt. 1, tovegs gafling; nord og sørgående ramper samles i ny rundkjøring nord for Reperbanen
- Alt.2, splittet løsning med sørgående ramper fra Sandviksveien og nordvendte ramper i kryssområde nord for Reperbanen
- Alt. 3, omvendt splittet løsning med nordgående ramper fra Sandviksveien og sørvendte ramper i kryssområde nord for Reperbanen

Det er i alle alternativer regnet på en stor rundkjøring med 2 inngående kjørefelt og 2 sirkulerende felt. Miljøfaktor er satt til 1,2 (korreksjon for norske forhold, anbefalt verdi).

Det er regnet på trafikkavvikling i ettermiddagsrush, kl. 1500-1600.

Beregnet ÅDT i de ulike alternativene:



Alt 1 . – tovegs gafling, en rundkjøring

Kommentarer: Forutsatt åpent for trafikk Bryggen-Torget, men stengt for gjennomkjøring i Vågsbunnen (K.Oscars gate og Alle Helgens gate).

Alt.1 – tovegs gafling, en rundkjøring



Alt. 2 – tovegs gafling, ikke kryssende

Kommentarer: Forutsatt åpent for trafikk Bryggen-Torget, men stengt for gjennomkjøring i Vågsbunnen (K.Oscars gate og Alle Helgens gate).

Alt. 2 – tovegs gafling, ikke kryssende



Alt 3- tovegs gafling, kryssende

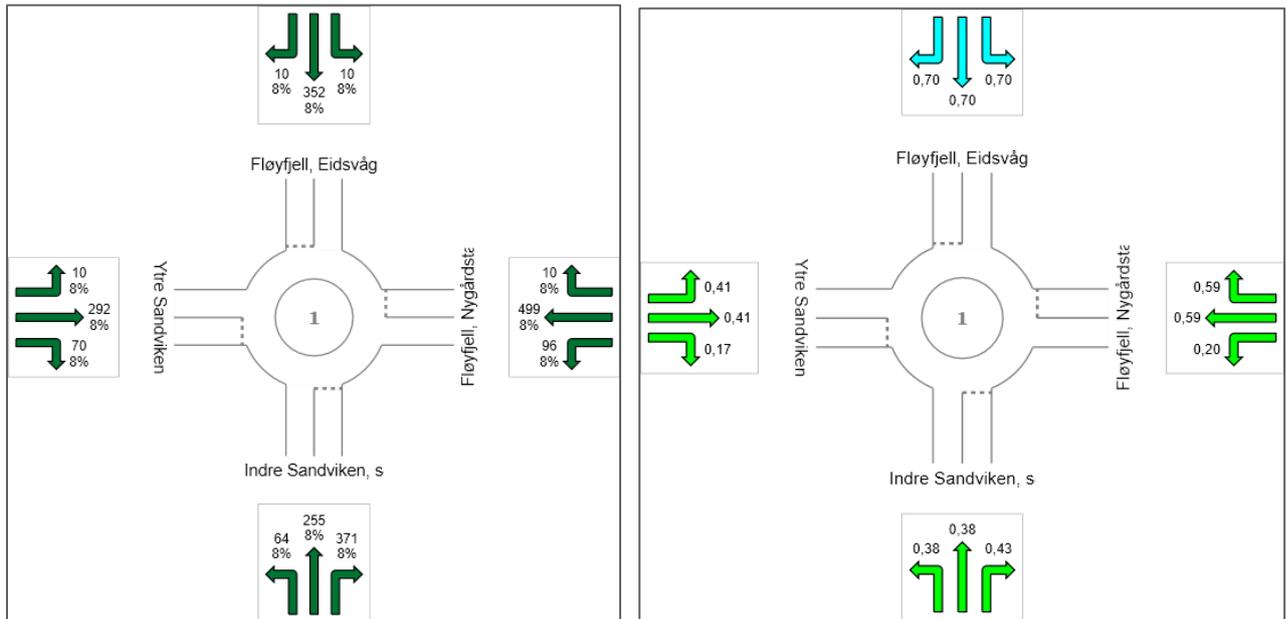
Kommentarer: Forutsatt åpent for trafikk Bryggen-Torget, men stengt for gjennomkjøring i Vågsbunnen (K.Oscars gate og Alle Helgens gate).

Alt 3- tovegs gafling, kryssende

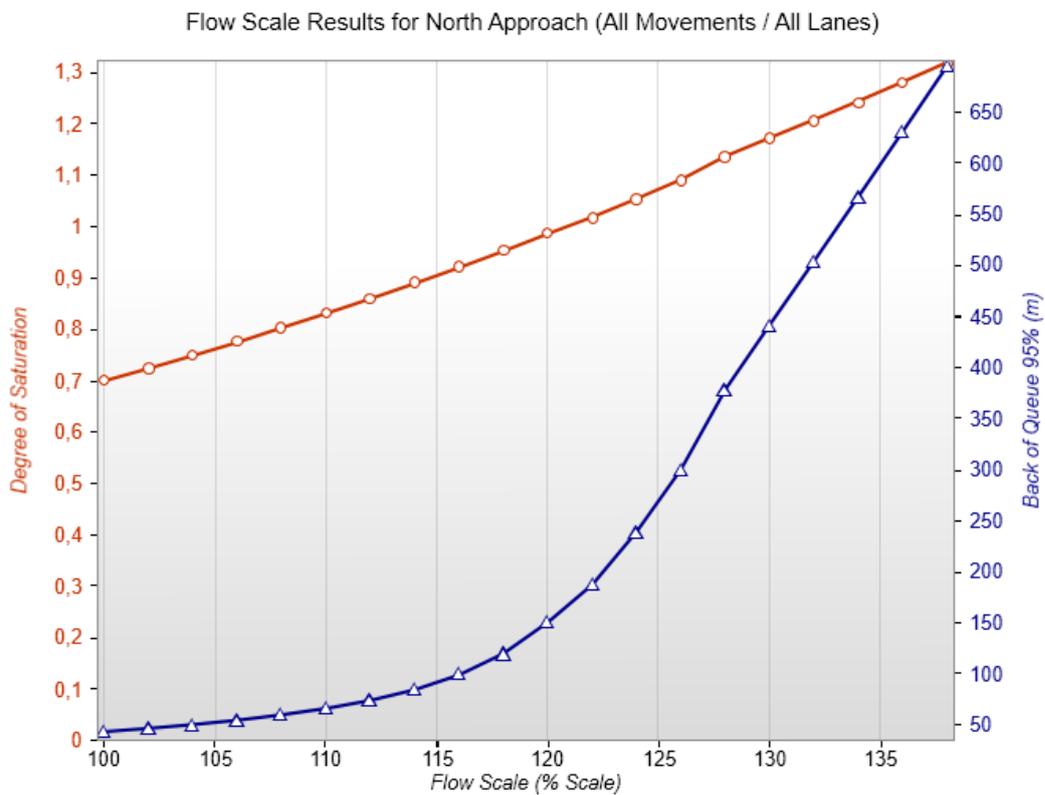
Beregninger

Alt. 1a, Toveis gafling, 1 rundkjøring, bybane i tunnel (bybanealt.2)

Trafikkmengder (kjt./t) og belastningsgrad (trafikk/kapasitet):

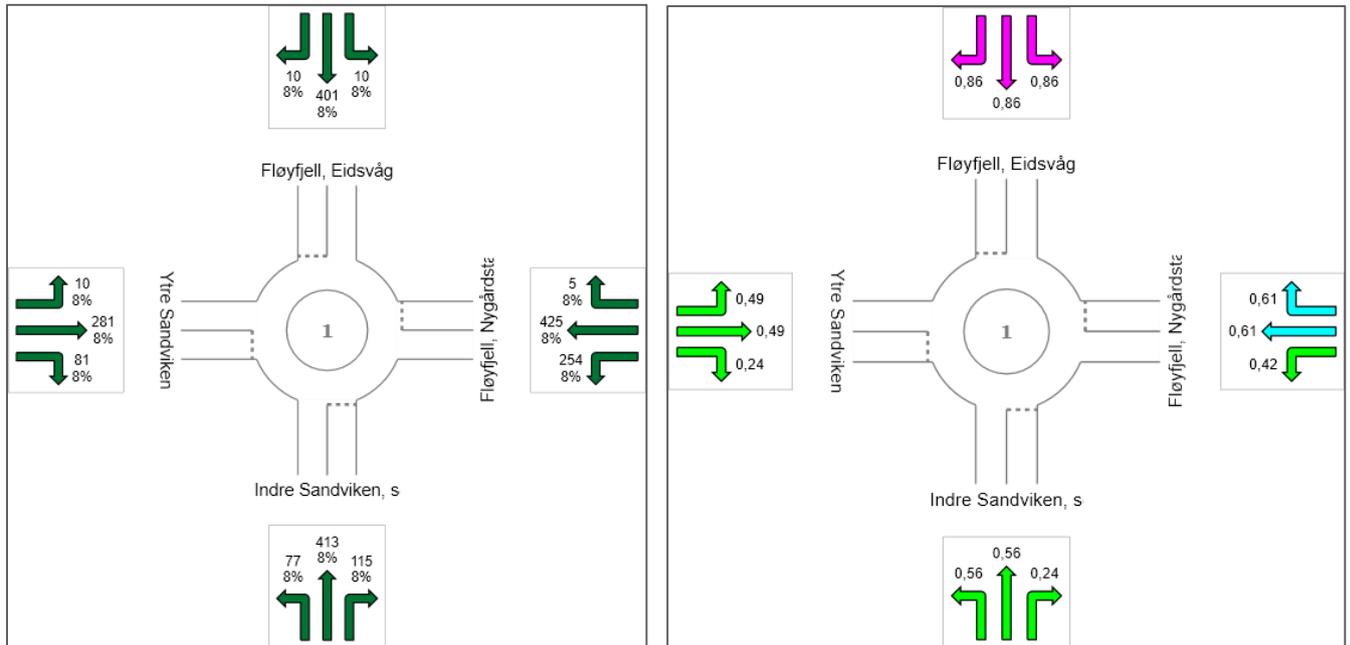


Sensitivitet for trafikkøkning (maks. kølengde innenfor 95% sannsynlighet ved økende trafikk):

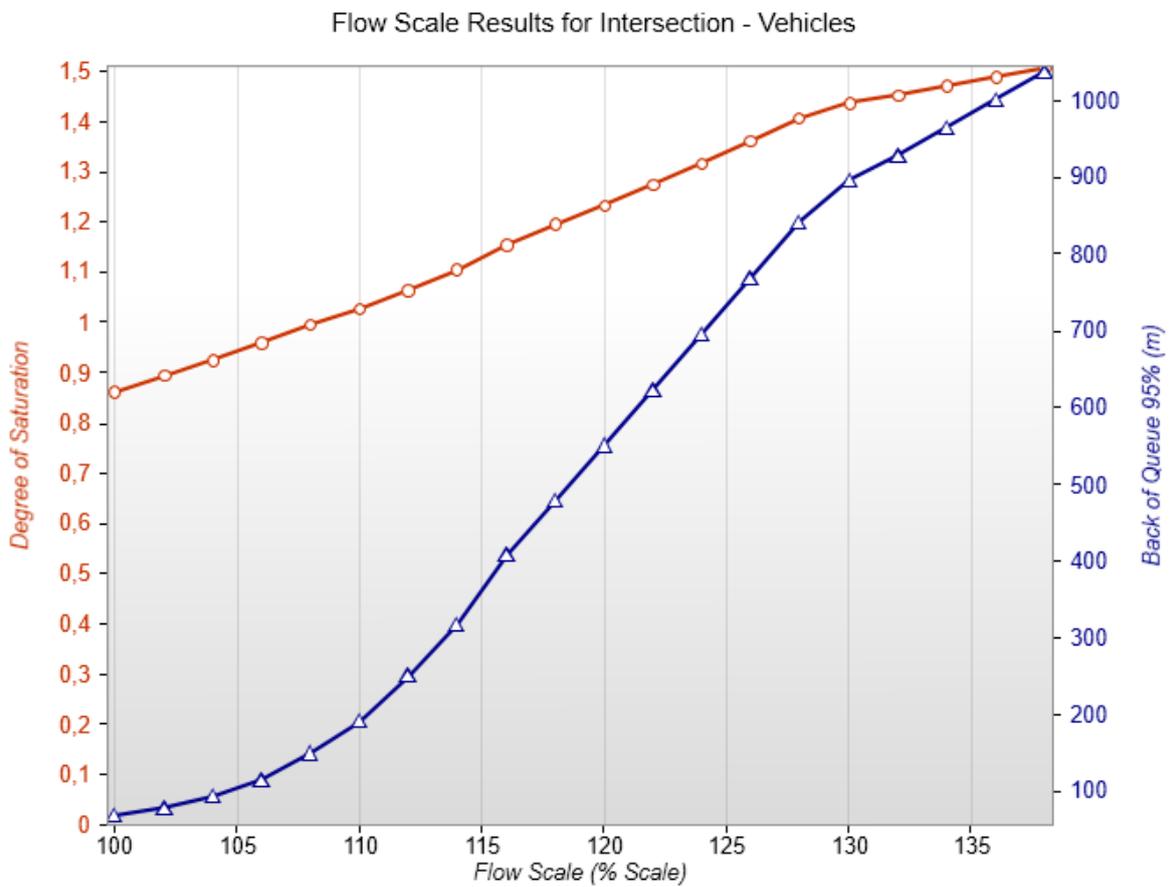


Alt. 1b, Toveis gafling, 1 rundkjøring, a) bybane i dagen (bybanealt.1)

Trafikkmengder (kjt./t) og belastningsgrad (trafikk/kapasitet):

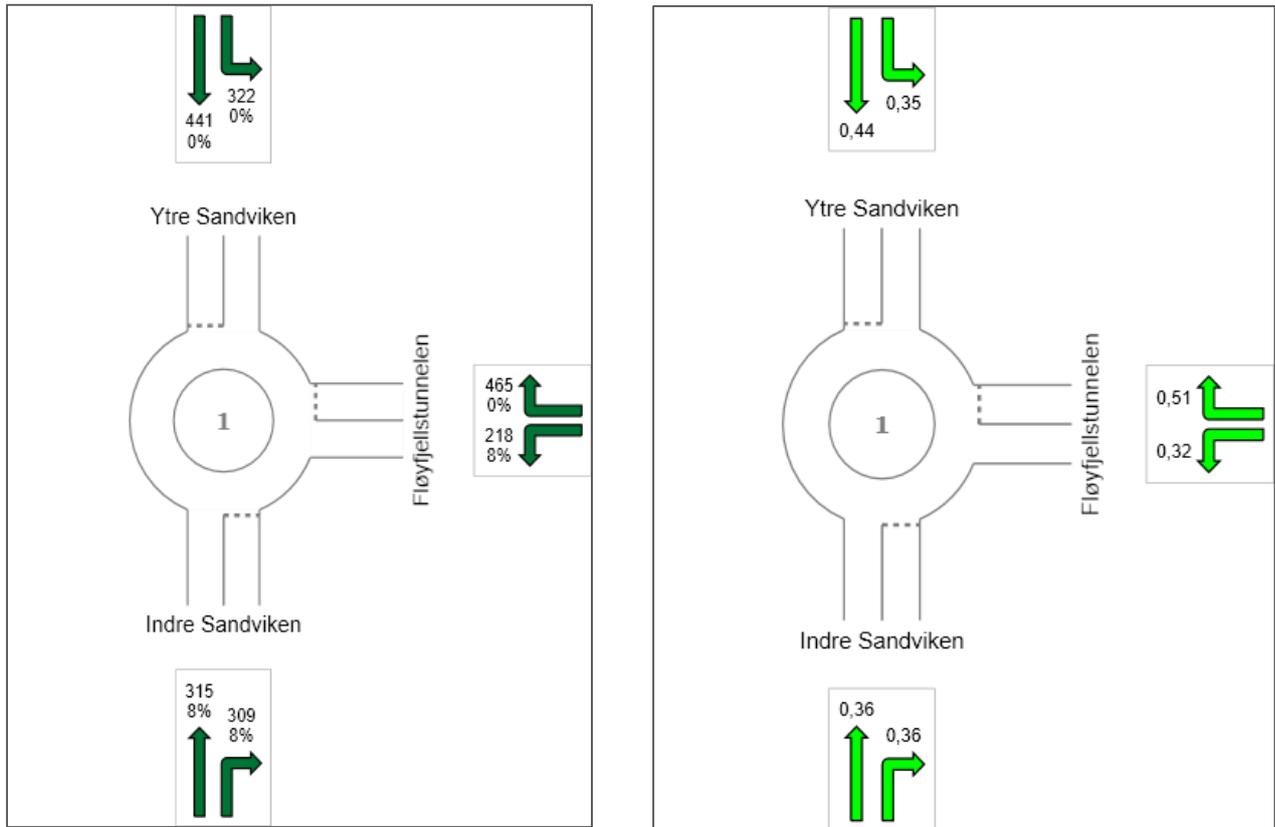


Sensitivitet for trafikkøkning (maks. kølengde innenfor 95% sannsynlighet ved økende trafikk):

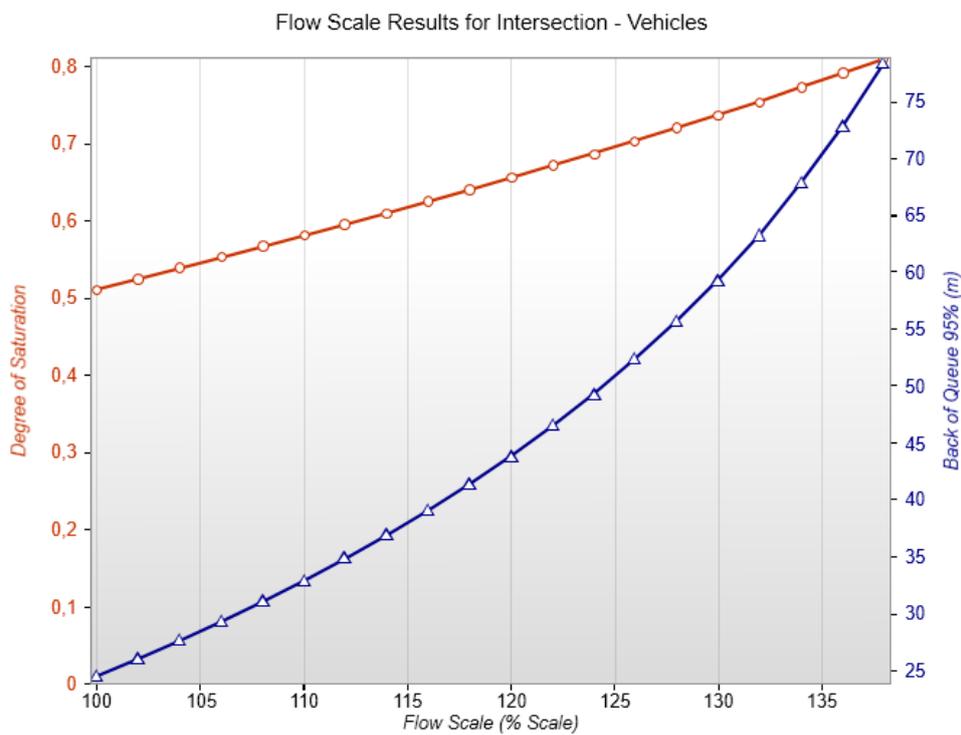


Alt. 2, Splittet kryss, rundkjøring sør

Trafikkmengder (kjt./t) og belastningsgrad (trafikk/kapasitet):

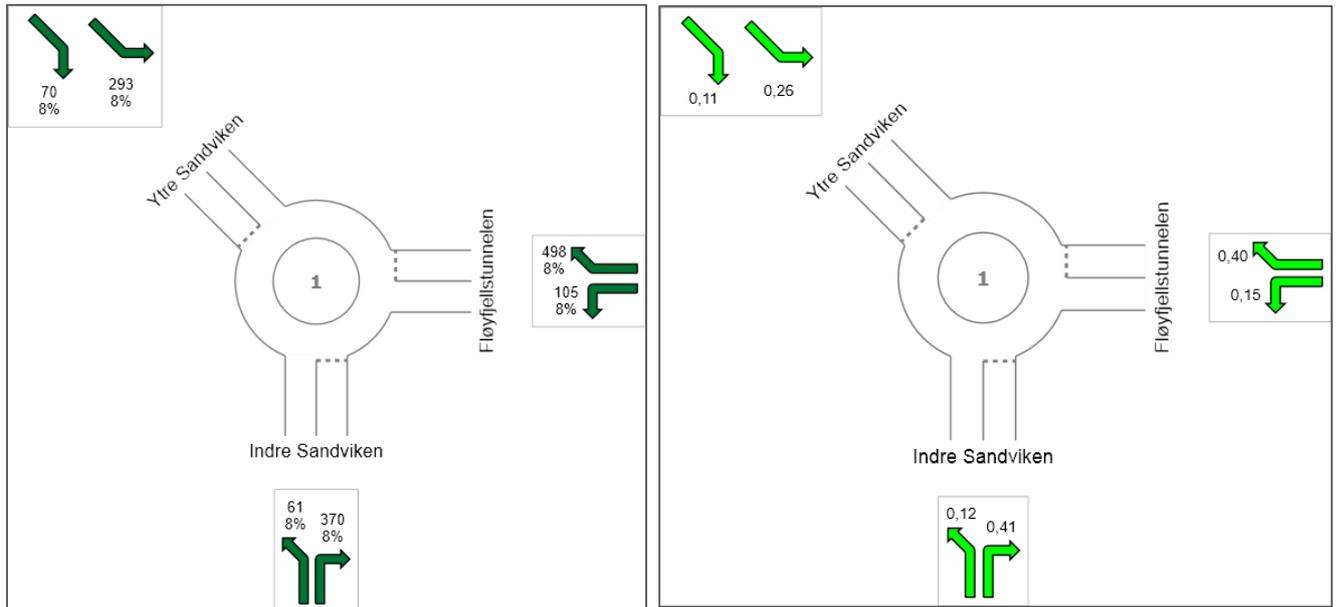


Sensitivitet for trafikkøkning (maks. kølengde innenfor 95% sannsynlighet ved økende trafikk):

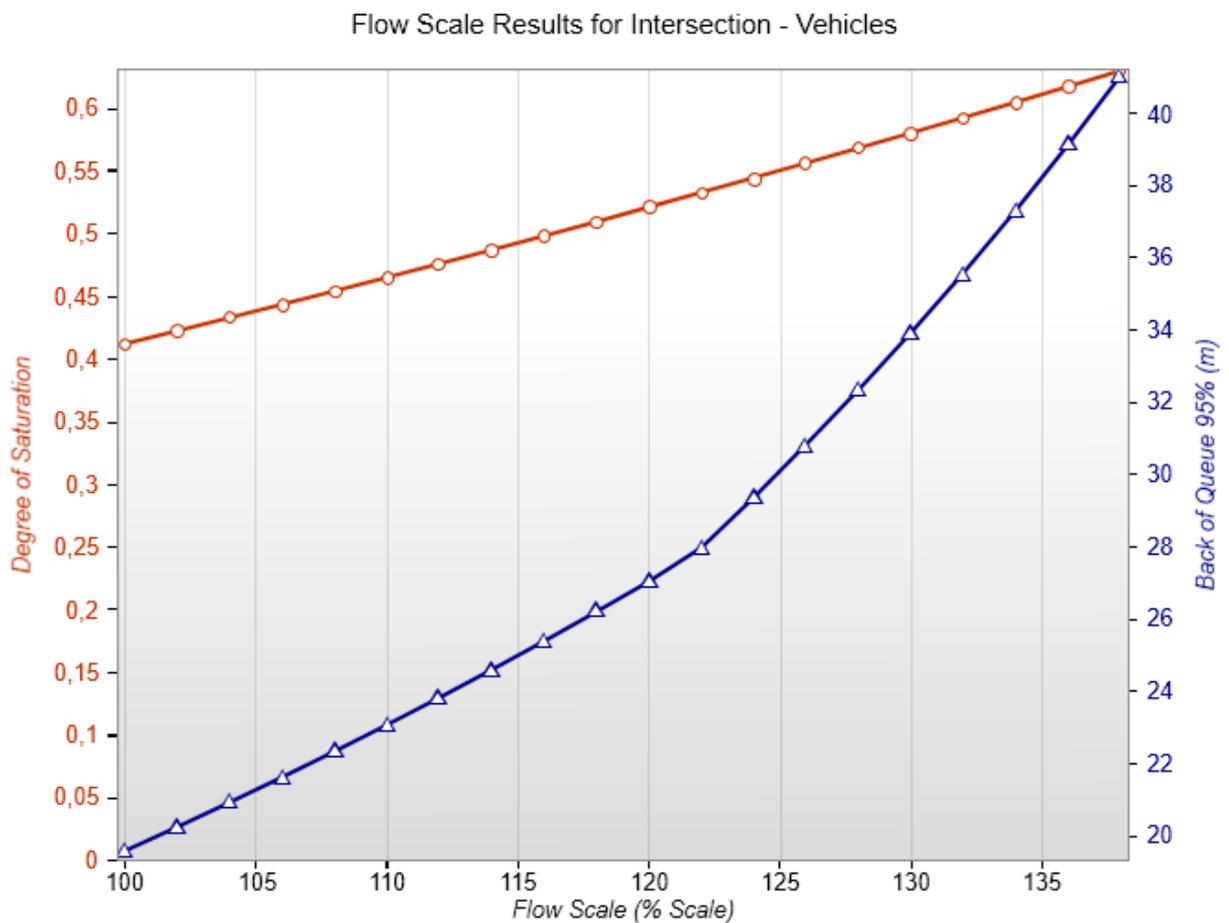


Alt. 3, Omvendt splittet kryss, rundkjøring i nord

Trafikkmengder (kjt./t) og belastningsgrad (trafikk/kapasitet):



Sensitivitet for trafikkøkning (maks. kølengde innenfor 95% sannsynlighet ved økende trafikk):



Vurdering

Alt.1, toveis gafling, med én rundkjøring vil få en maksimal belastningsgrad på ca. 0,70 – 0,86 avhengig av bybanealternativ / trafikkløsning i sentrum. Størst belastning vil være i tilfart fra Eidsvågstunnel, nordre rampe. Krysset er sensitivt for trafikkøkning. Sannsynlighet for kødannelser tilbake i tunnelrampe i rushperiodene er stor, spesielt for variant 1b med dagløsning for bybane. Her vil maksimal kølengde i tilfart mot tunnelen kunne bli opp mot 200 meter ved 10% høyere trafikk enn beregnet i 2015. Ved variant 1a med bybane i tunnel, vil maksimal kølengde med 10% trafikkøkning være mellom 50 og 100 meter. Avbøtende tiltak kan eventuelt være direkteførte ramper / filterfelt uavhengig av rundkjøringen, men dette er ikke vurdert videre i dette notatet.

Alt. 2 og 3, splittet kryssløsning (3-armet rundkjøring) har god reservekapasitet og er lite sensitiv for trafikkøkning. Sannsynlighet for kødannelser i tunnelrampene er liten. Maksimal kølengde vil være godt under 100 meter selv med opptil 40% høyere trafikkmengde enn beregnet.