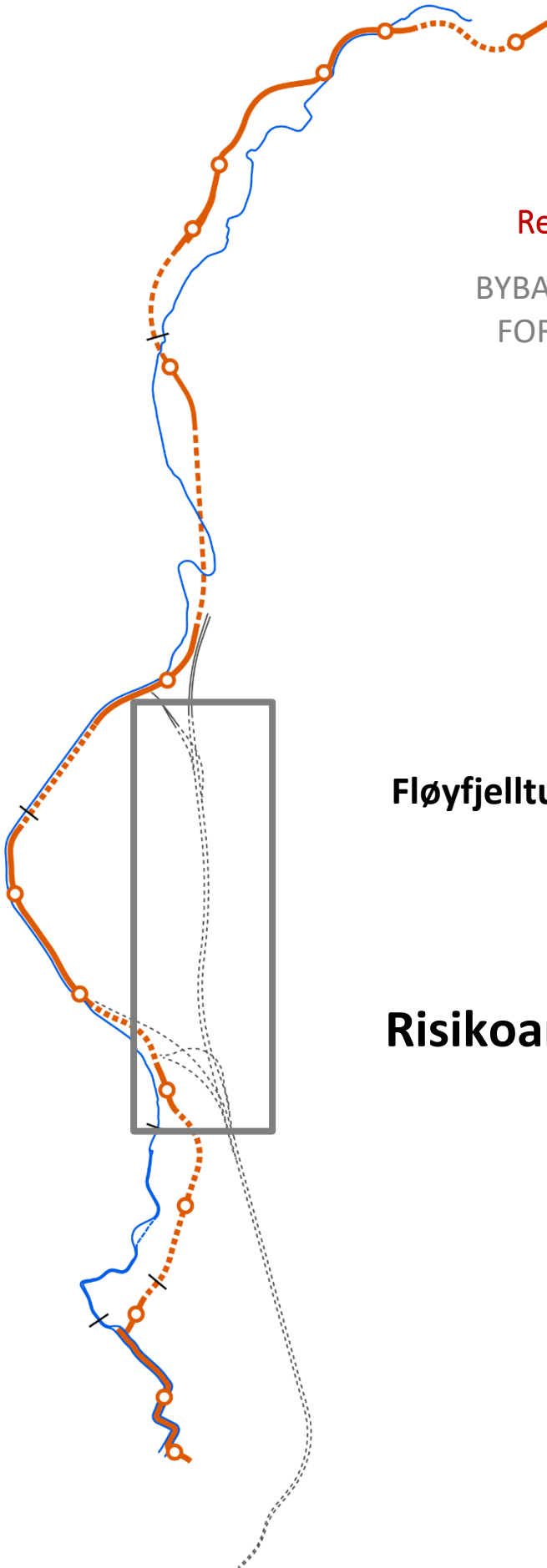




Reguleringsplan og teknisk forprosjekt

BYBANEN OG HOVEDSYKKELRUTEN MED
FORLENGELSE AV FLØYFJELLTUNNELEN
FRA SENTRUM TIL ÅSANE

Områdereguleringsplan

Fløyfjelltunnelen – forlengelse til Eidsvåg

Planid 65840000

Risikoanalyse Fløyfjelltunnelen

Forord

I forbindelse med reguleringsarbeid med forlenget Fløyfjelltunnel til Eidsvåg i regi av Bybaneprosjektet og oppgradering av Fløyfjelltunnelen sør til Nygårdstangen i regi av Statens vegvesen er det utarbeidet en risikoanalyse for tunnelen som helhet. I den forbindelse er det gjennomført en risikoanalyse for Fløyfjelltunnelen som helhet inkludert ny og oppgradert del av tunnelen mot Nygårdstangen.

Analysens formål er å belyse risikobildet i ferdig bygget Fløyfjelltunnelen som helhet og gi beslutningsstøtte om tiltak for risikoreduksjon og utforming av tunnelen. I tillegg vil analysen være beslutningsstøtte til utforming av tekniske løsninger i tunnelen, samt evt. fravikssøknader.

I denne risikoanalysen er mulige sikkerhetsproblemer – og fordeler – knyttet til valgte løsninger vurdert, før en risikovurdering av ti uønskede hendelser er gjennomført. Vurderinger i analysen er i all hovedsak basert på tunnelens særtrekk, registrerte ulykker, TUSI-beregninger og informasjon som har fremkommet gjennom deltakerne under analysemøtet.

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

Utforkjøring og feltskifteulykke er de hendelsene med høyest risiko og plassert i oransje sone i risikomatrisen.

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

Sandvika

2021-12-17

02J	Ferdig Dokument	2021-12-16	MaPede	InKHA	TORBER	IOV
01B	Høringsutkast	2021-11-26	MaPede	InKHA	GAS	
Versjon	Beskrivelse	Dato	Utarb. av	Fagkontroll	Tverf.kontr.	Godkj. av

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

1 Innhold

Forord	2
1 Innhold	3
2 Introduksjon	4
2.1 Bakgrunn.....	4
2.2 Formål.....	4
2.3 Forutsetninger og avgrensninger	4
2.4 Analysemøte	5
3 Analysemetodikk.....	6
4 Analyseobjekt	8
4.1 Ventilasjon.....	9
4.2 Trafikktall.....	9
4.3 Utforming av tunnelprofil, og portaler.....	10
4.4 Tovegstrafikk og stengetid	11
5 Datagrunnlag	14
5.1 Ulykkesdata	14
5.2 TUSI.....	16
6 Risikoanalyse	17
6.1 Farlige forhold	17
6.2 Identifiserte uønskede hendelser.....	19
6.3 Risikovurdering av uønskede hendelser.....	19
6.4 Spesielle/andre risikoforhold i ny Fløyfjelltunnel.....	30
6.5 Risikobildet for uønskede hendelser	30
6.6 Risikoreduserende tiltak.....	31
6.7 Konklusjon og anbefalinger	33
7 Referanser	34
Vedlegg 1 – Toveistrafikk i portalområdene.....	35
Vedlegg 2 – Ulykkesstatistikk Nordgående løp.....	38
Vedlegg 3 – Ulykkesstatistikk Sørgående løp	42

2 Introduksjon

2.1 Bakgrunn

I forbindelse med reguleringsarbeid med forlenget Fløyfjelltunnel til Eidsvåg i regi av Bybaneprosjektet og oppgradering av Fløyfjelltunnelen sør til Nygårdstangen i regi av Statens vegvesen skal det utarbeides en risikoanalyse for tunnelen som helhet.

Det er tidligere gjennomført risikoanalyser i både Bybaneprosjektet (i 2013, og 2020) [1.] [2.] og Tunneloppgradering av E39 Fløyfjelltunnelen (i 2016) [3.]. Disse analysene har fokusert på de enkelte prosjektene. Løsningen er i ettertid noe endret. Det legges blant annet opp til tovegstrafikk i ett løp ved avvikssituasjoner der ett løp i tunnelen er stengt, samt at rampeutformingen er endret.

Det er derfor behov for å gjennomføre en risikoanalyse for Fløyfjelltunnelen som helhet, inkludert ny og oppgradert del av tunnelen mot Nygårdstangen.

2.2 Formål

Formålet med risikoanalysen er å belyse risikobildet i ferdig bygget Fløyfjelltunnel som helhet og gi beslutningsstøtte om tiltak for risikoreduksjon og utforming av tunnelen. Det vil være fokus på særegenhetene i tunnelen, og analysen vil brukes som beslutningsstøtte til utforming av tekniske løsninger i tunnelen, samt evt. fravikssøknader.

2.3 Forutsetninger og avgrensninger

- Analysen er avgrenset til tunnelen med tilhørende installasjoner slik den fremstår av systembeskrivelsen og tegninger.
- Analysen omhandler risiko for mennesker under normal trafikkavvikling. Viljestyrte handlinger, eks. sabotasje, er ikke medtatt.
- Analysen er kvalitativ og basert på faglig skjønn.
- Analysen baseres på at det skal være mulig å lede omkjøringstrafikk gjennom Bergen sentrum, men avviklingskapasiteten her vil bli vesentlig redusert i forhold til dagens situasjon.
- Det forutsettes at forbud mot saktegående kjøretøy i Fløyfjelltunnelen opprettholdes slik det er i dag.

2.4 Analysemøte

Det ble avholdt analysemøte den 11. november 2021 ved Norconsult sine lokaler i Bergen. Deltakere i analysemøte er presentert i Tabell 2-1.

Tabell 2-1 Deltakerliste analysemøte

Navn	Firma	Funksjon
Kjell Erik Myre	Statens vegvesen/Bergen Kommune	Delstrekningsleder Bybaneprojektet
Svein D. Viken	Statens vegvesen	Trafikksikkerhet
Runar Stadheim	Statens vegvesen	Trafikksikkerhet
Kennet Lyngsgard	Statens vegvesen	Praktisk tunnelforvalter
Morten Hansen	Statens vegvesen	Faggruppeleder styring- overvåking (VTS)
Ola Akseberg	Vest politidistrikt	Trafikkoodinator
Vibeke Gunstensen	Bergen brannvesen	Overing. brannvesenets innsats
Geir Arild Slettemark	AsplanViak	Delstrekningsleder
Olaf Bøckmann	Norconsult	Ass. delstrekningsleder
Kjersti Myre	Statens vegvesen	Planleggingsleder Fløyfjelltunnelen sør
Tore Bergundhaugen	Norconsult	Fagkoordininator vei og trafikk BT5
Jens W. Bjerkelund	Norconsult	Rådgiver brannssikkerhet
Inger K. Graham	Norconsult	Analyseleder, risikoanalyse
Marthe Pedersen	Norconsult	Risikoanalyse

Rapporten er også sendt på høring til Ivar Lunde Beredskapssjef i Bergen kommune, som ikke hadde mulighet til å delta i møtet.

3 Analysemetodikk

Analysemetodikken som benyttes tar utgangspunkt i *Veileder for risikoanalyse av vegtunneler* [4.] og *Veileder for risikovurderinger i vegtrafikken* [5.]. Gangen i metodikken er illustrert i Figur 1. I analysemøtet gjennomføres i hovedsak punkt 2-4.



Figur 1 Gjennomføring av risikoanalyse (ref. "Veileder for risikovurdering i vegtrafikken")

I analysemøtet ble analyseobjektet og løsningene gjennomgått før det ble fokusert på mulige sikkerhetsproblemer – og fordeler – knyttet til valgte løsninger.

I etterkant av analysemøtet har NOAV systematisert sikkerhetsproblemene og oppsummert vurderingene som kom frem i analysemøtet. Kategoriseringen av uønskede hendelser i forhold til sannsynlighet og konsekvens er gjort på bakgrunn av innspill i møtet, datagrunnlaget for analysen samt kvalitative vurderinger.

Resultatene fra analysen synliggjøres i en risikomatrise. Risikomatrisen som benyttes er vist i Figur 2 nedenfor, denne er hentet fra *Veilederen for risikovurderinger av vegtunneler* [4.]. Statens vegvesen har ikke definert egne akseptkriterier for risiko. Det er derfor valgt å benytte fargekodene i risikomatrisen som akseptkriterie og en veiledning i forhold til om risikoen er akseptabel eller ikke, og til å vurdere om tiltak må iverksettes for å redusere risikoen. Tiltak vurderes i henhold til ALARP-prinsippet (As low as reasonably practicable).

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 101-1000 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
--	---------------------------------	--	------------------------	--	-------------------------	--	---------------------

Figur 2 Risikomatrise (ref. "Veileder for risikoanalyser av vegtunneler")

Plasseringen av hendelser i risikomatriksen gjøres på faglig skjønn basert på vurderinger gjort i analyse møtet. Risikomatriksen er ment å gi et *bilde* av risikonivået, og ikke en nøyaktig estimering av frekvens og konsekvens. Matriksen er også en indikasjon på hvilke farer det bør treffes tiltak på for å redusere risiko. Særtrekk eller spesielle forhold ved tunnelen tas med i estimering av frekvens og konsekvens.

Med risikoreduserende tiltak menes sannsynlighetsreduserende tiltak (forebygging) eller konsekvens-reduserende tiltak (inkl. beredskap), som bidrar til å redusere risiko, f.eks. fra rød sone og ned til gul eller grønn sone i risikomatriksen. De risikoreduserende tiltakene medfører at klassifisering av risiko for en hendelse forskyves vertikalt, horisontalt eller på skrå i matriksen.

4 Analyseobjekt

Eksisterende Fløyfjelltunnel forlenges til Eidsvåg slik at E39 ikke går via Sandviken. 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 sykkelveg med fortau.

For å bedre trafikkavviklingen ved planlagt tunnelarbeid, og redusere behovet for å bruke omkjøringsruten gjennom Bergen sentrum er det behov for å kunne oppgradere Fløyfjelltunnelen slik at det kan avvikles tovegstrafikk i ett løp.

Dagens Fløyfjelltunnel er en del av E39 i Bergen. Eksisterende del av tunnelen oppgraderes til samme standard som ny del som forlenges til Eidsvåg. Total tunnellengde på eksisterende og ny del vil være ca. 5,3 km, og tunnelen vil strekke seg fra Bergen sentrum til Eidsvåg. I Figur 3 til høyre er eksisterende del av Fløyfjelltunnelen som fortsatt benyttes vist i blått, med ny forlenget del i lilla.

Forlengelsen av tunnelen gjennomføres for å frigjøre areal til utbygging av bybanen og forbedre trafiksikkerheten på strekningen Glass Knag til NHH krysset.

Fløyfjelltunnelen vil bestå av to separerte hovedløp med envegs trafikk i to felt i normal driftssituasjon. Det etableres sørvendte av- og påkjøringsramper i fjell både ved Eidsvåg og Sandviken. Dette muliggjør tilknytning til lokalvegssystem i Eidsvåg og Sandviken.

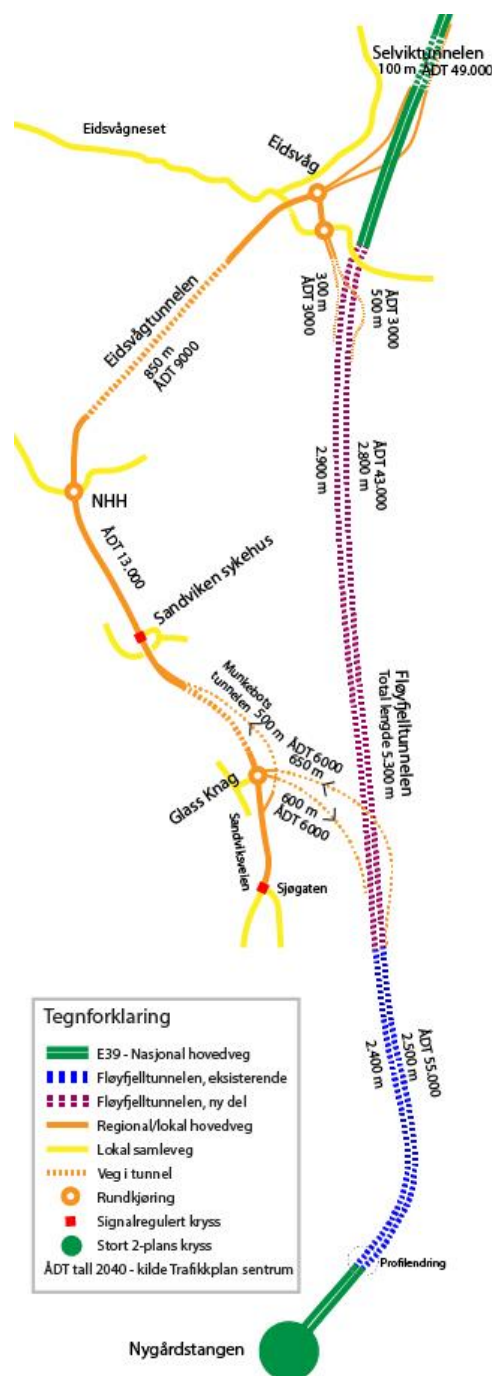
Eksisterende del av tunnelen utvides fra tunnelprofil T8 til tunnelprofil T9,5, på lik linje med forlenget Fløyfjelltunnel. Dette med unntak av de siste ca. 75-100 m i sørenden ved Nygårdstangen. Eksisterende portal i sør ved Nygårdstagen beholdes. Dette medfører at tunnelen vil ha en profilendring med overgangssone fra T9,5 til rette vegger og en total bredde på 8,5 meter.

Tunnelen som helhet, inkludert eksisterende og ny del, kategoriseres som tunnelklasse F.

Tunnelens fartsgrense er 80 km/t. Fartsgrensen i rampene er 60 km/t.

Tabell 4-1 Nøkkeltall

Nøkkeldata	Fløyfjelltunnelen
Lengde	5300 m
ÅDT (2040)	55000
Fartsgrense	80 km/t
Tungtrafikkandel	7%
Tunnelprofil hovedløp	T9,5
Tunnelprofil ramper	T7,5
Tunnelklasse	F



Figur 3 Fløyfjelltunnelen

4.1 Ventilasjon

Ventilasjonsanlegget skal dimensjoneres for en brann på 100 MW, med dimensjonerende ventilasjonshastighet på 4,5 m/s. Det tas hensyn til forventet trafikk i tunnelen ved en hendelse. For rampene kan det være krevende å dimensjonere for 100 MW, det kan derfor være aktuelt med lavere dimensjonerende branneffekt i rampene dersom det godkjennes fravik på dette.

Styring av ventilasjonsanlegget ved brann, må tilpasses hvor i tunnelsystemet det er brann. Det må etableres en egen styringsplan for impulsiftene for hvert enkelt tunnelstrek i tunnelsystemet. For tunnelsystemet må det dermed etableres 10 brannplaner. Ved oppstart av brannventilasjon må derfor brannens plassering i tunnelen være kjent, slik at riktig brannplan kan startes.

Eksisterende ventilasjonstårn i sør skal videreføres. Dette benyttes til avtrekk av forurenset luft fra sørgående løp i normal drift. For nordgående løp skal det etableres nytt ventilasjonstårn i Eidsvåg. Dette benyttes i normal drift for å begrense spredning av forurensning fra tunnelen. Ved brann stanses begge ventilasjonstårnene og røyken ventileres ut aktuelle tunnelportaler.

Ved normal drift ventileres hovedløpene med kjøreretningen. Rampene ventileres også normalt med kjøreretningen. I periodene ventilasjonstårnet i Eidsvåg er i drift, vil avkjøringsrampen i Eidsvåg bli ventilert mot kjøreretningen. Dette er ønsket for å begrense utslippet fra denne portalen. Hovedløp og ramper ventileres samme vei som trafikketningen ved brann. Ved en brann skal ventilasjonsretningen i tunnellopet uten brann snus, slik at det forhindres at det trekkes røyk inn gjennom tunnelportalene. Dette krever at viftene i parallelt løp styres, slik at det sikres at det ikke kan oppstå røyksmitte ved portaler på hovedløp eller ramper. Styring av vifter i parallelt løp legges inn som del av brannplanene og startes automatisk.

Ventilasjonsretningen for brannventilasjon ved tovegs trafikk i ett løp er lik som ved envegs trafikk i tunnellopet. På denne måten er ikke innsatsveiene avhengig av om det er tovegstrafikk i tunnelen eller ikke (røykspredningen blir den samme). Det kan vurderes om det skal legges inn en funksjon i styringssystemet som gir lavere ventilasjonshastighet ved oppstart av brannventilasjon, for å legge til rette for rømning nedstrøms brann.

4.2 Trafikktall

Trafikktall (ÅDT2040) for Fløyfjelltunnelen vist på illustrasjonen over tunnellopene i Figur 4. Tallene er hentet fra «Trafikkplan sentrum» fase 2 med bilfritt over Torget. Det forutsettes for analysen at trafikken fordeler seg likt over de to hovedløpene.



Figur 4 Trafikktall (ÅDT 2040)

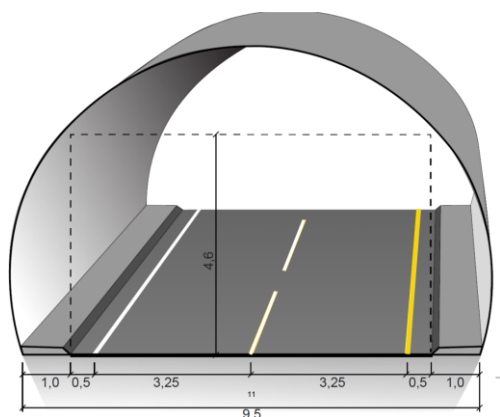
4.3 Utforming av tunnelprofil, og portaler

4.3.1 Tunnelprofil

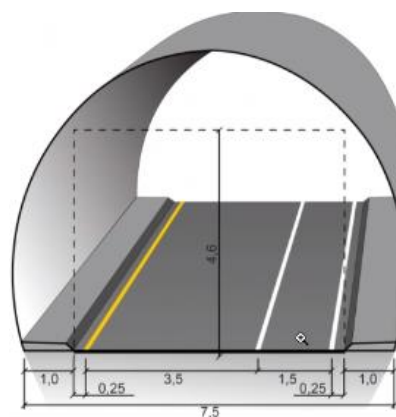
Skiltet hastighet i tunnelen er 80 km/t. Utenfor tunnelen på Nygårdstangen er skiltet hastigheten 60 km/t. Det er søkt og fått godkjent fravik på tunnelprofil, fra T10,5 med 110 km/t til T9,5 med 80 km/t.

Tunnelprofilet for hovedløpene med T9,5 tunnelprofil, er vist i Figur 5. Frihøyde i tunnel er 4,6 meter, og med minimum høyde til teknisk utrustning på 4,8 meter.

Av- og påkjøringsrampene bygges med tunnelprofil T7,5, som vist i Figur 6. Krav til havarinisjer hver 250 meter gjelder både for tunnelløp og ramper. Skiltet hastighet i rampene er 60 km/t. Kravet til nødutganger gjelder også for av- og påkjøringsrampene og det vil være tverrslag mellom rampene for rømning over til annen rampe eller hovedløp med motsatt kjøreretning. For å tilfredsstille sikt i rampene, vil det i deler av rampene gjøres siktutvidelser som gjør at tunnelprofilet vil bli bredere enn T7,5 tilsier.



Figur 5 T 9,5, tunnelprofil benyttet i hovedløpene

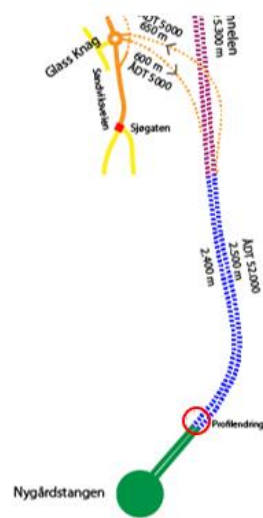


Figur 6 T7,5, tunnelprofil benyttet i rampene

I de siste 75-100 m i sørenden av tunnelen ved Nygårdstangen vil det bli en innsnevring fra T9,5 i hovedløpet, med en overgang til eksisterende portal med rette vegger og en bredde på 8,5 meter (som vist i Figur 7). Eksisterende portal er ca. 43 meter lang. Lokasjon for profilendringen er vist med rød sirkel i Figur 7. I analysene gjennomført i 2013 og 2016 var profilendringen i overgangen mellom eksisterende og forlenget del.



Figur 7 Portal Nygårdstangen



Figur 8 Lokasjon for profilendring vist med rød sirkel

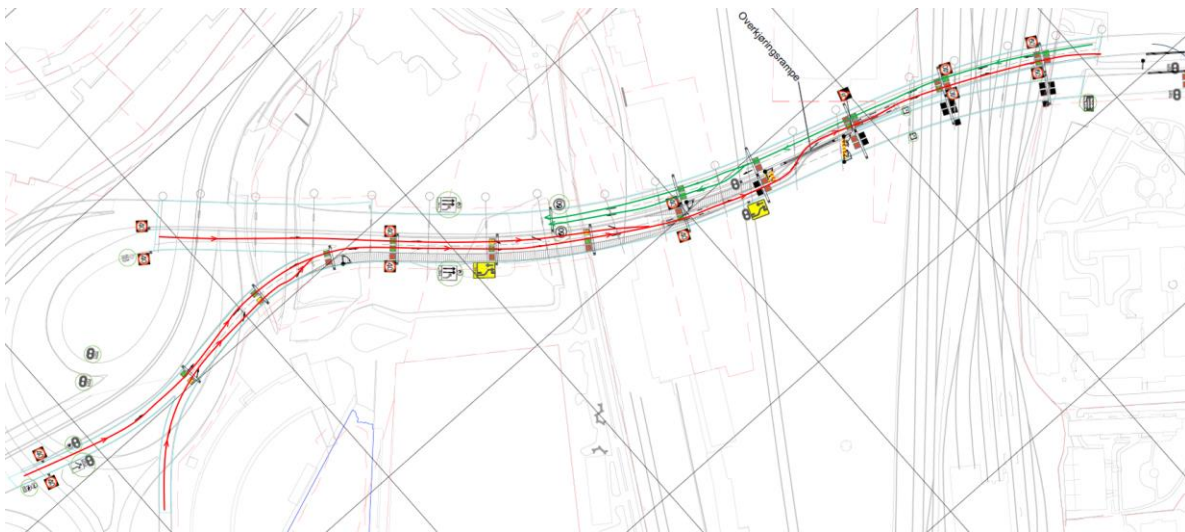
4.4 Tovegstrafikk og stengetid

For å bedre trafikkavviklingen ved planlagt tunnelarbeid, og redusere behovet for å bruke omkjøringsruten gjennom Bergen sentrum er det behov for å kunne oppgradere Fløyfjelltunnelen slik at det kan avvikles tovegstrafikk i ett løp. Hastigheten i tunnelen settes ved tovegstrafikk ned til 60 km/t.

På begge sider av tunnelen etableres det systemer/ overkjøringsrampor med bommer, variable skilt og kjørefeltsignaler for å kunne gjennomføre tovegsregulering. Disse, med prinsipp for overkjøring med stengte løp er vist i sin helhet i Vedlegg 1. Trafikken i rampene vil styres for å tilrettelegge for tovegstrafikk. Overkjøringsrampene utenfor tunnelåpningene vil også fungere som beredskapsåpning.

Prinsipp for overkjøring på Nygårdstangen med nordgående løp stengt er vist i Figur 9 og oppsummeres slik:

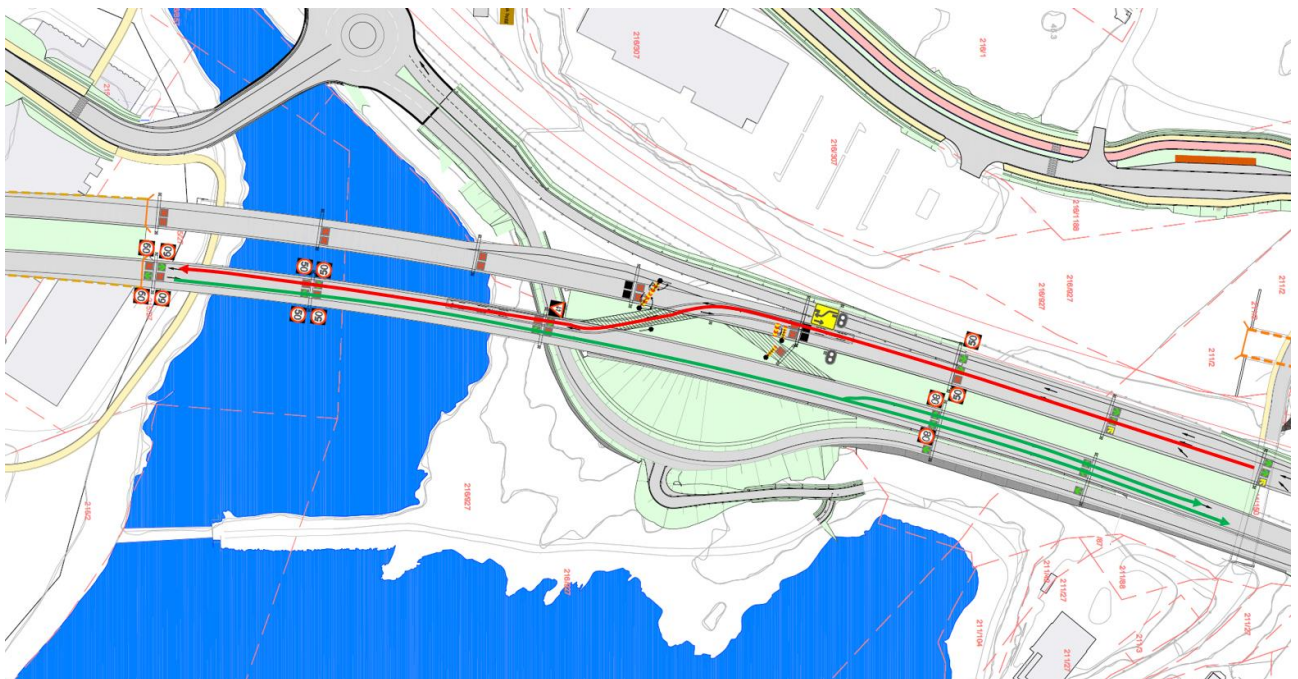
- På grunn av smal midtdeler/overkjøringsrampe settes fartsgrensen ned til 40 km/t.
- Trafikk fra vest og sør flettes sammen til ett felt
- Trafikk fra vest/sør flettes sammen med trafikk fra sentrum, i høyre kjørefelt
- Trafikk ledes over i motgående retning, med tovegstrafikk
- Overkjøringsrampe etableres på bru, om lag 180 meter fra tunnelåpning



Figur 9 Tovegsregulering på Nygårdstangen med nordlig tunneløp stengt.

I Eidsvåg er overkjøringsrampene for tovegstrafikk lagt sør for av- og påkjøringsrampene slik at disse kan benyttes med tovegstrafikk i tunnelen. Prinsipp for tovegsregulering med sørgående løp stengt er vist i Figur 10 og oppsummeres slik:

- Fartsgrensen settes ned til 50 km/t
- Nordvendte ramper i dagen til/fra Eidsvåg er åpne
- Trafikk fra nord samles i høyre kjørefelt
- Trafikk ledes over i motgående retning, med tovegstrafikk
- Overkjøringsrampe etableres før bru, om lag 200 meter fra tunnelåpning



Figur 10 Tovegsregulering i Eidsvåg med sørgående løp stengt

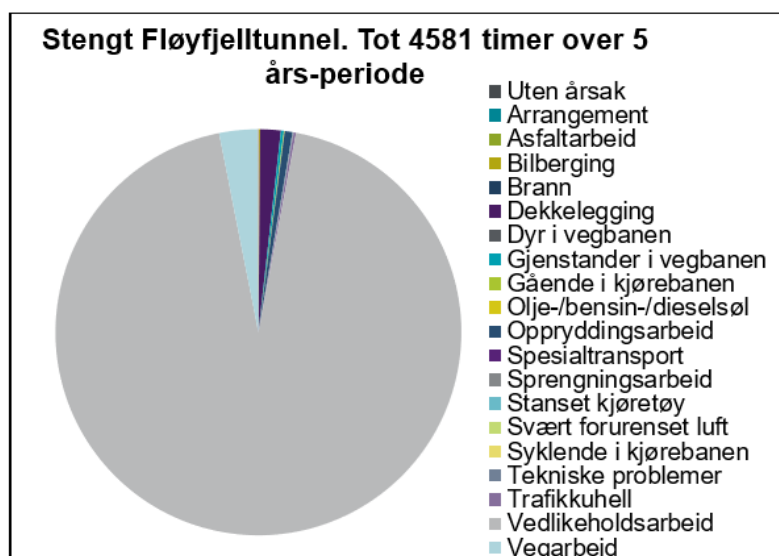
Ved tovegstrafikk i sørgående løp vil ikke avrampene i Sandviken og Eidsvåg kunne benyttes og trafikken i disse må gå via Tertneskrysset. Ved tovegstrafikk i nordgående løp vil ikke pårampene i Sandviken eller Eidsvåg kunne benyttes og trafikken i disse må gå via Tertneskrysset eller sentrum.

4.4.1 Oversikt over stengetid

Oversikt over stengetid i den eksisterende delen av Fløyfjelltunnelen i perioden 2014-2018 gir et bilde på hvor ofte tunnelen er stengt.

Stengt tunnel

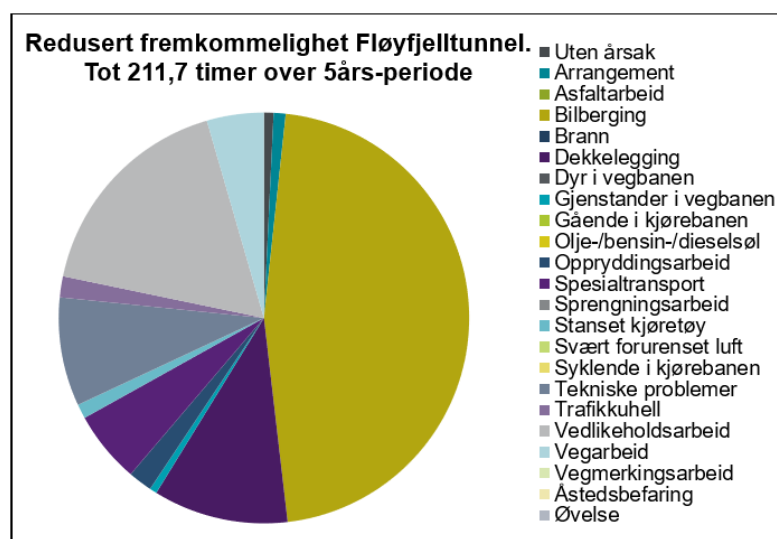
Av oversikten fra rapport i 2020 fremkommer det at eksisterende Fløyfjelltunnel har vært stengt 4581 timer i 5 års perioden 2014-2018, se Figur 11. Dette tilsvarer 77 timer stengt pr måned med i gjennomsnitt 9,22 stenginger per måned. Planlagte arbeider (vedlikehold, vegarbeid, dekkelegging og asfaltarbeider) utgjør 98,5% av denne tiden. Uforutsette hendelser som medfører stenging utgjør 1,10 time pr mnd. og 139 stenginger over 5 år.



Figur 11 Årsaker til stenging av Fløyfjelltunnelen i tidsrommet 2014-2018

Redusert fremkommelighet

Figur 12 viser antall timer med redusert fremkommelighet i tunnelen over en femårs periode (2014-2018). Det har vært redusert fremkommelighet i tunnelen i totalt 211,7 timer i denne perioden. 67% (143 timer) følge av uforutsette hendelser, der ca. halvparten av tilfellene er bilberging.



Figur 12 Årsaker til redusert fremkommelighet i Fløyfjelltunnelen i tidsrommet 2014-2018

5 Datagrunnlag

5.1 Ulykkesdata

Ulykestall for eksisterende sør- og nordgående løp er innhentet gjennom TRULS. Det er innhentet ulykestall for perioden 2011-2020 (10 år) og perioden 1998-2020 (32 år). Ulykestall er i sin helhet presentert i Vedlegg 2 og Vedlegg 3.

Skadeomfanget i perioden 2011-2020 er lettere skadde og hardt skadde. Det er i denne perioden ingen registrerte dødsfall i tunnelen. I perioden 1998-2020 er det registrert tre ulykker som har ført til dødsfall. To dødsfall som følge av utforkjøring i midtsone i nordgående løp og en utforkjøringsulykke i midtsone i sørgående løp med uklart hendelsesforløp.

Deler av Fløyfjelltunnelen er ny veistrekning, og det er derav ikke datagrunnlag for registrerte ulykker på hele tunnelstrekningen.

5.1.1 Nordgående løp

Innhentet ulykkesdata for en 10 års periode i nordgående løp av eksisterende Fløyfjelltunnelen er vist i Tabell 5-1. Antall ulykker med personskade og skadegrad er vist i tabellen. Det har totalt vært 15 registrerte ulykker med personskade i nordgående løp de siste 10 årene, hvor 12 av ulykkene har skjedd i tunnelens midtsone.

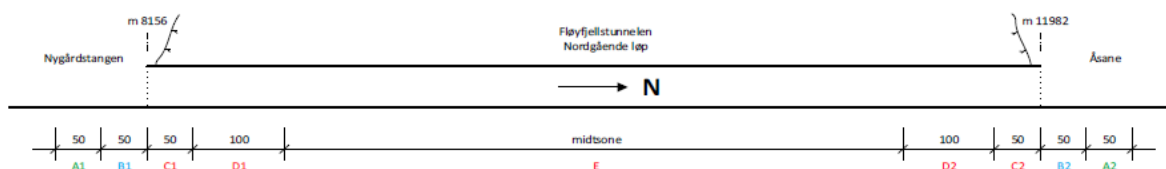
Tabell 5-1 Trafikkulykker i nordgående løp perioden 2011-2020

Trafikkulykker i perioden 2011 - 2020 (10 år)

VegKart: total lengde = 3825 m?

Fløyfjelltunnelen nordgående løp	50 - 100 m utenfor	50 m utenfor	første 50 m munning	neste 100 m tunnel	midtsone tunnel	neste 100 m tunnel	første 50 m munning	50 m utenfor	50 - 100 m utenfor	På ulykkesnivå				
Ev39 K 577D1 m -	8056 - 8106	8106 - 8156	8156 - 8206	8206 - 8306	8306 - 11832	11832 - 11932	11932 - 11982	11982 - 12032	12032 - 12082	Sum				
Sone	A1	B1	C1	D1	E	D2	C2	B2	A2	sone A	sone B	sone C-D-E	sone B+C-D-E	totalt
Antall ulykker (for kontroll)	0	1	1	0	12	0	0	1	0					
Dødsulykke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ulykke med hardt skadde (MAS + AS)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Ulykke med lettere skadde	0	1	1	0	11	0	0	1	0	0	2	12	14	14
Sum ulykker med personskade	0	1	1	0	12	0	0	1	0	0	2	13	15	15

Fløyfjelltunnelen nordgående løp	50 - 100 m utenfor	50 m utenfor	første 50 m munning	neste 100 m tunnel	midtsone tunnel	neste 100 m tunnel	første 50 m munning	50 m utenfor	50 - 100 m utenfor	På personnivå				
Ev39 K 577D1 m -	8056 - 8106	8106 - 8156	8156 - 8206	8206 - 8306	8306 - 11832	11832 - 11932	11932 - 11982	11982 - 12032	12032 - 12082	Sum				
Sone	A1	B1	C1	D1	E	D2	C2	B2	A2	sone A	sone B	sone C-D-E	sone B+C-D-E	totalt
Antall ulykker (for kontroll)	0	1	1	0	12	0	0	1	0					
Antall drept	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Antall hardt skadde (MAS + AS)	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	2
Antall lettere skadde	0	1	2	0	20	0	0	1	0	0	2	22	24	24
Sum drept og skadde	0	1	2	0	22	0	0	1	0	0	2	24	26	26



Registrerte trafikkulykker i nordgående løp de siste 10 årene fordelt på type hendelse er vist i Vedlegg 2. De vanligste ulykestypene er utforkjøring med seks hendelser og påkjøring bakfra med fire, hvorav 2 av hendelsene har oppstått i portalen og resten i midtsonen.

5.1.2 Sørgående løp

Registrerte ulykker i sørgående løp av Fløyfjelltunnelen og skadegrad er vist i Tabell 5-2. Totalt har det vært 16 ulykker med personskafe i sørgående løp over en 10 års periode fra 2011-2020, hvor 11 av ulykkene har skjedd i midtsonen.

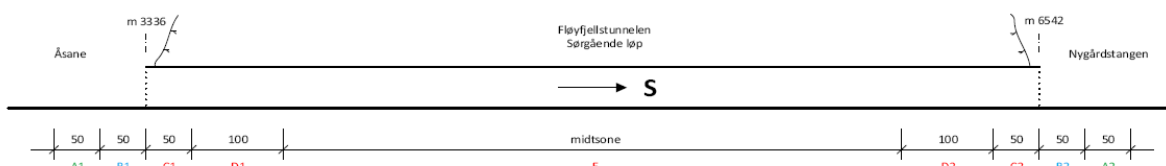
Tabell 5-2 Trafikkulykker i sørgående løp perioden 2011-2020

Trafikkulykker i perioden 2011 - 2020 (10 år)

Vegkart: total lengde = 3195 m?

Fløyfjelltunnelen sørgående løp	50 - 100 m utenfor	50 m utenfor	første 50 m munning	neste 100 m tunnel	midtsonen tunnel	neste 100 m tunnel	første 50 m munning	50 m utenfor	50 - 100 m utenfor	På ulykkesnivå			
Ev39 K 577D1 m -	3236 - 3286	3286 - 3336	3336 - 3386	3386 - 3486	3486 - 6392	6392 - 6492	6492 - 6542	6542 - 6592	6592 - 6642	Sum			
Sone	A1	B1	C1	D1	E	D2	C2	B2	A2	sone A	sone B	sone C-D-E	sone B+C-D-E totalt
Antall ulykker (for kontroll)	0	0	1	0	11	0	4	0	0				
Dødsulykke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ulykke med hardt skadde (MAS + AS)	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	2
Ulykke med lettere skadde	0	0	1	0	10	0	3	0	0	0	0	14	14
Sum ulykker med personskafe	0	0	1	0	11	0	4	0	0	0	0	16	16

Fløyfjelltunnelen sørgående løp	50 - 100 m utenfor	50 m utenfor	første 50 m munning	neste 100 m tunnel	midtsonen tunnel	neste 100 m tunnel	første 50 m munning	50 m utenfor	50 - 100 m utenfor	På personnivå			
Ev39 K 577D1 m -	3236 - 3286	3286 - 3336	3336 - 3386	3386 - 3486	3486 - 6392	6392 - 6492	6492 - 6542	6542 - 6592	6592 - 6642	Sum			
Sone	A1	B1	C1	D1	E	D2	C2	B2	A2	sone A	sone B	sone C-D-E	sone B+C-D-E totalt
Antall ulykker (for kontroll)	0	0	1	0	11	0	4	0	0				
Antall drepte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Antall hardt skadde (MAS + AS)	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	2
Antall lettere skadde	0	0	2	0	11	0	4	0	0	0	0	17	17
Sum drepte og skadde	0	0	2	0	12	0	5	0	0	0	0	19	19



Registrerte trafikkulykker i sørgående tunnellop de siste 10 årene er i Vedlegg 3 fordelt på type hendelse og hvor i tunnelen ulykkene har oppstått. Påkjøring bakfra er den hendelsen som har oppstått hyppigst de siste 10 årene. Det er totalt registrert 8 ulykker kategorisert som påkjøring bakfra. Videre har det oppstått 5 utforkjøring av enslige kjøretøy.

5.2 TUSI

TUSI 2.0 (TUnnelSIkkerhet) er en Excel-basert beregningsmodell for sannsynlighet for uønskede hendelser i tunneler. TUSI kan benyttes til statistisk risikoberegning basert på tilgjengelig statistikk om hendelser i tunneler på landsbasis og nødvendig inngangsdata om tunnelen. Inngangsdata inkluderer tunnellengde, fartsgrense, ÅDT, andel tunge kjøretøy, trafikkretning, kurvatur og stigning. Ved bruk av TUSI kan personskadeulykker, branntilløp (tunge og lette) og kjøretøystopp (tunge og lette) estimeres.

For risikovurderingen av Fløyfjelltunnelen som helhet er det gjort TUSI beregninger. Resultatet av beregningene er vist i Tabell 5-3. Det er gjort separate estimeringer for sør- og nordgående tunnellop. Det er forutsatt at trafikken er delt likt mellom de to løpene, og det er brukt en ÅDT for hele tunnellopet. I beregningene er det benyttet ÅDT (2040) estimert til 26.000 for hvert tunnellop. Dette vurderes å være en konservativ vurdering med utgangspunkt i en snitt ÅDT på 52 000, fordelt over to løp. Dette er gjort da ÅDT i tunnelen varierer mellom 43 000 og 55 000 som følge av trafikken via rampene gjør at ÅDT er høyere i enkelte deler av tunnelen, se Figur 4 i kapittel 4.2.

Tabell 5-3 TUSI-beregninger for Fløyfjelltunnelen

Type hendelse	Tunnellop			
	Sørgående		Nordgående	
	Antall hendelser per år	Tid mellom hendelser	Antall hendelser per år	Tid mellom hendelser
Kjøretøystopp u/personskade	619,5	14 timer	619,5	14 timer
Trafikkuhell m/personskade	1,4	255,5 dager	1,4	255,5 dager
Branntilløp i lett kjøretøy	0,484	2 år	0,484	2 år
Branntilløp i tungt kjøretøy	0,090	11,1 år	0,090	11,1 år

6 Risikoanalyse

6.1 Farlige forhold

Med utgangspunkt i «Veileder for risikoanalyser av vegtunneler» [4.], ble spesielle farlige forhold ved tunnelen identifisert i analysemøtet, se Tabell 6-1. Dette er videre benyttet i risikovurderingen i kap. 6.3.

Tabell 6-1 Spesielle farlige forhold identifisert i Fløyfjelltunnelen

Spesielle farlige forhold	Aktuelt	Beskrivelse
Snøfonner i/ved åpningen	Nei	Det er ikke identifisert problemer med snøfonner i/ved åpning eller inne i tunnelen.
Issvuller på bakken	Nei	Ikke identifisert kjent problematikk med issvuller på bakken. Det forutsettes tett tunnel.
Istapper/ isdannelse	Noe	Kjent problem med istapper i portalområdet. Det er etablert rutiner hvor entreprenør fjerner istapper ved behov. Portal i Eidsvåg blir ny og forutsettes tett. Problematikk er mest aktuell ved portal på Nygårdstangen. Ved portal i Eidsvåg vil vei i dagen ut fra portalen gå over bru ved Jordalsvatnet, hvor underkjøling og glatt veibane kan bli aktuell problematikk.
Duggproblemer	Nei	Ikke identifisert duggproblemer i tunnelen.
Blending ved kjøring ut av tunnel (solforhold)	Nei	Solblending er ikke identifisert som et problem ved portalene, selv om det kan forekomme.
Mangelfullt vedlikehold av tekniske systemer	Nei	Alt utstyr i tunnelen vil være nytt og det forutsettes at vedlikehold utføres tilstrekkelig.
Dårlig belysning	Nei	Forutsettes at all belysning oppgraderes iht. krav.
Forbikjøringsfelt etc.	Ja	Det er to felt i hvert tunnelløp og mulighet for forbikjøring, samt av og påkjøringsramper i Eidsvåg og Sandviken.
Kødannelse	Ja	Ved Nygårdstangen dannes det kø i rushtiden om morgenen med tilbakeblokkering i sørgående hovedløp. Noe kødannelse i forbindelse med påkjøringsrampe fra Sandviken i sørgående løp og høy trafikk fra Eidsvåg. I nordgående løp dannes det kø ved Nygårdstangen i rushtiden om ettermiddagen.
Dårlig tilgang for utrykningskjøretøy ved kødannelse	Nei	Tilkomst for utrykningskjøretøy til eksisterende tunnel ved kødannelse anses som grei. Ved ny tunnel vil tilgang for utrykningskjøretøy ved kødannelse bedres i form av flere adkomstveier gjennom av- og påkjøringsramper i Sandviken og Eidsvåg, samt et bredere tunnelprofil. Det etableres overkjøringsramper utenfor portaler ved Nygårdstangen og Eidsvåg som kan benyttes ved tovegsregulering. Overkjøringsrampene vil også kunne benyttes som beredskapsåpning.

Ulogisk beliggenhet (etter kurve)	Nei	Tunnelløp og ramper er iht. siktkrav og lengder.
Fallende gjenstander	Nei	Bergkonstruksjonen sikres i henhold til krav, og levetiden til konstruksjonen dimensjoneres for 100 år.
Påkjørsel av tunnelinstallasjoner	Nei	I eksisterende tunnel har det vært hendelser hvor større kjøretøy kjører for langt ut i kjørefelt og treffer tunnelinstallasjoner. Tunnelprofilen i ny tunnel er større, og det er vurdert som et mindre aktuelt problem.
Myke trafikanter (fotgjengere, syklist)	Nei	Det er skiltet forbud for gående og syklende i veisystemet inn mot tunnelen i begge retninger. Tunnelen er ikke å anse som en naturlig vei for myke trafikanter.
Kjent problem med oljesøl	Noe	Oljesøl forekommer i tunnelen, og kan medføre stengt tunnel eller felt til opprydding er gjennomført av entreprenør.
Høy andel tunge kjøretøy	Nei	7 % andel tunge kjøretøy. Vurdert å ikke være høy i forhold til ÅDT.
Utbredt transport av farlig gods	Nei	Som forventet for tunnelens ÅDT som hovedåre gjennom Bergen, det er ikke restriksjoner i forhold til transport av farlig gods.
Mye busstrafikk	Noe	Det kjører i dag en del busstrafikk gjennom tunnelen som forventet. Busstrafikken, ordinære bussruter og regionbusser, er vurdert at vil øke noe.
Mye motorsykeltrafikk	Nei	Motorsykeltrafikk gjennom tunnelen vurderes som normal.
Komplisert trafikkbilde (skilt etc.)	Ja	Av- og påkjøringsramper, akselerasjon- og retardasjonsfelt, påkjøringsramper utenfor nordgående tunnellop ved Nygårdstangen og Eidsvåg kompliserer trafikkbildet.
Fartsvariasjon (saktegående kjøretøy)	Nei	Fartsgrense i tunnelen er 80 km/t og 60 km/t ved av- og påkjøringsrampene i Sandviken og Eidsvåg. Utenfor portal ved Nygårdstangen er skiltet hastighet 60 km/t. Det er forbudsskilt mot saktegående kjøretøy slik som traktor og moped i tunnelen.
Gjenstander i vegbanen	Noe	Det er meldt om mistet last i tunnelen ved flere anledninger, forekomsten av dette vurderes å være som forventet for en vegstrekning med tunnelens ÅDT.
Bratt stigning	Nei	Stigning i hovedløp er under 2 %.
Mange rapporterte ulykker og nestenulykker	Ja	Eksisterende tunnel har flere registrerte ulykker, disse er presentert i kapittel 5.1. Det er gjort beregninger for ulykkesfrekvens i ny tunnel i kapittel 5.2
Ikke sambandsdekning for nødnet	Nei	Er grei sambandsdekning i eksisterende tunnel. Forutsettes at det etableres nødvendig

		infrastruktur for å opprettholde sambandsdekning i tunnelen.
PE-skum	Nei	Dekket PE-skum.
Vanninntrenging	Nei	Tunnel utformes iht. krav og det forutsettes tett konstruksjon.
Strømbrudd	Nei	Det er redundant strømforsyning i tunnelen.

6.2 Identifiserte uønskede hendelser

Med utgangspunkt i sjekklisen fra Vegvesenets veileder for risikoanalyser av vegtunneler [4.] er uønskede hendelser som kan oppstå i tunnelen identifisert. Se Tabell 6-2.

Tabell 6-2 Identifiserte uønskede hendelser

Nr	Uønsket hendelse
1	Kjøretøystans
2	Møteulykke
3	Påkjøring bakfra
4	Påkjøring av myke trafikanter
5	Utforkjøring
6	Liten brann (5 MW)
7	Stor brann (>20 MW)
8	Lekasje av farlig gods
9	Velt

6.3 Risikovurdering av uønskede hendelser

6.3.1 Kjøretøystans

Mulige årsaker til hendelsen

Årsaker til kjøretøystans kan være teknisk feil ved kjøretøyet, at kjøretøy går tom for drivstoff eller el-biler går tom for strøm etc. Andre mulige årsaker er punktering av dekk, gjenstander i veibanen eller mistet last.

Vurdering av frekvens

Kjøretøystans er et reelt og kjent problem i Fløyfjelltunnelen som hyppig oppstår. Ifølge oversikt over redusert fremkommelighet i fløyfjelltunnelen i perioden 2014-2018 utgjør bilberging en betydelig andel av ikke planlagte hendelser i tunnelen. Omkring 50 % av de uforutsette hendelsene skyldes bilberging.

TUSI-beregningene estimerer omkring 600 kjøretøystopp per år i både sør- og nordgående tunnellopp. Erfaring fra andre tunneler i Bergensområdet viser til høye tall for kjøretøystans.

Med bakgrunn i dette er det vurdert at kjøretøystans vil oppstå svært ofte.

Vurdering av konsekvens

Kjøretøystans er en hendelse som normalt sett ikke medfører personskader, men det kan oppstå følghendelser. Mulige følghendelser er påkjøring bakfra eller påkjørsel av myke trafikanter dersom personer går ut av kjøretøyet. Konsekvens av følghendelser er vurdert separat.

Fløyfjelltunnelen har havarilommer hver 250 meter. Ved kjøretøystans i hovedløpene, i en havarilomme eller på en av rampene vil VTS som følge av AID-kamera med hendelsesdetektering i tunnelen få varsel og kunne iverksette stenging ved behov. Stenging kan innebære feltstenging, stenging av en rampe eller stenging av hele tunnelløpet. Dette vurderes basert på tilgjengelig informasjon. Samtidig har VTS mulighet for innsnakk i tunnelen dersom det er behov for å opprette kontakt med kjøretøyet som har stanset.

Basert på at kjøretøystans hovedsakelig resulterer i driftsforstyrrelser, kødannelse og redusert fremkommelighet i tunnelen er konsekvens for hendelsen ikke inkludert. Det vil være følgehendelser av kjøretøystans som resulterer i konsekvenser for mennesker, dette er vurdert i påfølgende kapitler.

Risikoreduserende tiltak

- Bergingsbil med kort utrykningstid til Fløyfjelltunnelen

6.3.2 Møteulykke

Mulige årsaker til hendelsen

Normalsituasjon

Tunnelen har to løp og er envegskjørt. Dette betyr at sannsynligheten for en møteulykke er liten. En møteulykke kan oppstå som følge av at en bil har kjørt feil i av- og påkjøringsrampene ved Sandviken eller Eidsvåg. Andre årsaker kan være at en bil tar u-sving inne i tunnelen. Det er observert tilfeller i Knappetunnelen hvor bilister kjører i feil kjøreretning. At personer prøver å ta en u-sving i tunnelen vurderes som mer aktuell i sørgående løp, ettersom det ikke er avkjøringsramper i dette løpet.

Tovegsregulering

I en avvikssituasjon vil det være mulig å stenge ett tunnellop og kjøre all trafikk i samme løp. Tovegstrafikk etableres ved planlagt tunnelarbeid, typisk vedlikeholdsarbeid på nattetid. Tovegsregulering kan også være aktuelt ved større hendelser i tunnelen der oppretting og tilbakeføring til normaldrift er tidkrevende.

Årsaker til møteulykke under tovegsregulering vil være at kjøretøy kommer over i motsatt kjørefelt. Dette kan skyldes uoppmerksomhet, illebefinnende, feilplassering i vegbanen eller unnamanøvrering. Portalområdet på Nygårdstangen er mer utsatt for denne type hendelse som følge av profilendringer, som kan medføre at kjøretøyene søker vekk fra veggen og legger seg for langt inn i veibanen.

Vurdering av frekvens

Normalsituasjon

I en normal situasjon er det vurdert som svært lite sannsynlig at et kjøretøy kjører en lengre strekning i feil kjørefelt uten å bli oppdaget eller å selv oppdage feilen. Dette med bakgrunn i at tunnelen er koblet opp mot VTS og utstyrt med automatisk hendelsesdeteksjon (AID).

Det er ikke registrert møteulykke i Fløyfjelltunnelen perioden 2011-2020 (10 år) og/eller perioden 1998-2020 (32 år). Ifølge Statens vegvesens rapport om personskader i veggutunneler [6.] utgjør møteulykker 1,6 % av ulykker i toløps bytunneler.

Med bakgrunn i dette vurderes sannsynligheten til svært sjeldent, en gang per 101 til 1000 år.

Tovegsregulering

Tovegstrafikk vil i hovedsak etableres som en del av planlagt vedlikehold. Uforutsett hendelser som medfører etablering av tovegstrafikk i ett løp etter en ulykke vil kreve manuell dirigering i oppstartsfasen og vil være så tidkrevende at dette kun vil etableres ved større hendelser og vurderes å skje sjeldent. Oversikt over stengetid i Fløyfjelltunnelen, ref. kap. 4.4.1 viser at planlagt

vedlikeholdsarbeid utgjør over 98% av stengetiden i tunnelen. Dette arbeidet planlegges og tilrettelegges så langt det er mulig slik at det foregår i perioder med minst mulig trafikk, typisk nattestid og i lavsesong.

Ved etablering av tovegstrafikk i ett løp vil det være høyere sannsynlighet for møteulykker, men som følge av at omfanget av tovegstrafikk begrenses både i tid og i den grad det er mulig, til tidspunkter med begrenset trafikk på strekningen, vurderes sannsynlighet også for denne hendelsen til svært sjeldent.

Vurdering av konsekvens

Basert på erfaringsdata er det sannsynlig å overleve en frontkollisjon dersom fart er under 70 km/t og ved rett sikkerhetsutstyr [7.]. Skadeomfanget vil være redusert ved lavere hastighet.

Konsekvens som følge av møteulykke er vurdert til å kunne medføre dødsfall dersom hendelsen oppstår i en normalsituasjon når fartsgrense er 80 km/t. I avvikssituasjon med tovegstrafikk i ett løp vil fartsgrensen være 60 km/t og konsekvens vurderes til å være hardt skadd.

Vurdering av risiko forbundet med møteulykke

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)		Møteulykke avvikssituasjon	Møteulykke i normalsituasjon		
Ekstremt sjelden (sjeldnere enn hvert 1000 år)					
	Lettere skadd	Hardt skadd	1-4 drepte	5-20 drepte	Mer enn 20 drepte

Risikoreduserende tiltak

- Trekke fartsnedsettelsen inn i tunnelen før portalen og profilovergang i sørgående løp på Nygårdstangen.
- Stoppblinksignal i kombinasjon med skilt for feil kjøreretning ved rampene for å varsle feil kjøreretning i en avvikssituasjon.
- Vurdere rutiner for å stenge rampene i en avvikssituasjon

6.3.3 Påkjøring bakfra

Mulige årsaker til hendelsen

Årsaker til påkjøring bakfra kan være uoppmerksomhet eller at et kjøretøy ikke klarer å stanse for bil foran. Hendelsen oppstår oftere i forbindelse med kø og inngang-/utgangssoner. Tunnelen har noe komplisert trafikkbilde med av- og påkjøringsramper som kan gjøre det utfordrende for fører å oppfatte trafikkbildet, samtidig er kødannelse aktuelt i rushtiden.

Inn- og utkjøringssonen ved Nygårdstangen er vurdert til å være et område hvor påkjøring bakfra er mer sannsynlig. Det dannes kø i nordgående løp ved ettermiddagsrush og i sørgående løp i morgenrushet. Sørgående løp har noe kurvatur ut mot portal ved Nygårdstangen.

Ved påkjøringsrampen i Sandviken kan det oppstå noe kødannelse i sørgående løp ved fletting av trafikk fra Glass Knag og høyt trafikkvolum fra Eidsvåg, som kan føre til større sannsynlighet for at hendelsen oppstår i denne delen av tunnelen.

Vurdering av frekvens

Påkjørsel bakfra er en hendelse som oppstår noe oftere i tunneler enn på veinettet ellers [6.]. I toløps bytunneler hvor det er mye trafikk og køer i rushtiden utgjør påkjørsel bakfra 62,5 % av antall ulykker ifølge Statens vegvesens rapport om personskader i vegtunneler [6.].

Ulykkestall i perioden 2011-2020 for eksisterende Fløyfjelltunnel viser at påkjøring bakfra utgjør 26 % av ulykkene i nordgående løp og 50 % av ulykkene i sørgående løp. Hendelsen har som oftest skjedd i midtsonen, og enkelte ulykker i portalområdet.

Basert på innhentet ulykkestall fra eksisterende tunnel og TUSI-beregninger er frekvens vurdert til svært ofte. Det betyr en forventet hendelse årlig.

Vurdering av konsekvens

Ulykker hvor biler kjører i samme kjøreretning er ifølge dybdeanalyser av dødsulykker den ulykkestypen med minst drepte i trafikken (gjennomsnittlig 3 % av alle trafikkdrepte) [7.]. Påkjøring bakfra fører normalt sett ikke til alvorlige konsekvenser.

Av de registrerte ulykkene med påkjørsel bakfra de siste 10 årene i eksisterende tunnel er konsekvens lettere skadde. Basert på dette vurderes mest sannsynlige konsekvens som følge av påkjørsel bakfra å resultere i lettere skader.

Vurdering av risiko forbundet med påkjøring bakfra

Svært ofte (minst en gang per år)	Påkjøring bakfra				
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

Risikoreduserende tiltak

- Køvarsling med variable skilt og fartsreduksjon

6.3.4 Påkjøring av myke trafikanter

Mulige årsaker til hendelsen

Fløyfjelltunnelen er ikke en naturlig snarvei for myke trafikanter. Årsaker til påkjøring av myke trafikanter kan være følgehendelse etter havari, mistet last eller ulykke i tunnelen. Ved havari, mistet last eller ulykke vil personer gå ut av kjøretøyet.

Vurdering av frekvens

Tunnelen er utstyrt med automatisk hendelsesdeteksjon (AID-kamera) hvor VTS får varsel dersom det oppstår en hendelse i tunnelen som følge av stans. Det muliggjør rask iverksettelse av stenging av aktuelt felt og kan bidra til å redusere sannsynligheten for en følgehendelse med påkjørsel av myke trafikanter.

Ulykker hvor fotgjengere er involvert utgjør 0,5 % av alle ulykker i toløps bytunneler basert på rapport om trafikkulykker i vegtunneler 2 [6.]. Samtidig er det flere kjøretøystans per år i tunnelen og andre uhell som kan øke sannsynligheten for en følgehendelse med påkjørsel av trafikanter.

Ettersom tunnelen ikke anses som en naturlig snarvei for trafikanter og med bakgrunn i overnevnte vurderes sannsynligheten for påkjørsel av myke trafikanter til svært sjelden, en gang per 101 til 1000 år.

Vurdering av konsekvens

Ved en hastighet under 30 km/t er det stor sannsynlighet for at fotgjenger overlever påkjørsel [7.]. Skiltet hastighet i tunnelen både i en normalsituasjon og/eller ved tovegsregulering er høyere enn 30 km/t. Med bakgrunn i dette vurderes konsekvens ved påkjørsel av myk trafikanter å være dødsfall.

Vurdering av risiko forbundet med påkjøring av myke trafikanter

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)			Påkjørsel av myk trafikanter		
Ekstremt sjelden (sjeldnere enn hvert 1000 år)					
	Lettere skadd	Hardt skadd	1-4 drepte	5-20 drepte	Mer enn 20 drepte

Risikoreduserende tiltak

Det ble i analysemøtet ikke identifisert behov for ytterlige risikoreduserende tiltak.

6.3.5 Utforkjøring

Mulige årsaker til hendelsen

Utforkjøring i tunnelen

Denne hendelsen kan oppstå som følge av en unnamanøver, høy fart, et illebefinnende eller uoppmerksomhet. Andre årsaker er utforming og plassering av havarinisjer i tilknytning til av- og påkjøringsramper i sørgående- og nordgående løp som kan skape forvirring. Profilendringer på Nygårdstangen kan også være en årsak til utforkjøring ved innsnevring av kjørefeltet for sørgående trafikk, og under tovegsregulering. Utforkjøring kan oppstå som følge av feilplassering i kjørefelt ved endring i tverrsnitt fra stort til mindre. Samtidig er bankett mindre ved portal på Nygårdstangen, og det er mindre slingeringsrom for en unnamanøver.

Utforkjøring ved portal på Nygårdstangen

Utforming av portal på Nygårdstangen utgjør en påkjøringsfare som kan gi alvorlige konsekvenser ved utforkjøring. Årsakene til utforkjøring i dette området er likt som ellers for tunnelen.

Vurdering av frekvens

Utforkjøring i tunnelen

I eksisterende tunnel utgjør utforkjøring de siste 10 årene 40 % av ulykkene i nordgående løp og 31 % av ulykkene i sørgående løp.

Det er planlagt sinusfresing av kantlinjer i tunnelen som varsler trafikanter om man kommer utenfor kjørefeltet. Ny tunnel vil ha bredere profil, med bankett som gir mulighet for å opprette og avverge en hendelse.

Basert på ulykkesstatistikk i tunnelen, og TUSI beregninger er hendelsen vurdert til å oppstå ofte, dvs. en gang hver 2 til 10 år.

Utforkjøring ved portal på Nygårdstangen

Det er de siste 10 årene registrert to hendelser med utforkjøring i portalområdet til tunnelen.

Portal ved Nygårdstangen vil beholdes, og det vurderes at utforkjøring med bakgrunn i overnevnte vil oppstå sjeldent.

Vurdering av konsekvens

Registrerte utforkjøringer i Fløyfjelltunnelen de siste 10 årene viser til lettere skadde, med unntak av en hendelse i sørgående løp med enslig kjøretøy utenfor portal som hadde alvorlig skadegrad.

Konsekvens ved en utforkjøring kan i verstefall medføre dødsfall. De siste 32 årene har det vært to dødsulykker grunnet utforkjøring i midtsone i nordgående løp og en dødsulykke grunnet utforkjøring i midtsone i sørgående løp.

Konsekvens vurderes for angitt sannsynlighet til hardt skadd.

Utforkjøring ved portal på Nygårdstangen

Konsekvens som følge av utforkjøring ved portal er konservativt vurdert å medføre dødsfall som følge av portalens utforming.

Vurdering av risiko forbundet med utforkjøring

Svært ofte (minst en gang per år)					
Ofte (en gang per 2 til 10 år)		Utforkjøring i Fløyfjelltunnelen			
Sjelden (en gang per 11 til 100 år)			Utforkjøring ved portal på Nygårdstangen		
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

Risikoreduserende tiltak

- Trekke fartsnedsettelsen inn i tunnelen før profilendring i sørgående løp på Nygårdstangen
- Utbedre portalområdet ved Nygårdstangen
- Tydelig skilting inn mot og i avkjøring til rampene.
- Optimalisere plassering av havarilommer ved påkjøringsrampe Sandviken og avkjøringsramp Eidsvåg

6.3.6 Feltskifteulykke**Mulige årsaker til hendelsen**

Årsaker til hendelsen kan være skifte mellom felt grunnet kø, forbikjøring eller i forbindelse med av- og påkjøringsrampene. Andre årsaker til feltskifteulykke kan være ved en ulykke inne i tunnelen, objekter i vegbanen eller stanset kjøretøy som krever stenging av ett felt og/eller en sone. Det innebærer at flere kjøretøy må skifte felt.

I sonene hvor det er av- og påkjøringsramper vil det i utgangspunktet foregå mer feltskifte enn ellers i tunnelens hovedløp. Det er i tillegg havarilommer i forbindelse med av- og påkjøringsrampene. Ved stopp i havarilommen kreves det skifte av to felt for å komme ut igjen i hovedløpet. Med dette menes feltskifte fra havarilomme til akselerasjons- eller retardasjonsfeltet, og videre til hovedløpet.

Profilendringene på Nygårdstangen er en annen årsak som kan føre til at feltskifteulykker og ulykker i forbindelse med kjøring i parallelle felt. Ved endring i profil vil sjåfør trekke inn mot midten av kjørebane, og det kan oppstå situasjoner hvor man kommer delvis over i det andre feltet.

Vurdering av frekvens

I eksisterende tunnel er det registrert en feltskifteulykke og tre ulykker under hendelsen «kjøring i parallelle kjørefelt» i perioden 2011-2020 for nordgående løp som resulterte i personskader. I samme periode er det registrert to feltskifteulykker i sørgående løp. I oppgradert tunnel vil tunnelprofilen være bredere som vurderes å bidra positivt for hendelsen.

VTS vil ved stanset kjøretøy i et kjørefelt eller i havarilommene, stenge tunnelen til situasjonen er avklart før en eventuelt åpner ett kjørefelt for trafikk. Dette vil kunne være med å redusere sannsynligheten for feltskifteulykker i forbindelse med utkjøring fra havarilommene ved av- og påkjøringsrampene.

Det er vurdert at feltskifteulykke vil skje ofte.

Vurdering av konsekvens

Feltskifteulykkene som er registrert i nord- og sørgående løp i perioden 2011-2020 har resultert i lettere skadde og to av ulykkene med kjøring i parallelle kjørefelt førte til alvorlig skade i denne perioden.

Konsekvensen er konservativt vurdert til hardt skadd.

Vurdering av risiko forbundet med feltskifteulykke

Svært ofte (minst en gang per år)					
Ofte (en gang per 2 til 10 år)		Feltskifteulykke			
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

Risikoreduserende tiltak

- Trekke fartsnedsettelsen inn i tunnelen før innsnevring i portalen i sørgående løp på Nygårdstangen.

6.3.7 Liten brann (5 MW)**Mulige årsaker til hendelsen**

Årsaker til liten brann oppstår kan være varmegang i bremses, tekniske feil på kjøretøy etc. Andre årsaker kan være som et resultat av en ulykke inne i tunnelen. Et branntilløp er ikke gitt å eskalere til brann, og de kjørende og/-eller brannvesenet vil i de fleste tilfeller klare å avverge utvikling av branntilløp til en større hendelse.

Vurdering av frekvens

Brann utgjør en liten andel ulykker i tunneler. I analysen av trafikkulykker i vegtunneler på riksvegnettet for perioden 2001-2006 utgjorde brann og branntilløp under 1% av alle hendelsene [6.]. TUSI-beregninger estimerer branntilløp i lette kjøretøy hvert 2.år for begge løp.

Basert på frekvens for tilløp til brann er det vurdert at en mindre brann vil oppstå en gang hvert 2 til 10 år.

Vurdering av konsekvens

Fløyfjelltunnelen dimensjoneres for å håndtere en 100 MW brann. Med AID vil hendelsen detekteres raskt og VTS vil stenge begge tunnellopene. Tunnelen er med nødutganger hver 250. meter med rømning over til røykfritt løp, rømningsbelysning, havarilommer og røykventilasjon godt tilrettelagt for selvberging. Kjøretøy som har passert brannstedet vil ha mulighet til å kjøre ut av tunnelen med røyken i ryggen. Kjøretøy i tunnelen på vei inn mot ulykkesstedet vil få frisk luft ventilert i ryggen, og vil også kunne ta seg over til motsatt tunnellop via nødutgangene, eller rampene.

Konsekvens ved liten brann er vurdert til å kunne medføre lettere skadde.

Vurdering av risiko forbundet med liten brann

Svært ofte (minst en gang per år)					
Ofte (en gang per 2 til 10 år)	Liten brann (5 MW)				
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

Risikoreduserende tiltak

Det er ikke identifisert behov for ytterlige risikoreduserende tiltak.

6.3.8 Stor brann (>20 MW)**Mulige årsaker til hendelsen**

Årsaker til stor brann kan være tekniske problemer, varmegang i bremsere etc. Andre årsaker kan være kollisjon eller ulykke som medfører brann.

Vurdering av frekvens

Brann utgjør en liten andel ulykker i tunneler. I analysen av trafikkulykker i vegtunneler på riksvegnettet for perioden 2001-2006 utgjorde brann og branntilløp under 1% av alle hendelsene [6.]. TUSI-beregninger estimerer branntilløp i tunge kjøretøy hvert 11.år.

Det er ikke gitt at et branntilløp og/eller en mindre brann eskalerer til en stor brann. Større kjøretøy har blant annet krav til å medbringe slukkeutstyr, og i de fleste tilfeller klarer sjåfør selv å slukke brannen.

Sannsynligheten for en stor brann i Fløyfjelltunnelen er vurdert til å oppstå svært sjelden, dvs. en gang per 101 til 1000 år.

Vurdering av konsekvens

En hendelse med brann over 20 MW er en farlig situasjon som potensielt kan medføre store konsekvenser. Dette til tross for sikkerhetstiltak- og utrustning iht. gjeldende krav.

Ved en stor brann vil det oppstå røykutvikling som etter kort tid vil gi redusert sikt. Dette kan gjøre det vanskelig for personer inne i tunnelen å orientere seg. Røykmengde, siktforhold og temperatur er avhengig av hva som brenner og vil variere med brannutvikling, intensitet og den naturlige ventilasjonen i det aktuelle tunnellopet.

I vegtunneler er det selvredningsprinsippet som gjelder. Det vil være nødutganger hver 250 meter i ny Fløyfjelltunnel som legger til rette for selvredning via tverrforbindelse over i motsatt tunnellop. Det er planlagt rømning bak vegg ved en nødutgang via av- og påkjøringsrampene i Eidsvåg, og mulighet for rømning fra ramper i Sandviken over i eksisterende nordgående løp. I tillegg er det rømningsvei ut portalene og rømningslys i tunnelen.

AID og hendelsesdetektering vil gjøre det mulig å raskt detektere hendelsen, og dens lokasjon. Ved en brann vil begge løp stenges av VTS.

Ventilasjonen dimensjoneres for å håndtere en 100 MW brann. Ved en brann vil ventilasjonsretning være samme vei som trafikkretningen. Kjøretøy på vei inn i tunnelen, mot en eventuell brann, vil befinne seg i et røykfritt område. Personer vil kunne ta seg ut til fots via nødutgangene over i det andre tunneløpet. Kjøretøy som har passert brannstedet vil være i et røykutsatt området, men med mulighet for å kjøre ut av tunnelen.

Brannvesenet har kort utrykningstid og flere adkomstveier. Overkjøringsrampen utenfor portaler kan benyttes som beredskapsåpning, og vil gi nødetatene slik som brannvesenet ekstra adkomstvei. Det er slokkevann med trykksatt løsning gjennom hele tunnelen, og brannvesenet forsynes med brannvann fra Eidsvåg og Nygårdstangen.

Til tross for at tunnel utstyres med sikkerhetstiltak- og utrustning iht. til krav kan en stor brann potensielt få store konsekvenser. Mest sannsynlige konsekvens ved en stor brann er konservativt vurdert å være hardt skadd, men det er allikevel valgt å sette konsekvensen til 1-4 drepte for å ta høyde for storulykkepotensialet en brann utgjør.

Vurdering av risiko forbundet med stor brann

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 (>20M MW)		
Ekstremt sjelden (sjeldnere enn hvert 1000 år)					
	Lettere skadd	Hardt skadd	1-4 drepte	5-20 drepte	Mer enn 20 drepte

Risikoreduserende tiltak

Det er ikke identifisert behov for ytterlige risikoreduserende tiltak.

6.3.9 Lekkasje av farlig gods

Mulige årsaker til hendelsen

Årsaker til hendelsen kan være som et resultat av en ulykke hvor tankbil med drivstoff eller annet farlig gods er involvert. At beholdere med farlig gods går lekk/får sprekker kan være andre årsaker.

Vurdering av frekvens

Andelen kjøretøy med farlig gods er som forventet på en hovedåre gjennom Bergen. Samtidig er kjøretøy for transport av farlig gods underlagt strenge krav.

Det vurderes at lekkasje av farlig gods vil skje svært sjeldent.

Vurdering av konsekvens

Konsekvens som følge av lekkasje av farlig gods vil være avhengig av type farlig gods og mengden.

Det forutsettes at ny Fløyfjelltunnel vil være iht. gjeldende krav om system for oppsamling av brannfarlige og giftige væsker. Med utgangspunkt i dette vurderes konsekvens av en lekkasje av farlig gods til å kunne medføre hardt skadde.

Vurdering av risiko forbundet med 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

Risikoreduserende tiltak

Det er ikke identifisert behov for ytterlige risikoreduserende tiltak.

6.3.10 Velt**Mulige årsaker til hendelsen**

Velt kan oppstå som følge av sleng på kjøretøyet ved høy fart kombinert med kurvatur. Andre årsaker kan være dekkeksplasjon, brå unnamanøver og/eller at kjøretøy kommer borti hverandre. I tillegg kan velt oppstå som en følgehendelse av utforkjøring.

Vurdering av frekvens

Kurvatur i ny tunnel vil bli bedre enn dagens tunnel. Sannsynligheten for velt vurderes til sjelden.

Vurdering av konsekvens

Ved velt vil konsekvens være avhengig av type kjøretøy som har veltet. En buss eller kjøretøy med farlig gods har potensial for å forårsake større konsekvenser. Dette blant annet som følge av flere passasjerer i en buss, hvor potensielt ikke alle passasjerer benytter sikkerhetsbelte. Kjøretøy med farlig gods kan medføre en følgehendelse hvor det oppstår lekkasje.

Mest sannsynlig konsekvens som følge av velt vurderes å være hardt skadd. Dette med tanke på at det forventes at sjåfør og passasjerer i bil benytter sikkerhetsbelte.

Vurdering av risiko forbundet med velt

Svært ofte (minst en gang per år)					
Ofte (en gang per 2 til 10 år)					
Sjelden (en gang per 11 til 100 år)		Velt			
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

Risikoreduserende tiltak

Det er ikke identifisert behov for ytterlige risikoreduserende tiltak for hendelsen velt.

6.4 Spesielle/andre risikoforhold i ny Fløyfjelltunnel

6.4.1 Beredskapsåpning

I analysemøtet ble løsningen der overkjøringsrampene utenfor tunnelåpningene også vil fungere som beredskapsåpning vurdert. Løsningen er vurdert tilstrekkelig og det ble ikke identifisert at dette vil medføre risiko.

6.5 Risikobildet for uønskede hendelser

Risikovurderingen gir et bilde av at tunnelen har moderat risiko. Dette vurderes hovedsakelig å være en følge av tunnelen har et høyt trafikkarbeid, da den er en lang byttunnel med mye trafikk. Vurderingen er i hovedsak basert på tunnelens særtrekk, registrerte ulykker, TUSI-beregninger og innspill fra deltakerne under analysemøtet. Alle de identifiserte uønskede hendelsene er i oransje/gul sone. Se Figur 13.

Svært ofte (minst en gang per år)	Påkjøring bakfra				
Ofte (en gang per 2 til 10 år)	Liten brann (5MW)	Utforkjøring i Fløyfjelltunnelen Feltskifteulykke			
Sjelden (en gang per 11 til 100 år)		Velt	Utforkjøring ved portal på Nygårdstangen		
Svært sjelden (en gang per 101 til 1000 år)		Møteulykke ved tovegsregulering Lekkasje av farlig gods	Møteulykke i normalsituasjon Påkjøring av myke trafikanter Stor brann (>20 MW)		
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
---	---------------------------------	---	------------------------	---	-------------------------	---	---------------------

Figur 13 Risikobildet for uønskede hendelser

6.6 Risikoreduserende tiltak

Foreslåtte risikoreduserende tiltak for tunnelen er oppsummert i Tabell 6-3.

Tabell 6-3 Oppsummering og vurdering av foreslåtte risikoreduserende tiltak

ID	Tiltak	Vurdering
1	Trekke fartsnedsettelsen inn i tunnelen før profilendringen og portalen i sørgående løp på Nygårdstangen	Hastighet i dagen på Nygårdstangen er lavere enn i tunnelen. Ved å skilte denne hastighetsnedsettelsen inne i tunnelen før profilendringen og portal på Nygårdstangen i sørgående løp vil dette bidra til økt oppmerksomhet om innsnevringen i overgang mellom profiler og forsiktighet ved utkjøring ved tovegstrafikk i ett løp til koblingsstrekningen utenfor portal. Tiltaket vil være sannsynlighets- og konsekvensreduserende for både hendelsene utforkjøring, feltskifte ved profilovergangen og for møteulykke ved tovegstrafikk i ett løp. Tiltaket har lav kostnad og anbefales på bakgrunn av dette implementert.
2	Stopppblinksignal i kombinasjon med skilt for feil kjøreretning ved rampene	Stoppsignal i kombinasjon med skilt for feil kjøreretning ved rampene vil ved tovegstrafikk i ett løp kunne redusere sannsynligheten for at det oppstår forvirring knyttet trafikketretning på av- og påkjøringsrampene. Tiltaket vil redusere sannsynligheten for at bilister tar av i rampene mot kjøreretningen i en avvikssituasjon med tovegstrafikk. Det kan også vurderes rutiner for stenging av rampene i en avvikssituasjon. Tiltaket anbefales implementert.
3	Køvarsling med variable skilt	System for kø-deteksjon og varsling via variable skilt i tunnelen. Varsling av kø vil kunne bidra til fartsreduksjon og økt oppmerksomhet for saktegående trafikk og/eller stopp. Det oppstår kødannelse i Fløyfjelltunnelen i rushtiden om morgenen og ettermiddagen. For sørgående trafikk varsles det om kø ut mot Nygårdstangen og ved påkjøringsrampen fra Sandviken. Det bør også vurderes om det er aktuelt at det varsles om kø inn mot portal på Nygårdstangen for nordgående trafikk. Tiltaket vil ha mest effekt i sørgående løp som er mest utsatt for kø. Tiltaket vil kunne være sannsynlighets- og konsekvensreduserende for påkjøring bakfra. Tiltaket anbefales implementert.
4	Utbedre portalområdet ved Nygårdstangen	Portalene på Nygårdstangen utgjør i dag en påkjørselfare. Det bør etableres føringskanter/rekkverk på både innsiden og utsiden av begge portalene for å hindre påkjøring av selve portalene. Tiltaket vil være sannsynlighets- og konsekvensreduserende for en påkjørsel som følge av en utforkjøring.

		Tiltaket anbefales implementert.
5	Tydelig skilting inn mot og i avkjøring til rampe	Skilt inn mot og i avkjøring til ramper vil kunne tydeliggjøre hvilke kjørefelt som leder til rampe slik at det ikke oppstår forvirring. Bruk av skilt inn mot og i avkjøring til rampene vil være sannsynlighetsreduserende for utforkjøring i havarilomme i forbindelse med rampene. Tiltaket anbefales implementert.
6	Optimalisere plassering av havarilommer ved påkjøringsrampe Sandviken og avkjøringsramp Eidsvåg	Optimalisering av plassering og geometri av havarilomme ved påkjøringsrampe fra Eidsvåg og avkjøringsrampe til Sandviken vil kunne bidra til mindre forvirring og at bilister svinger ut i havarinisje istedenfor rampe. Det bør vurderes om havarilomme i sørgående løp i forbindelse med påkjøringsrampe fra Eidsvåg eksempelvis kan flyttes lengre bak slik at den ikke kommer i konflikt med akselerasjonsfeltet. Dette vil muligens også gjøre at havarilommen inngår i samme trafikkplan som rampen. Optimalisere linjeføring for havarilommen ved avkjøringsrampene slik at føringen av denne ikke leder videre inn til havarilommen. Tiltaket vil redusere muligheten for utforkjøring i havarilommen ved rampen. Mulig plassering av havarilommer må vurderes nærmere. Tiltaket anbefales implementert.
7	Bergingsbil med kort utrykningstid til Fløyfjelltunnelen	Ved stanset kjøretøy eller andre ulykker i tunnelen vil bergingsbil med kort utrykningstid til tunnelen muliggjøre raskere berging og fjerning av kjøretøy som medfører delvis stengt tunnel eller helt stengt tunnel. Det vil samtidig kunne redusere antall timer tunnelen er stengt som følge av en ulykke. Tiltaket vil i størst grad bidra å redusere nedetid og begrenset kapasitet i tunnelen. Og vil redusere behovet for å føre trafikken gjennom sentrum. Kostnad av tiltaket er ikke kjent og tiltaket anbefales på bakgrunn av dette vurdert videre i et kost-nytte perspektiv.

6.7 Konklusjon og anbefalinger

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

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

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

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

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

For Fløyfjelltunnelen er følgende tiltak anbefalt:

- Utvidelse av fartsgrensesone i sørgående løp til innenfor portal på Nygårdstangen
- Stoppblinksignal i kombinasjon med skilt for feil kjøreretning ved rampene ved tovegstrafikk
- Kødetecktering og -varsling med variable skilt
- Utbedre portalområdet ved Nygårdstangen
- Tydelig skilting inn mot og i avkjøring til rampe
- Optimalisere plassering av havarilommer ved påkjøringsrampe Sandviken og avkjøringsramp Eidsvåg
- Bergingsbil med kort utrykningstid til tunnelen anbefales vurdert

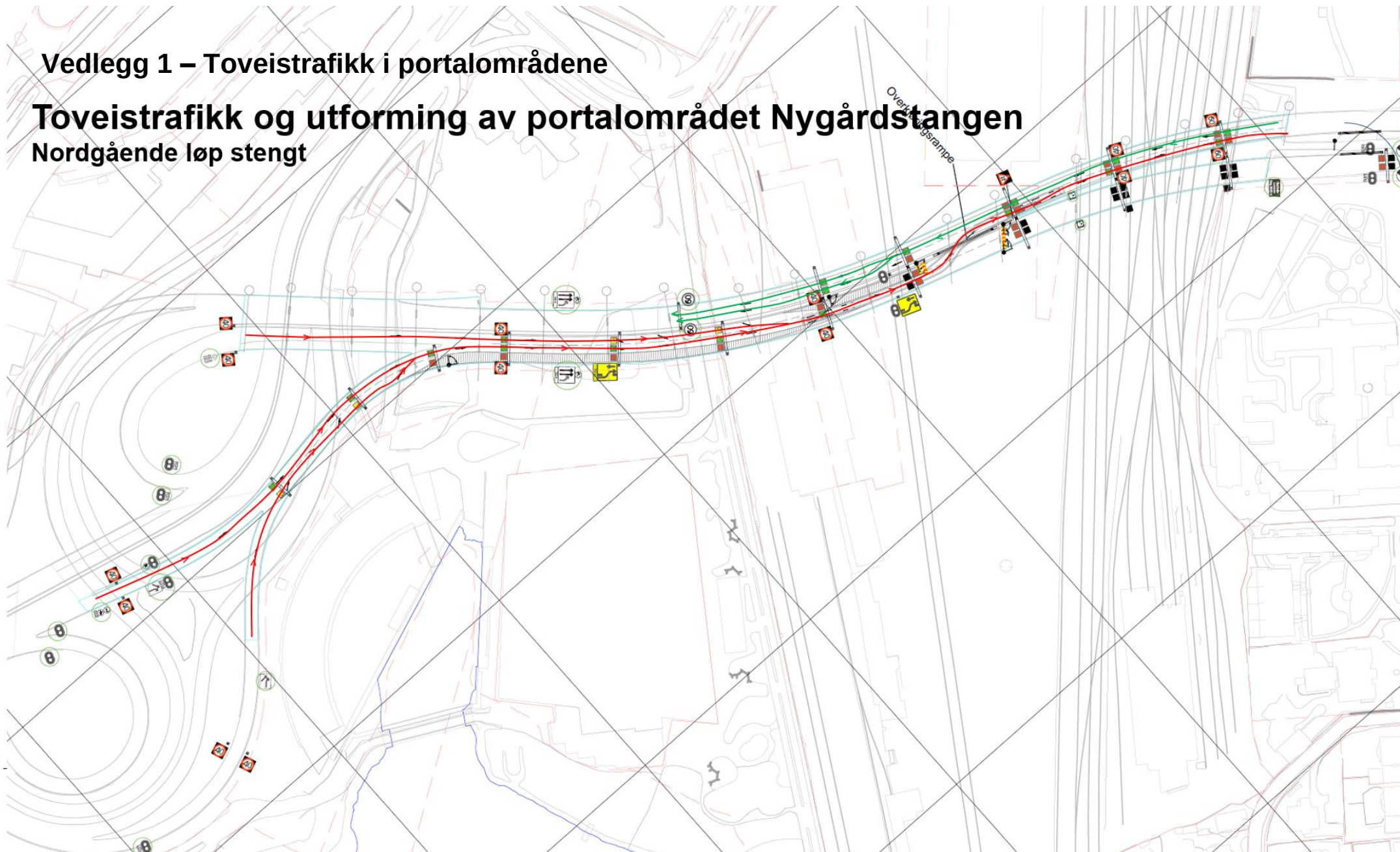
7 Referanser

- [1.] Risikovurdering av nytt vegsystem med forlenget Fløyfjellstunnel (alternativ 3B), rev. 01, datert 07.10.2013, Norconsult.
- [2.] Risikoanalyse av endringene i Fløyfjelltunnelen rev 02D, datert 2020-05-08, Norconsult
- [3.] Risikoanalyse E39- Fløyfjelltunnelen, utg.1, datert 30.11.2016, Asplan Viak
- [4.] Veileder for risikoanalyser av vegtunneler (revidert), oktober 2007, Statens vegvesen
- [5.] Håndbok 271 Veileder til Risikovurderinger i vegtrafikken, februar 2007, Statens vegvesen
- [6.] Trafikkulykker i vegtunneler 2, en analyse av trafikkulykker i vegtunneler på riksvegnettet for perioden 2001-2006, datert 18.12.2008, Trafikksikkerhetsseksjonen.
- [7.] Dybdeanalyse av dødsulykker i vegtrafikken 2020, Rapport Nr. 725, juli 2021, Statens vegvesen.
- [8.] Kartlegging av kjøretøybranner i norske vegtunneler 2008-2015, datert 2016, Transportøkonomisk institutt.

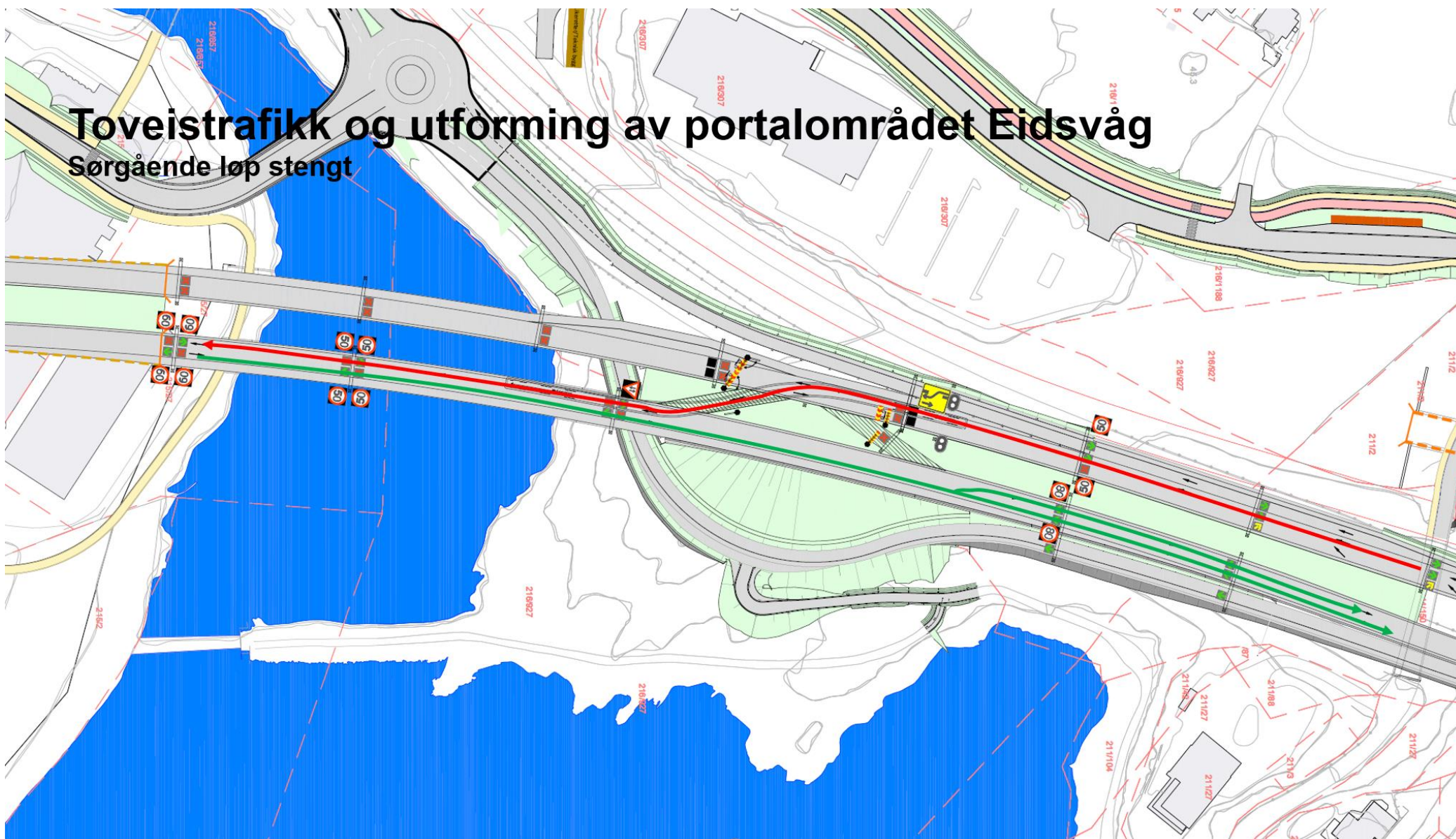
Vedlegg 1 – Toveistrafikk i portalområdene

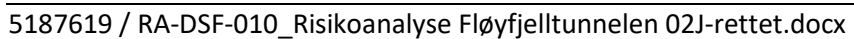
Toveistrafikk og utforming av portalområdet Nygårdstangen

Nordgående løp stengt



Toveistrafikk og utforming av portalområdet Eidsvåg





Vedlegg 2 – Ulykkesstatistikk Nordgående løp

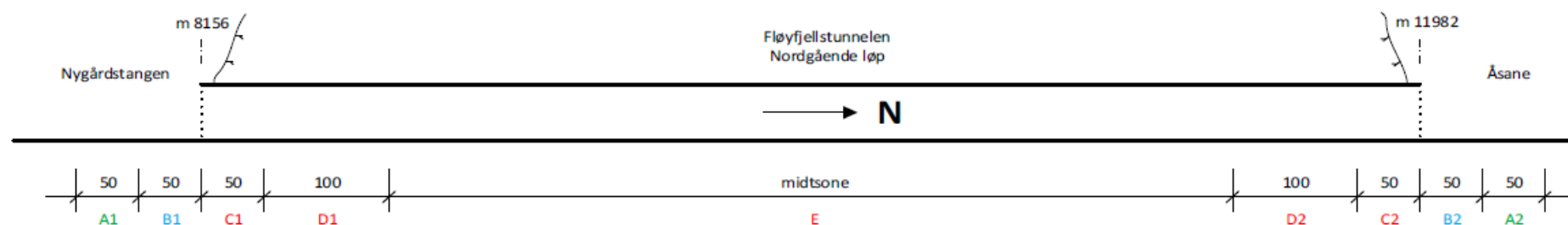
Nordgående løp Skadegrad (10)

Trafikkulykker i perioden 2011 - 2020 (10 år)

VegKart: total lengde = 3825 m?

Fløyfjellstunnelen nordgående løp	50 - 100 m utenfor	50 m utenfor	første 50 m munning	neste 100 m tunnel	midtsone tunnel	neste 100 m tunnel	første 50 m munning	50 m utenfor	50 - 100 m utenfor	På ulykkesnivå				
Ev39 K S77D1 m -	8056 - 8106	8106 - 8156	8156 - 8206	8206 - 8306	8306 - 11832	11832 - 11932	11932 - 11982	11982 - 12032	12032 - 12082	Sum				
Sone	A1	B1	C1	D1	E	D2	C2	B2	A2	sone A	sone B	sone C-D-E	sone B+C-D-E	totalt
Antall ulykker (for kontroll)	0	1	1	0	12	0	0	1	0					
Dødsulykke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ulykke med hardt skadde (MAS + AS)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Ulykke med lettere skadde	0	1	1	0	11	0	0	1	0	0	2	12	14	14
Sum ulykker med personskade	0	1	1	0	12	0	0	1	0	0	2	13	15	15

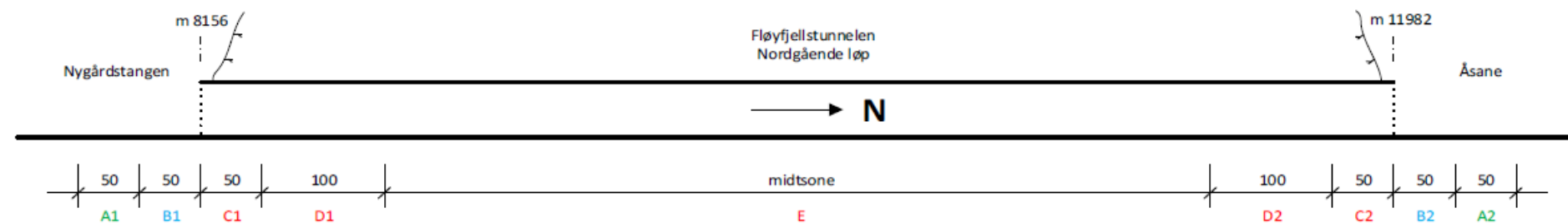
Fløyfjellstunnelen nordgående løp	50 - 100 m utenfor	50 m utenfor	første 50 m munning	neste 100 m tunnel	midtsone tunnel	neste 100 m tunnel	første 50 m munning	50 m utenfor	50 - 100 m utenfor	På personnivå				
Ev39 K S77D1 m -	8056 - 8106	8106 - 8156	8156 - 8206	8206 - 8306	8306 - 11832	11832 - 11932	11932 - 11982	11982 - 12032	12032 - 12082	Sum				
Sone	A1	B1	C1	D1	E	D2	C2	B2	A2	sone A	sone B	sone C-D-E	sone B+C-D-E	totalt
Antall ulykker (for kontroll)	0	1	1	0	12	0	0	1	0					
Antall drepte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Antall hardt skadde (MAS + AS)	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	2
Antall lettere skadde	0	1	2	0	20	0	0	1	0	0	2	22	24	24
Sum drepte og skadde	0	1	2	0	22	0	0	1	0	0	2	24	26	26



Trafikkulykker i perioden 2011 - 2020 (10 år)

VegKart: total lengde = 3825 m?

Fløyfjellstunnelen nordgående løp	50 - 100 m utenfor	50 m utenfor	første 50 m munning	neste 100 m tunnel	midtsone tunnel	neste 100 m tunnel	første 50 m munning	50 m utenfor	50 - 100 m utenfor	På ulykkesnivå				
Ev39 K 577D1 m -	8056 - 8106	8106 - 8156	8156 - 8206	8206 - 8306	8306 - 11832	11832 - 11932	11932 - 11982	11982 - 12032	12032 - 12082	Sum				
Sone	A1	B1	C1	D1	E	D2	C2	B2	A2	sone A	sone B	sone C-D-E	sone B+C-D-E	totalt
Antall ulykker (for kontroll)	0	1	1	0	12	0	0	1	0					
3 - Enslig kjøretøy veltet i kjørebane										0	0	0	0	0
5 - Påkjøring av parkert kjøretøy på venstre side										0	0	0	0	0
9 - Ulykke med uklart forløp eller ingen bestemt kode										0	0	0	0	0
10 - Forbikjøring								1		0	1	0	1	1
11 - Skifte av felt til venstre										0	0	0	0	0
12 - Skifte av felt til høyre					1					0	0	1	1	1
13 - Kjøring i parallelle kjørefelter forøvrig					3					0	0	3	3	3
14 - Påkjøring bakfra		1			3					0	1	3	4	4
17 - Påkjøring av forankjørende ved skifte av felt til høyre										0	0	0	0	0
19 - Ulykke med uklart forløp mellom kjøretøy med samme kjøretretning										0	0	0	0	0
84 - Fotgjenger stod stille eller oppholdt seg forøvrig i kjørebane										0	0	0	0	0
90 - Enslig kjøretøy kjørte utenfor på høyre side på rett vegstrekning			1							0	0	1	1	1
91 - Enslig kjøretøy kjørte utenfor på venstre side på rett vegstrekning					4					0	0	4	4	4
92 - Enslig kjøretøy kjørte utenfor på venstre side i høyrekurve										0	0	0	0	0
93 - Enslig kjøretøy kjørte utenfor på høyre side i høyrekurve										0	0	0	0	0
94 - Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side i venstrekurve										0	0	0	0	0
95 - Enslig kjøretøy kjørte utfor på venstre side i venstrekurve										0	0	0	0	0
99 - Ulykke med uklart forløp hvor enslig kjøretøy kjørte utfor vegen					1					0	0	1	1	1
Sum ulykker med personskade	0	1	1	0	12	0	0	1	0	0	2	13	15	15

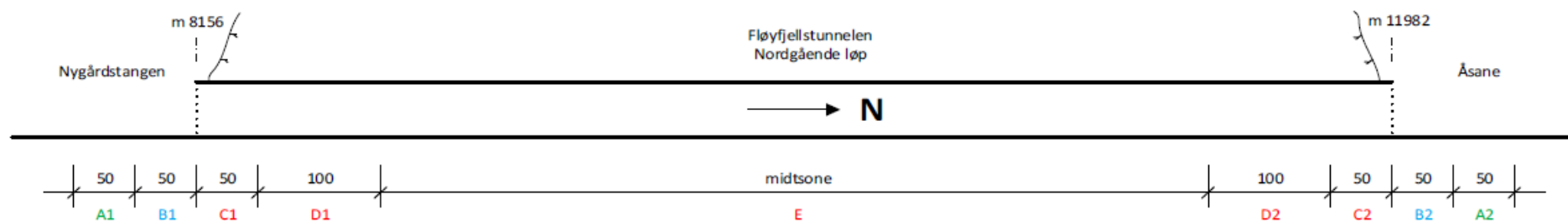


Trafikkulykker i perioden 1989 - 2020 (32 år)

VegKart: total lengde = 3825 m?

Fløyfjellstunnelen nordgående løp	50 - 100 m utenfor	50 m utenfor	første 50 m munning	neste 100 m tunnel	midtsone tunnel	neste 100 m tunnel	første 50 m munning	50 m utenfor	50 - 100 m utenfor	På ulykkesnivå				
Ev39 K S77D1 m -	8056 - 8106	8106 - 8156	8156 - 8206	8206 - 8306	8306 - 11832	11832 - 11932	11932 - 11982	11982 - 12032	12032 - 12082	Sum				
Sone	A1	B1	C1	D1	E	D2	C2	B2	A2	sone A	sone B	sone C-D-E	sone B+C-D-E	totalt
Antall ulykker (for kontroll)	2	2	1	4	48	2	1	1	1					
Dødsulykke	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	2
Ulykke med hardt skadde (MAS + AS)	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5	5	5
Ulykke med lettere skadde	2	2	1	4	41	2	1	1	1	3	3	49	52	55
Sum ulykker med personskade	2	2	1	4	48	2	1	1	1	3	3	56	59	62

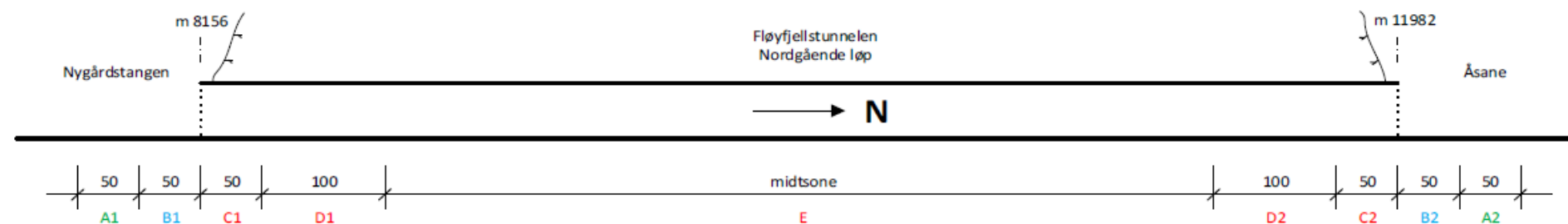
Fløyfjellstunnelen nordgående løp	50 - 100 m utenfor	50 m utenfor	første 50 m munning	neste 100 m tunnel	midtsone tunnel	neste 100 m tunnel	første 50 m munning	50 m utenfor	50 - 100 m utenfor	På personnivå				
Ev39 K S77D1 m -	8056 - 8106	8106 - 8156	8156 - 8206	8206 - 8306	8306 - 11832	11832 - 11932	11932 - 11982	11982 - 12032	12032 - 12082	Sum				
Sone	A1	B1	C1	D1	E	D2	C2	B2	A2	sone A	sone B	sone C-D-E	sone B+C-D-E	totalt
Antall ulykker (for kontroll)	2	2	1	4	48	2	1	1	1					
Antall drepte	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	2
Antall hardt skadde (MAS + AS)	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	7	7	7
Antall lettere skadde	2	2	2	6	63	2	3	1	1	3	3	76	79	82
Sum drepte og skadde	2	2	2	6	72	2	3	1	1	3	3	85	88	91



Trafikkulykker i perioden 1989 - 2020 (32 år)

VegKart: total lengde = 3825 m?

Fløyfjellstunnelen nordgående løp	50 - 100 m utenfor	50 m utenfor	første 50 m munning	neste 100 m tunnel	midtsone tunnel	neste 100 m tunnel	første 50 m munning	50 m utenfor	50 - 100 m utenfor	På ulykkesnivå				
Ev39 K S77D1 m -	8056 - 8106	8106 - 8156	8156 - 8206	8206 - 8306	8306 - 11832	11832 - 11932	11932 - 11982	11982 - 12032	12032 - 12082	Sum				
Sone	A1	B1	C1	D1	E	D2	C2	B2	A2	sone A	sone B	sone C-D-E	sone B+C-D-E	totalt
Antall ulykker (for kontroll)	2	2	1	4	48	2	1	1	1					
3 - Enslig kjøretøy veltet i kjørebane										0	0	0	0	0
5 - Påkjøring av parkert kjøretøy på venstre side		1								0	1	0	1	1
9 - Ulykke med uklart forløp eller ingen bestemt kode					1					0	0	1	1	1
10 - Forbikjøring								1		0	1	0	1	1
11 - Skifte av felt til venstre										0	0	0	0	0
12 - Skifte av felt til høyre				1	5		1			0	0	7	7	7
13 - Kjøring i parallelle kjørefelter forøvrig					3					0	0	3	3	3
14 - Påkjøring bakfra	1	1		3	15	1			1	2	1	19	20	22
17 - Påkjøring av forankjørende ved skifte av felt til høyre					1					0	0	1	1	1
19 - Ulykke med uklart forløp mellom kjøretøy med samme kjøreretning					2					0	0	2	2	2
84 - Fotgjenger stod stille eller oppholdt seg forøvrig i kjørebane					1					0	0	1	1	1
90 - Enslig kjøretøy kjørte utenfor på høyre side på rett vegstrekning	1		1		3					1	0	4	4	5
91 - Enslig kjøretøy kjørte utenfor på venstre side på rett vegstrekning					12					0	0	12	12	12
92 - Enslig kjøretøy kjørte utenfor på venstre side i høyrekurve					1					0	0	1	1	1
93 - Enslig kjøretøy kjørte utenfor på høyre side i høyrekurve										0	0	0	0	0
94 - Enslig kjøretøy kjørte utenfor på høyre side i venstrekurve					1					0	0	1	1	1
95 - Enslig kjøretøy kjørte utenfor på venstre side i venstrekurve					1					0	0	1	1	1
99 - Ulykke med uklart forløp hvor enslig kjøretøy kjørte utenfor vegen					2	1				0	0	3	3	3
Sum ulykker med personskade	2	2	1	4	48	2	1	1	1	3	3	56	59	62



Vedlegg 3 – Ulykkesstatistikk Sørgående løp

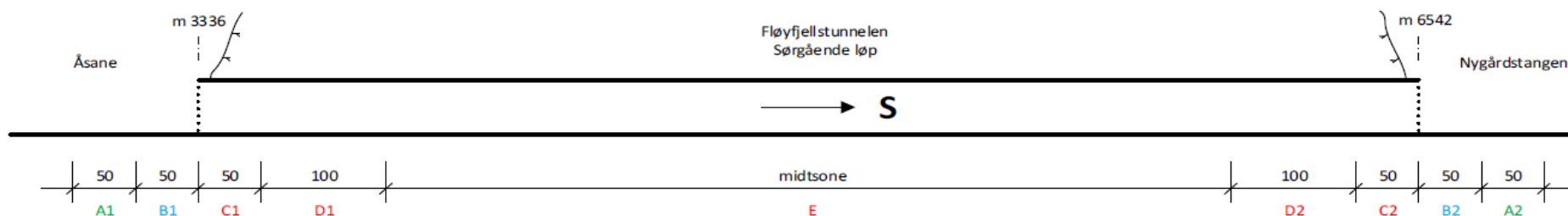
Sørgående løp Skadegrad (10)

Trafikkulykker i perioden 2011 - 2020 (10 år)

VegKart: total lengde = 3195 m?

Fløyfjellstunnelen sørgående løp	50 - 100 m utenfor	50 m utenfor	første 50 m munning	neste 100 m tunnel	midtsone tunnel	neste 100 m tunnel	første 50 m munning	50 m utenfor	50 - 100 m utenfor	På ulykkesnivå				
Ev39 K S77D1 m -	3236 - 3286	3286 - 3336	3336 - 3386	3386 - 3486	3486 - 6392	6392 - 6492	6492 - 6542	6542 - 6592	6592 - 6642	Sum				
Sone	A1	B1	C1	D1	E	D2	C2	B2	A2	sone A	sone B	sone C-D-E	sone B+ C-D-E	totalt
Antall ulykker (for kontroll)	0	0	1	0	11	0	4	0	0					
Dødsulykke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ulykke med hardt skadde (MAS + AS)	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	2	2
Ulykke med lettere skadde	0	0	1	0	10	0	3	0	0	0	0	14	14	14
Sum ulykker med personskaide	0	0	1	0	11	0	4	0	0	0	0	16	16	16

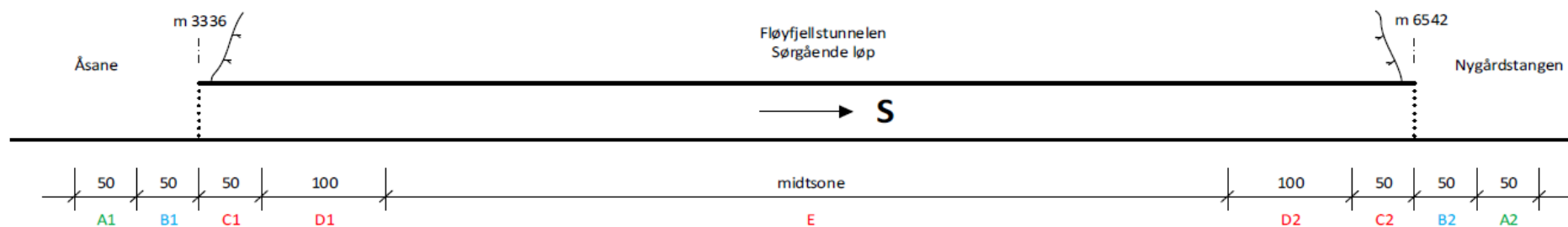
Fløyfjellstunnelen sørgående løp	50 - 100 m utenfor	50 m utenfor	første 50 m munning	neste 100 m tunnel	midtsone tunnel	neste 100 m tunnel	første 50 m munning	50 m utenfor	50 - 100 m utenfor	På personnivå				
Ev39 K S77D1 m -	3236 - 3286	3286 - 3336	3336 - 3386	3386 - 3486	3486 - 6392	6392 - 6492	6492 - 6542	6542 - 6592	6592 - 6642	Sum				
Sone	A1	B1	C1	D1	E	D2	C2	B2	A2	sone A	sone B	sone C-D-E	sone B+ C-D-E	totalt
Antall ulykker (for kontroll)	0	0	1	0	11	0	4	0	0					
Antall drepte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Antall hardt skadde (MAS + AS)	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	2	2
Antall lettere skadde	0	0	2	0	11	0	4	0	0	0	0	17	17	17
Sum drepte og skadde	0	0	2	0	12	0	5	0	0	0	0	19	19	19



Trafikkulykker i perioden 2011 - 2020 (10 år)

VegKart: total lengde = 3195 m?

Fløyfjellstunnelen sørgående løp	50 - 100 m utenfor	50 m utenfor	første 50 m munning	neste 100 m tunnel	midtsone tunnel	neste 100 m tunnel	første 50 m munning	50 m utenfor	50 - 100 m utenfor	På ulykkesnivå				
Ev39 K S77D1 m -	3236 - 3286	3286 - 3336	3336 - 3386	3386 - 3486	3486 - 6392	6392 - 6492	6492 - 6542	6542 - 6592	6592 - 6642	Sum				
Sone	A1	B1	C1	D1	E	D2	C2	B2	A2	sone A	sone B	sone C-D-E	sone B+C-D-E	totalt
Antall ulykker (for kontroll)	0	0	1	0	11	0	4	0	0					
3 - Enslig kjøretøy veltet i kjørebane										0	0	0	0	0
5 - Påkjøring av parkert kjøretøy på venstre side										0	0	0	0	0
9 - Ulykke med uklart forløp eller ingen bestemt kode										0	0	0	0	0
10 - Forbikjøring										0	0	0	0	0
11 - Skifte av felt til venstre										0	0	0	0	0
12 - Skifte av felt til høyre					2					0	0	2	2	2
13 - Kjøring i parallelle kjørefelter forøvrig										0	0	0	0	0
14 - Påkjøring bakfra			1		4		3			0	0	8	8	8
17 - Påkjøring av forankjørende ved skifte av felt til høyre					1					0	0	1	1	1
19 - Ulykke med uklart forløp mellom kjøretøy med samme kjøreretning										0	0	0	0	0
84 - Fotgjenger stod stille eller oppholdt seg forøvrig i kjørebane										0	0	0	0	0
90 - Enslig kjøretøy kjørte utenfor på høyre side på rett vegstreking										0	0	0	0	0
91 - Enslig kjøretøy kjørte utenfor på venstre side på rett vegstreking					2		1			0	0	3	3	3
92 - Enslig kjøretøy kjørte utenfor på venstre side i høyrekurve					2					0	0	2	2	2
93 - Enslig kjøretøy kjørte utenfor på høyre side i høyrekurve										0	0	0	0	0
94 - Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side i venstrekurve										0	0	0	0	0
95 - Enslig kjøretøy kjørte utfor på venstre side i venstrekurve										0	0	0	0	0
99 - Ulykke med uklart forløp hvor enslig kjøretøy kjørte utfor vegen										0	0	0	0	0
Sum ulykker med personskaade	0	0	1	0	11	0	4	0	0	0	0	16	16	16

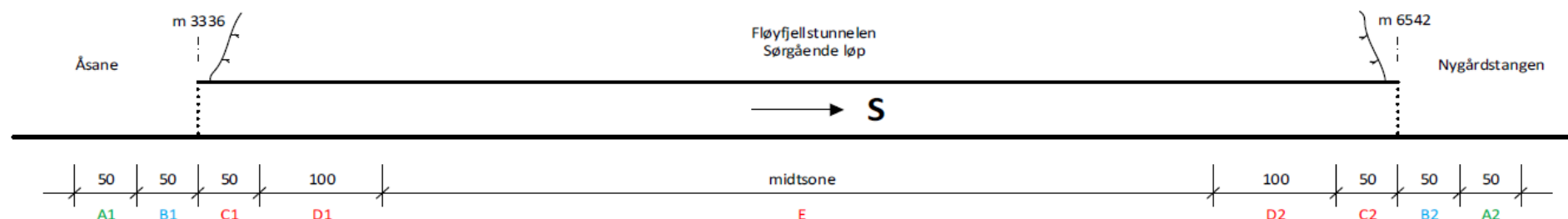


Trafikkulykker i perioden 1989 - 2020 (32 år)

VegKart: total lengde = 3195 m?

Fløyfjellstunnelen sørgående løp	50 - 100 m utenfor	50 m utenfor	første 50 m munning	neste 100 m tunnel	midtsone tunnel	neste 100 m tunnel	første 50 m munning	50 m utenfor	50 - 100 m utenfor	På ulykkesnivå				
Ev39 K S77D1 m -	3236 - 3286	3286 - 3336	3336 - 3386	3386 - 3486	3486 - 6392	6392 - 6492	6492 - 6542	6542 - 6592	6592 - 6642	Sum				
Sone	A1	B1	C1	D1	E	D2	C2	B2	A2	sone A	sone B	sone C-D-E	sone B+C-D-E	totalt
Antall ulykker (for kontroll)	2	3	3	3	32	5	6	4	1					
Dødsulykke	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Ulykke med hardt skadde (MAS + AS)	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	4	4	4
Ulykke med lettere skadde	2	3	3	3	28	5	5	4	1	3	7	44	51	54
Sum ulykker med personskaade	2	3	3	3	32	5	6	4	1	3	7	49	56	59

Fløyfjellstunnelen sørgående løp	50 - 100 m utenfor	50 m utenfor	første 50 m munning	neste 100 m tunnel	midtsone tunnel	neste 100 m tunnel	første 50 m munning	50 m utenfor	50 - 100 m utenfor	På personnivå				
Ev39 K S77D1 m -	3236 - 3286	3286 - 3336	3336 - 3386	3386 - 3486	3486 - 6392	6392 - 6492	6492 - 6542	6542 - 6592	6592 - 6642	Sum				
Sone	A1	B1	C1	D1	E	D2	C2	B2	A2	sone A	sone B	sone C-D-E	sone B+C-D-E	totalt
Antall ulykker (for kontroll)	2	3	3	3	32	5	6	4	1					
Antall drepte	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Antall hardt skadde (MAS + AS)	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	4	4	4
Antall lettere skadde	2	3	8	6	37	9	7	4	1	3	7	67	74	77
Sum drepte og skadde	2	3	8	6	41	9	8	4	1	3	7	72	79	82



Trafikkulykker i perioden 1989 - 2020 (32 år)

VegKart: total lengde = 3195 m?

Fløyfjellstunnelen sørgående løp	50 - 100 m utenfor	50 m utenfor	første 50 m munning	neste 100 m tunnel	midtsone tunnel	neste 100 m tunnel	første 50 m munning	50 m utenfor	50 - 100 m utenfor	På ulykkesnivå				
Ev39 K 577D1 m -	3236 - 3286	3286 - 3336	3336 - 3386	3386 - 3486	3486 - 6392	6392 - 6492	6492 - 6542	6542 - 6592	6592 - 6642	Sum				
Sone	A1	B1	C1	D1	E	D2	C2	B2	A2	sone A	sone B	sone C-D-E	sone B+C-D-E	totalt
Antall ulykker (for kontroll)	2	3	3	3	32	5	6	4	1					
3 - Enslig kjøretøy veltet i kjørebanelen					1					0	0	1	1	1
5 - Påkjøring av parkert kjøretøy på venstre side										0	0	0	0	0
9 - Ulykke med uklart forløp eller ingen bestemt kode		1		1	2					0	1	3	4	4
10 - Forbikjøring										0	0	0	0	0
11 - Skifte av felt til venstre	1							1		1	1	0	1	2
12 - Skifte av felt til høyre					4	1				0	0	5	5	5
13 - Kjøring i parallelle kjørefelter forøvrig					1			1		0	1	1	2	2
14 - Påkjøring bakfra		1	2	1	10	2	4	1		0	2	19	21	21
17 - Påkjøring av forankjørende ved skifte av felt til høyre			1		1					0	0	2	2	2
19 - Ulykke med uklart forløp mellom kjøretøy med samme kjøreretning										0	0	0	0	0
84 - Fotgjenger stod stille eller oppholdt seg forøvrig i kjørebanelen										0	0	0	0	0
90 - Enslig kjøretøy kjørte utenfor på høyre side på rett vegstrekning					2					0	0	2	2	2
91 - Enslig kjøretøy kjørte utenfor på venstre side på rett vegstrekning				1	4		2			0	0	7	7	7
92 - Enslig kjøretøy kjørte utenfor på venstre side i høyrecurve					5	2				0	0	7	7	7
93 - Enslig kjøretøy kjørte utenfor på høyre side i høyrecurve	1							1	1	2	1	0	1	3
94 - Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side i venstrecurve										0	0	0	0	0
95 - Enslig kjøretøy kjørte utfor på venstre side i venstrecurve										0	0	0	0	0
99 - Ulykke med uklart forløp hvor enslig kjøretøy kjørte utfor vegen		1			2					0	1	2	3	3
Sum ulykker med personskade	2	3	3	3	32	5	6	4	1	3	7	49	56	59

