

Bare Beregnet til
Statens vegvesen Region vest

Dokument type
Rapport

Dato
2010-03-02

RAPPORT

E16 NÆRØYDALEN – RISIKOVURDERING AV ALTERNATIVE LØSNINGER FOR OPPGRADERING AV SIVLE-/ STALHEIMSTUNNELEN



E16 NÆRØYDALEN – RISIKOVURDERING AV ALTERNATIVE LØSNINGER FOR OPPGRADERING AV SIVLE-/ STALHEIMSTUNNELEN

Revisjon **00**
Dato **2010-03-02**
Utført av **Grete Kirkeberg Mørk**
Kontrollert av **Linn Gulbrandsen**
Godkjent av **Tore Askeland**
Beskrivelse **Rapport fra risikovurdering av ulike tiltak for oppgradering
av Sivle-/Stalheimstunnelene i E16 Nærøydalen, som
beslutningsgrunnlaget for valg av løsning.**

Vår ref. 2100030

Rambøll
Torgeir Vraas plass 4
Pb 2394 Strømsø
NO-3003 DRAMMEN
T +47 32 25 45 00
F +47 32 25 45 01
www.ramboll.no

SAMMENDRAG

Rambøll Norge AS har fått i oppdrag av Statens vegvesen region vest å gjennomføre en risikovurdering av alternative løsninger for oppgradering av Sivle- / Stalheimstunnelen i E16 Nærøydalen. E16 er en del av stamvegnettet i Norge og inngår i TERN-vegnettet. I løpet av det siste året har det gått tre steinras i samme område i Nærøydalen, og det kan ikke utelukkes nye ras. Det er også rasfare mellom Sivletunnelen og Stalheimstunnelen, i tillegg til at det er områder på veg i dagen som skaper problemer for trafikantene.

Som en del av Statens vegvesens beslutningsgrunnlag for valg av løsning, er det gjennomført en grov risikovurdering av følgende utvalgte alternativer:

- E1 – Dagens situasjon
- E2/K1 – Oppgradert og sammenhengende tunnel Sivle-Stalheim, tunnel Hylland bru – Glashammar bru (K1)
- L1 – Lang tunnel Hylland – Sleen
- N3/K1 – Tunnel Glashammaren – Sleen (N3), tunnel Hylland bru – Glashammar bru (K1)

Risikovurderingen skal avklare risiko for de ulike alternativene, med fokus på sammenligning av alternativene med hensyn på;

- Fremtidig trafikantsikkerhet etter ferdigstilt alternativ
- Sikkerhet for arbeidere og trafikanter i en anleggsfase

Det er utarbeidet et risikobilde for hvert alternativ, slik at alternativene er sammenlignbare og at de på en god måte kan understøtte en beslutningsprosess. Risikovurderingene av hvert alternativ er presentert i avsnittene 5, 6, 7, og 8.

Resultatet fra risikovurderingen viser et noe varierende risikonivå for de alternative løsningene for Nærøydalen. En oppsummering av vurderingene for hvert alternativ er gitt i avsnitt 9.

Alternativ L1 er totalt sett vurdert til å være det beste alternativet i forhold til fremtidig trafikantsikkerhet, og anleggsfasen vil også i veldig liten grad påvirke trafikantene. Selve tunnelene K1 og N3 i alternativ N3/K1 er vurdert å ha samme risikonivå som tunnelen L1. Den korte strekningen mellom tunnelene K1 og N3 vil derimot inkludere tre bruer, kryssløsning og avkjørsler, og vil være en utfordring både i normal drift og i anleggsperioden.

På bakgrunn av resultatene fra risikovurderingen, rangeres alternativene som følger i forhold til sikkerhet for trafikanter og anleggsarbeidere. Det sikreste alternativet er rangert først:

1. L1 – Lang tunnel Hylland - Sleen
2. N3/K1 – Tunnel Glashammaren – Sleen (N3), tunnel Hylland bru – Glashammar bru (K1)
3. E2/K1 – Oppgradert og sammenhengende tunnel Sivle-Stalheim, tunnel Hylland bru – Glashammar bru (K1)
4. E1 – Dagens veg

For alle alternativer med anleggsfase, forutsettes det at sikkerhet for arbeiderne ivaretas gjennom HMS-rutiner og sikker jobb analyser.

INNHOOLD

SAMMENDRAG	3
1. INNLEDNING	6
1.1 Bakgrunn og mål.....	6
1.2 Organisering av arbeidet.....	6
1.3 Forutsetninger og antagelser.....	7
1.4 Fremgangsmåte og metode.....	7
1.5 Vurderingskriterier grovanalyse – risikomatrise.....	7
1.6 Forkortelser.....	8
2. BESKRIVELSE AV ALTERNATIVE LØSNINGER	9
2.1 Generelt.....	9
2.2 Tunnelklasse for eksisterende og nye tunneler.....	11
2.3 Sikkerhetsparametre tunneler.....	12
2.4 Sikkerhetstiltak og –utrustning i tunneler.....	14
3. ULYKKESDATA	17
3.1 TUSI-beregninger for tunnelene.....	17
3.2 Registrerte trafikkulykker og andre hendelser.....	18
3.3 Ulykkesstatistikk veg i dagen.....	19
4. IDENTIFIKASJON AV UØNSKEDE HENDELSER	21
5. VURDERING AV E1 – DAGENS SITUASJON	23
5.1 Trafikantsikkerhet normal drift.....	23
5.2 Sikkerhet i anleggsfase.....	24
6. VURDERING AV E2/K1	25
6.1 Trafikantsikkerhet normal drift.....	25
6.2 Sikkerhet i anleggsfase.....	26
7. VURDERING AV L1	28
7.1 Trafikantsikkerhet normal drift.....	28
7.2 Sikkerhet i anleggsfase.....	29
8. VURDERING AV N3/K1	30
8.1 Trafikantsikkerhet normal drift.....	30
8.2 Sikkerhet i anleggsfase.....	31
9. OPPSUMMERING OG KONKLUSJON	33
9.1 Oppsummering.....	33
9.2 Konklusjon.....	35
10. REFERANSER	36
VEDLEGG 1 TUSI-BEREGNINGER	37

VEDLEGG 2 KART44
VEDLEGG 3 – 6 DETALJERT ANALYSEINFORMASJON46

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn og mål

Rambøll Norge AS har fått i oppdrag av Statens vegvesen region vest å gjennomføre en risikovurdering av alternative løsninger for oppgradering av Sivle- / Stalheimstunnelen i E16 Nærøydalen. E16 er en del av stamvegnettet i Norge og inngår i TERN-vegnettet. I løpet av det siste året har det gått tre steinras i samme område i Nærøydalen, og det kan ikke utelukkes nye ras. Det er også rasfare mellom Sivletunnelen og Stalheimstunnelen, i tillegg til at det er områder på veg i dagen som skaper problemer for trafikantene.

Som en del av Statens vegvesens beslutningsgrunnlag for valg av løsning, er det gjennomført en grov risikovurdering av noen utvalgte alternativer. Målet med utredningen er å avklare hvilke løsninger som Statens vegvesen på kort og lang sikt skal arbeide videre med. Risikovurderingen skal avklare risiko tilknyttet de ulike alternativene, med fokus på sammenligning av alternativene med hensyn på;

- Fremtidig trafikantsikkerhet etter ferdigstilt alternativ
- Sikkerhet for arbeidere og trafikanter i en anleggsfase

Følgende alternative løsninger inngår i risikovurderingen:

- E1 – Dagens situasjon
- E2/K1 – Oppgradert og sammenhengende tunnel Sivle-Stalheim, tunnel Hylland bru – Glashammar bru (K1)
- L1 – Lang tunnel Hylland – Sleen
- N3/K1 – Tunnel Glashammaren – Sleen (N3), tunnel Hylland bru – Glashammar bru (K1)

Det er utarbeidet et risikobilde for hvert alternativ slik at alternativene er sammenlignbare, og at de på en god måte kan understøtte en beslutningsprosess. De ulike alternativene er nærmere beskrevet i kapittel 2.

1.2 Organisering av arbeidet

Risikovurderingen er planlagt, ledet og dokumentert av Rambøll Norge AS, Risk Management. Det er avholdt et oppstarts-/ avklaringsmøte med Statens vegvesen per telefon mandag 25.1.2010. Fra Statens vegvesen deltok Gunnar Søderholm og Gunn-Mari Ødegård, mens Grete Kirkeberg Mørk og Linn Gulbrandsen stilte fra Rambøll. I tillegg er det gjennomført et arbeidsmøte med aktuelle aktører onsdag 3.2.2010 hos Statens vegvesen i Leikanger. Følgende personer deltok på arbeidsmøtet:

Tabell 1 Deltakere risikomøte 3.2.2010

Navn	Firma, rolle/stilling
Gunnar Søderholm	Statens vegvesen; planprosjektleder
Frode Vagstad	Statens vegvesen; veg- og tunnelplanlegger
Gunn-Mari Ødegård	Statens vegvesen; fagansvarleg veg og tunnel
Svein Helge Frækaland	Statens vegvesen; geolog
Helge Giljarlius	Statens vegvesen; byggeleder, anleggskompetanse
Gunnar Lotsberg	Statens vegvesen; tunnelplanlegger
Hans Olav Hellesø	Statens vegvesen; trafikksikkerhet
Per Ove Fossheim	Statens vegvesen; oppfølging rassikring i Nærøydalen
Kathrine Løno Lahlum	Statens vegvesen; beredskapsplaner Sivle og Stalheimstunnelen
Frode Lykkebø	Statens vegvesen; prosjektleder tunnel
Kjell Fester	Politiet
Per Anders Øren	NLF, leder Sogn og Fjordane

Navn	Firma, rolle/stilling
Lars Tore Rogne	NLF, leder Voss
David Schjerven	Brannsjef
Grete Kirkeberg Mørk	Rambøll Norge AS, Risk Management; prosessleder og fagansvarlig risikovurdering
Linn Gulbrandsen	Rambøll Norge AS, Risk Management; medarbeider risikovurdering

Analyse og rapport er utarbeidet av Risk Management, Rambøll Norge AS.

1.3 Forutsetninger og antagelser

Oppdraget er begrenset til å vurdere risiko tilknyttet de ulike alternativene på strekningen Hylland – Sleen.

Arbeidet forutsetter at de opplysningene som er innhentet fra gitte kilder er korrekte. Oppdragets ramme innebærer at det ikke er mulighet til å verifisere denne informasjonen.

1.4 Fremgangsmåte og metode

Rambølls metodikk for risikovurderinger er i samsvar med Håndbok 271 "Risikovurderinger i vegtrafikken" og "Veileder for risikoanalyser av vegtunneler". Denne metoden er også i henhold til NS 5814. Arbeidsmetoden foregår i 5 trinn:

- Beskrive analyseobjektet, formål og vurderingskriterier
- Identifisere sikkerhetsproblemer og uønskede hendelser
- Vurdere risiko
- Foreslå tiltak
- Dokumentere arbeidet

For vurdering og sammenligning av de alternative løsningene, er det gjort en systematisk gjennomgang av hvert alternativ. Følgende informasjon er utarbeidet:

- Hvor uønskede hendelser kan inntreffe.
- Beskrivelse av årsaker til hendelsene.
- Planlagte/ eksisterende risikoreduserende tiltak.
- Valgt sannsynlighet og konsekvens.

For hvert alternativ er deretter all informasjon sammenstilt til et helhetlig risikobilde vedrørende sikkerhet for trafikanter og arbeidere.

1.5 Vurderingskriterier grovanalyse – risikomatrixe

Risiko er definert som en funksjon av sannsynlighet og konsekvens. Alle identifiserte hendelser gis en sannsynlighet, samt en konsekvens. I denne vurderingen er hendelser konsekvensvurdert i forhold til liv & helse.

På bakgrunn av gitt sannsynlighet og konsekvens presenteres hver hendelse i en risikomatrixe. Risikomatrixe benyttes som et presentasjonsverktøy for å illustrere og rangere hendelsene slik at de ulike alternativene kan sammenlignes. Risikomatrixen som er benyttet i denne analysen er basert på Statens vegvesen "Veileder for risikoanalyser av vegtunneler", ref /3/, men tilpasset denne vurderingen.

Følgende inndeling i sannsynlighet og konsekvens ligger til grunn for grovanalyse av de ulike alternative mellom Hylland og Sleen.

Tabell 2 Sannsynlighetsinndeling grovanalyse (frekvens)

Svært lite sannsynlig	Lite sannsynlig	Sannsynlig	Meget sannsynlig	Svært sannsynlig
Sjeldnere enn hvert 1000. år	Mellom én gang hvert 100. år og én gang hvert 1000. år	Mellom én gang hvert 10. år og én gang hvert 100. år	Mellom én gang hvert år og én gang hvert 10. år	En eller flere ganger hvert år

Tabell 3 Konsekvensinndeling liv & helse grovanalyse

Mindre alvorlig	Alvorlig	Svært alvorlig	Kritisk
Lettere skadd	Hardt skadd	1-4 drepte	5 eller flere drepte

Risikomatriksen er presentert i figuren nedenfor. Risikomatriksen er delt inn i 3 fargekoder for å nyansere risikobildet. Fargekodene angir en vurderingsskala for risiko som ikke må forveksles med akseptkriterier, og fargekodene tolkes i denne analysen slik:

- **Rød** – for risikoer som havner her, er tiltak *nødvendig*.
- **Gul** – for risikoer som havner her, *bør* tiltak vurderes.
- **Grønn** – for risikoer som havner her, vurderes ikke tiltak nærmere.

Liv & helse	Ufarlig	Mindre alvorlig	Alvorlig	Svært alvorlig
Svært sannsynlig				
Meget sannsynlig				
Sannsynlig				
Lite sannsynlig				
Svært lite sannsynlig				

Figur 1 Tom risikomatrikse til bruk i det videre arbeidet

1.6 Forkortelser

HMS	Helse, Miljø og Sikkerhet
NLF	Norsk Lastebileier Forbund
NS	Norsk Standard
SJA	Sikker Jobb Analyse
SVV	Statens vegvesen
TUSI	TUNnel SIKkerhet

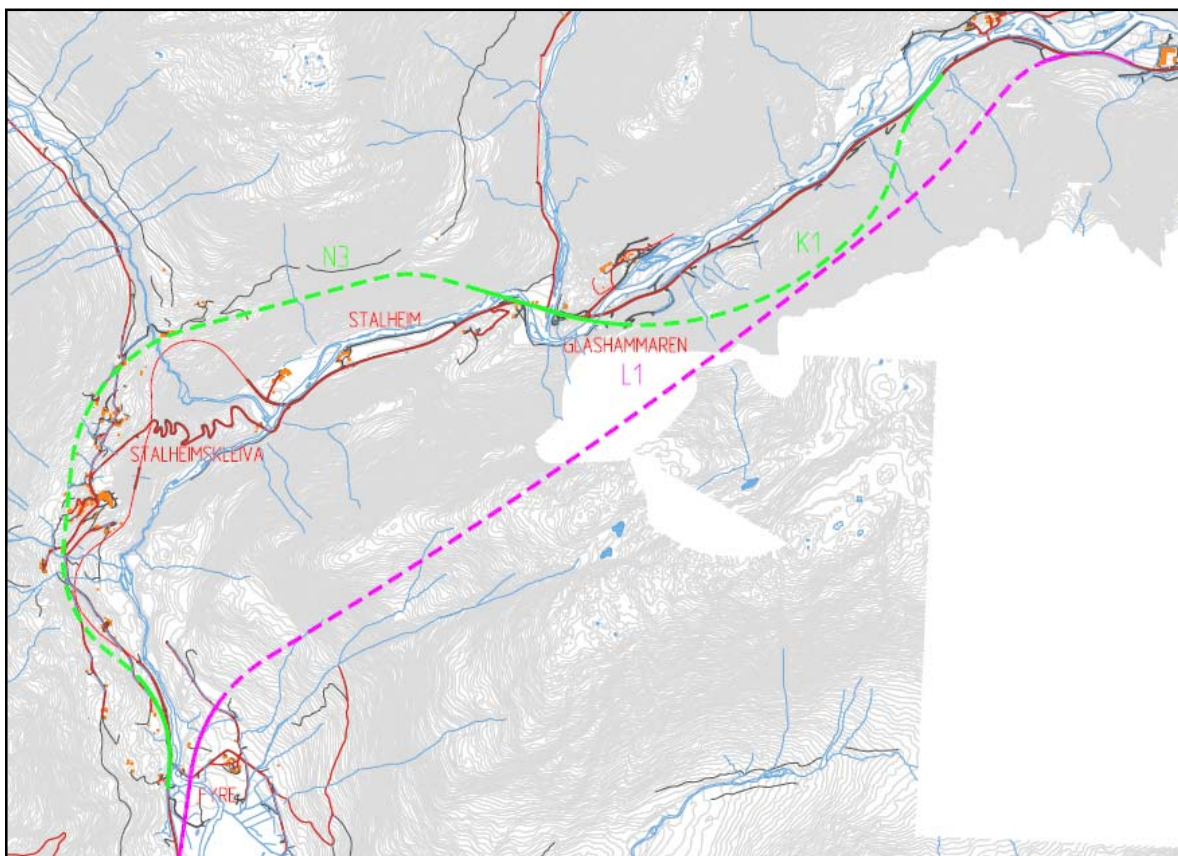
2. BESKRIVELSE AV ALTERNATIVE LØSNINGER

2.1 Generelt

E16 Nærøydalen er en del av stamvegnettet i Norge mellom Oslo og Bergen. Europavegen er også en del av TERN-vegnettet. Nærøydalen står på UNESCO sin verdensarv liste og legger begrensninger på hvilke inngrep som kan gjøres i eksisterende rasvifte/ rasområder i dalen. Gudvangen Stein utvinner anortositt i Nærøydalen. I området ligger også et nedlagt gruveområde.

De alternative løsningene gjelder for vegstrekningen mellom Hylland i øst og Sleen i vest. ÅDT på strekningen er ca. 2000 kjøretøy/døgn. Trafikken er noe større på sommeren, med en topp i juli på 3700 kjøretøy/døgn, og lavest i januar med ca. 1200 kjøretøy/døgn. Trafikken er anslått til å gå noe ned når Hardangerbrua åpner, ref /7/. Andel tungtrafikk er 20 %. Vegstrekningen har gjennomgående fartsgrense 80 km/t, men enkelte strekninger er skiltet med fartsgrense 60 km/t.

De alternative løsningene som inngår i denne risikovurderingen er beskrevet nedenfor. En oversikt over alle alternativene er vist i Figur 2.



Figur 2 – Alternative løsninger for E16 Nærøydalen

E1 – Dagens situasjon

Alternativet er identisk med dagens E16 fra Hylland til Sleen. Total veglengde er ca 12,5 km. Strekningen inkluderer Sivletunnelen på 1114 m og Stalheimstunnelen på 1188 m. Mellom tunnelene er det en kort dagsone på ca 115 m. Begge tunnelene har en stigning på ca. 7 % (mot Voss) og dårlig horisontalkurvatur. Vegstrekningen i dagen mellom Hylland og Sivletunnelen går over flere bruer. Dagens E16 går gjennom et rasfarlig område mellom Hylland og Glashammar bru, og i dagsonen mellom Sivle- og Stalheimstunnelen.

E2/K1 – Oppgradert og sammenhengende tunnel Sivle-Stalheim, tunnel Hylland bru – Glashammar bru (K1)

Alternativet vil følge dagens E16, men vil bli lagt i ny tunnel K1 mellom vest for Hylland bru (km 5.750) og Glashammar bru. Tunnel K1 vil ha en lengde på 1890 m og stigning på 0,95 %. Alternativet inkluderer videre en oppgradering av Sivle- og Stalheimstunnelen i henhold til Tunnelsikkerhetsforskriften. Sivle- og Stalheimstunnelen bygges sammen til én sammenhengende tunnel på ca 2300 med forbikjøringsfelt (krabbefelt) i hele stigningen. Krabbefeltet må starte nedenfor Sivletunnelen og må gå opp forbi Stalheimskrysset mot vest. Vestre del av Sivletunnelen, eksisterende dagsone mellom tunnelene og østre del av Stalheimstunnelen erstattes av en ny tunnelstrekning. Dette innebærer at den rasfarlige dagsonen mellom tunnelene blir borte. Den dårlige horisontalkurvaturen opprettholdes, men de blir kortere enn i dagens situasjon.

L1 – Lang tunnel Hylland – Stalheimskrysset

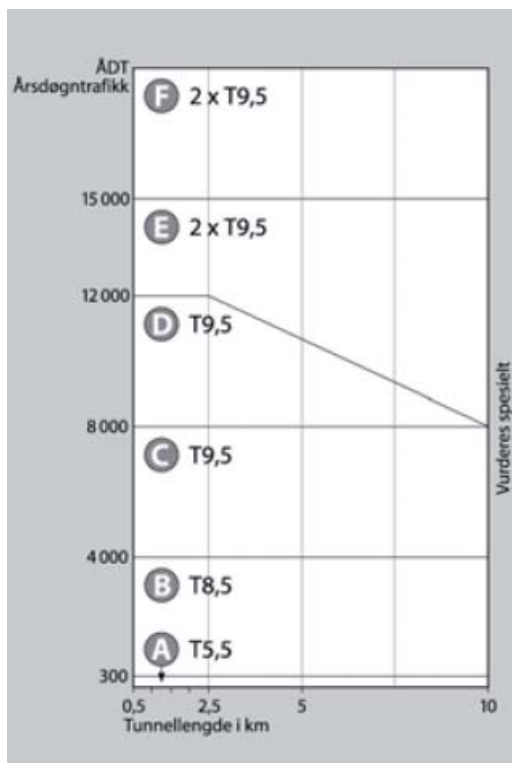
Alternativet vil omfatte en strekning på ca 500 m ny veg i dagen fra Hylland fram til østre påhogg, fjelltunnel med lengde 5290 m, samt 860 m ny veg i dagen fram til Sleen. Tunnelen vil ha en stigning på 4,88 %. Vegstrekningen i dagen fram til Sleen vil gå over dyrket mark. Dette alternativet vil gå utenfor hele rasområdet i Nærøydalen og vil også erstatte Stalheimstunnelen og Sivletunnelen, samt dagsonen mellom dem.

N3/K1 – Tunnel Glashammaren – Sleen (N3), tunnel Hylland bru – Glashammar bru (K1)

Alternativet vil omfatte to nye tunneler og strekninger med ny veg i dagen. Alternativet vil følge dagens E16 fram til vest for Hylland bru (km 5.750). Deretter vil vegen bli lagt i ny tunnel K1 fram til Glashammar bru, videre på ny veg i dagen og ny tunnel N3 fra Glashammaren mot Sleen (Fyre). Tunnel K1 vil ha en lengde på 1890 m og stigning på 0,95 %, mens tunnel N3 vil ha en lengde på 3800 m og stigning 4,98 %. Veg i dagen mellom tunnelene K1 og N3 vil få en lengde på ca. 400 m, og kreve bygging av ny Glashammar bru, samt ny bru over Stalheimselva eller Jordalselva, avhengig av endelig løsning. Strekningen mellom tunnelene vil gå i samme område som dagens E16 ved Glashammaren, men vil i praksis bli en ny veg. Med 3 bruer, kryss og avkjørsler kan det bli utfordrende å finne en god løsning for dagsonen i forhold til sikt i kryss og avstand til tunnelmunninger. Dagsonen fra vestre tunnelmunning på N3 og fram til Sleen vil ha en lengde på ca. 860 m.

2.2 Tunnelklasse for eksisterende og nye tunneler

Krav til standard i tunneler øker med økende trafikkmengde og tunnellengde. Tunnelene er derfor delt inn i klasser som blir bestemmende for geometrisk kvalitet og utrustning. Figur 4.1 i Hb021 angir valg av tunnelklasse ut fra ÅDT og tunnellengde. I henhold til Hb021 antas valg av tunnelklasse B for alle tunneler i Nærøydalen.



Figur 3 – Valg av tunnelklasse (Hb021 datert 2006 figur 4.1/6.1)

2.3 Sikkerhetsparametre tunneler

Sikkerhetsparametre som skal vurderes for tunnelene i henhold til Tunnelsikkerhetsforskriften og Hb021, er oppsummert i Tabell 4 nedenfor. Det er tatt utgangspunkt i gjeldende offisielle utgave av Hb021, datert 2006. av Sivle- og Stalheimstunnelen

Tabell 4 Sikkerhetsparametre for eksisterende og nye alternative tunneler på strekningen Hylland – Sleen

Sikkerhetsparameter	Sivletunnelen	Stalheims-tunnelen	Oppgradert og sammenhengende tunnel Sivle-Stalheim (ny tunnelstrekning)	Nærøydalen L1 (ny tunnel)	Nærøydalen K1 (ny tunnel)	Nærøydalen N3 (ny tunnel)
Tunnellengde	1114 m	1188 m	2300m	5290 m	1890 m	3800 m
Antall løp	Ett løp	Ett løp	Ett løp	Ett løp	Ett løp	Ett løp
Antall kjørefelt	2 kjørefelt	2 kjørefelt	2 kjørefelt, samt krabbefelt	2 kjørefelt	2 kjørefelt	2 kjørefelt
Tverrsnittgeometri	T 8,5. Tunnelen har fri høyde på 4,4 m.	T 8,5 Tunnelen har fri høyde på 4,2 m.	T 8,5	T 8,5	T 8,5	T 8,5
Vertikal og horisontal profil	Stigende mot vest 7,2 %. Horisontalkurvatur R=259 meter.	Stigende mot vest 7,0 %. Horisontalkurvatur R=260 meter.	Stigning mot vest 7,4 %. Horisontalkurvatur fortsatt R=259 og 260 m, men over kortere strekning	Stigning mot vest 4,88 %. Ingen spesiell horisontalkurvatur	Stigning mot vest 0,95 %.	Stigning mot vest 4,98 %.
Konstruksjonstype	Fjell	Fjell	Fjell	Fjell	Fjell	Fjell
Enveis- eller toveistraffikk	Toveis. Det er ikke skiltet med forbud for gående og syklende i tunnelen	Toveis. Det er ikke skiltet med forbud for gående og syklende i tunnelen	Toveis	Toveis	Toveis	Toveis
Trafikkvolum per løp (herunder fordeling i tid)	2000	2000	2000	2000	2000	2000

Sikkerhetsparameter	Sivletunnelen	Stalheims-tunnelen	Oppgradert og sammenhengende tunnel Sivle-Stalheim (ny tunnelstrekning)	Nærøydalen L1 (ny tunnel)	Nærøydalen K1 (ny tunnel)	Nærøydalen N3 (ny tunnel)
Risiko for kø	Ved saktegående kjøretøy i stigning og trafikkuhell	Ved saktegående kjøretøy i stigning og trafikkuhell	Lav, krabbefelt i hele stigningen	Neglisjerbart	Neglisjerbart	Neglisjerbart
Adkomsttid for redningstjeneste	25 min. fra Aurland	25 min. fra Aurland	25 min. fra Aurland	20 min. fra Aurland. 30 min. fra Voss	20 min. fra Aurland	25 min. fra Aurland. 30 min fra Voss
Prosentandel tunge kjøretøy	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %
Kjørefeltbredde	3,25 meter. Ikke utvidet bredde på 3,5 meter pga. tunnelens stigning	3,25 meter. Ikke utvidet bredde på 3,5 meter pga. tunnelens stigning	3,25 meter	I henhold til Hb021	I henhold til Hb021	I henhold til Hb021
Hastighetsaspekter	Skiltet 80 km/t	Skiltet 80 km/t	Skiltet 80 km/t	Skiltet 80 km/t	Skiltet 80 km/t	Skiltet 80 km/t
Geografisk og meteorologisk miljø	Rasutsatt område ved tunnelportal mot vest	Rasutsatt område ved tunnelportal mot øst	Ingen spesielle opplysninger	Ingen spesielle opplysninger	Ingen spesielle opplysninger	Ingen spesielle opplysninger
Vann og frostsikring	Usikret PE-skum, spesielt i forbindelse med portalene, totalt 1000 m ²	Usikret PE-skum, totalt 2200 m ²	-	-	-	-

2.4 Sikkerhetstiltak og –utrustning i tunneler

Håndbok 021 angir tiltak som skal iverksettes som et minimum for å sikre et sikkerhetsnivå i alle tunneler på det norske riksvegnettet med lengde over 500 meter. De tiltak som er knyttet opp til tunnelklasse B, er angitt nedenfor i Tabell 5. Noen av tiltakene er angitt som krav, mens andre tiltak kan vurderes. I risikoanalysen er det lagt til grunn at alle relevante tiltak som er angitt som krav, vil bli iverksatt for nye tunneler i Nærøydalen. Dette inkluderer også ved oppgradering av Sivle- og Stalheimstunnelen til ny sammenhengende tunnel. Tabellen presenterer også status i eksisterende Sivle- og stalhiemstunnelen sammenlignet med krav til tunnelklasse B.

Tabell 5 Generelle sikkerhetstiltak og utrustning, tunnelklasse B

Tema	Krav tunnelklasse B	Nye/ oppgraderte tunneler	Sivle- og Stalheimstunnelen
Sikkerhetstiltak:			
Havarinisjer	Krav om havarinisjer for hver 500 meter.	Krav.	Tunnelene har ikke havarinisjer. Tunnelens lengde tilsier krav om 2 nisjer.
Havarinisjer	Ved ÅDT (20) <= 2500 og stigning over 5 % i en lengde over 1 km, bør det vurderes en ekstra havarinisje per km stigning.	Relevant for ny sammenhengende tunnel Sivle-Stalheim.	Ekstra havarinisje er relevant pga. tunnelenes stigning på ca. 7 %.
Snunisjer	Krav om snunisjer for hver 2000 meter.	Krav. Kun relevant for ny sammenhengende tunnel Sivle-Stalheim og tunnelene L1 og N3.	Ikke relevant for disse tunnelene med lengde under 2000 meter.
Gangbare tverrforbindelser	Ikke krav i tunnelklasse B	Ikke relevant.	Ikke relevant.
Nødutganger	Det er ikke krav om nødutganger i tunnel klasse B, men dette skal vurderes.	Ikke relevant.	Ikke relevant.
Sikkerhetsutrustning:			
Strømforsyning, belysning og ventilasjon	Se Hb 021. Krav til mekanisk ventilasjon i tunneler over 1000 meter. Tunneler i klasse B skal dimensjoneres for en brannbelastning på 20 MW.	Krav.	Tunnelene er mørke. Det er kun naturlig ventilasjon i tunnelene med luftinntak i portalene, ingen vifter.
Avbruddsfri strømforsyning	Avbruddsfri strømforsyning, minimum 1 time driftstid, er påkrevd for: <ul style="list-style-type: none"> • Overvåking, styring • Rødt stoppblinksignal • Sikkerhetsbelysning • Evakueringslys 	Krav.	Det er ikke nødaggregat eller avbruddsfri strømforsyning i tunnelene.

Tema	Krav tunnelklasse B	Nye/ oppgraderte tunneler	Sivle- og Stalheimstunnelen
	<ul style="list-style-type: none"> • Nødtelefon • Serviceskilt • Nødutgangsskilt • Kommunikasjons- og kringkastingsanlegg Avbruddsfri strømforsyning kan vurderes for Ventilasjonsanlegg		
Evakueringslys	Skal tennes automatisk ved fjerning av brannsløkker eller alarm fra brannsentral. Monteres på én side, innbyrdes avstand ca 62,5m, og i kurve med sikt fra lys til lys.	Krav.	Rømning skjer gjennom tunnelinngangene. Det er ikke montert egne evakueringslys/ ledelys i tunnelen.
Nødutgangsskilt, og skilt som viser retning og avstand til nødutgang	Krav for tunneler med alternative rømningsveier. Skilt (570.2) skal benyttes på tunnelvegger. Skilt som viser retning og utgang skal monteres for hver 25. meter.	Ikke relevant.	Ikke relevant.
Avstandsmarkering i tunnel	Krav for tunnel lengre enn 3 km.	Krav. Kun relevant for tunnelene L1 og N3.	Ikke relevant.
Nødstasjon	Hver 125 meter og utenfor hver tunnelmunning. Nødstasjon i forbindelse med havarinisje. Hver stasjon skal inneholde nødtelefon og to brannsløkkere.	Krav.	Det er montert 3 stk. nødtelefoner inne i tunnelen med normalavstand 500 m. Telefonene er montert i skap merket med SOS-skilt og lys. Nødtelefonene er koblet opp mot VTS og nummerert. Det er montert nødtelefon på utsiden av tunnelmunningene. Det er montert 1 stk. brannsløkker i skap ved hver nødtelefon, samt midt mellom hver nødtelefon. Totalt er det 5 brannsløkkingsapparater i tunnelen, inklusiv portaler. I henhold til tunnellengdene skal det være 10-11 nødstasjoner i tunnelen, inklusiv portalene. Hver nødstasjon skal ha nødtelefon og 2 brannsløkkere.

Tema	Krav tunnelklasse B	Nye/ oppgraderte tunneler	Sivle- og Stalheimstunnelen
Slokkevann	Krav, men kan være ulike løsninger, ref HB 021 avsnitt 602.205.	Krav. Brannvesen har med seg tankvogn, per i dag kapasitet på 12-13 000 m ³ .	Krav. Brannvesen har med seg tankvogn, per i dag kapasitet på 12-13 000 m ³ .
Rødt stoppblinksignal	Krav for tunneler lengre enn 1 km	Krav.	Tunnelene har rødt stoppblinksignal på utsiden av tunnelåpningene.
Fjernstyrte bomber for stengning	Skal vurderes i tunnelklasse B, men ikke absolutt krav.	Vurderes.	Nei.
Variable skilt	Skal vurderes i tunnelklasse B, men ikke absolutt krav.	Vurderes.	Nei.
Kjørefeltsignaler	Ikke krav	Ikke relevant.	Nei.
ITV-overvåkning	Skal vurderes i tunnelklasse B, men ikke absolutt krav.	Vurderes.	Nei.
Kommunikasjons- og kringkastingsanlegg	Krav i tunneler over 500 m.	Krav.	Nei. Nødtelefoner er koblet til VTS.
Mobiltelefon	Dekning for mobiltelefoni skal søkes oppnådd i tunnel.	Vurderes.	Det er mobildekning i tunnelene.
Høydehinder	Krav om høydehinder i alle tunnelklasser.	Krav.	Nei.

3. ULYKKESDATA

3.1 TUSI-beregninger for tunnelene

Ulykkestatistikk for de ulike tunnelene, spesielt for de nye tunnelene, er fremskaffet ved hjelp av TUSI (Tunnel Sikkerhet). TUSI er et verktøy for å estimere ulykkestatistikk for tunneler med lengde over 500 meter. Som bakgrunn for ulykkestatistikken fra TUSI ligger erfaringstall fra norske og utenlandske tunneler.

Til grunn for alle tallene fra TUSI ligger ÅDT på 2 000 kjt/døgn, andel tungtransport på 20 %, og fartsgrænse 80 km/t. For hver tunnel ankommer i tillegg tunnelens lengde og linjeføring. Inndata til TUSI-beregningene er gitt i Tabell 6. Et sammendrag av beregningene fra TUSI er vist i Tabell 7 og Tabell 8.

Tabell 6 Inndata til TUSI

Hva	Lengde	ÅDT kjt/døgn	Andel store kjøretøy	Hastighet	Ulykkes- frekvens	Stigning
Sivletunnelen	1114 m	2000	20 %	80 km/t	0,14	7,2 %
Stalheimstunnelen	1188 m	2000	20 %	80 km/t	0,14	7,0 %
Oppgradert og sammenhengende tunnel Sivle-Stalheim	2300 m	2000	20 %	80 km/t	0,14	
Nærøydalen L1	5290 m	2000	20 %	80 km/t	0,14	4,88 %
Nærøydalen K1	1980 m	2000	20 %	80 km/t	0,14	0,95 %
Nærøydalen N3	3800 m	2000	20 %	80 km/t	0,14	4,98 %

Tabell 7 Estimert antall hendelser per år. Beregninger fra TUSI

	Antall hendelser per år			
	Kjøretøy- stopp	Ulykke med personskade	Branntilløp lette kjøretøy	Branntilløp tunge kjøretøy
Sivletunnelen	7,884	0,277	0,008	0,004
Stalheimstunnelen	8,5775	0,296	0,009	0,004
Oppgradert og sammenhengende tunnel Sivle-Stalheim	20,148	0,304	0,019	0,010
Nærøydalen L1	46,3404	0,178	0,040	0,024
Nærøydalen K1	14,454	0,135	0,011	0,007
Nærøydalen N3	33,288	0,144	0,027	0,014

Tabell 8 Tid mellom hendelser. Beregninger fra TUSI

	Tid mellom hver hendelse			
	Kjøretøy-stopp	Ulykke med personskade	Branntilløp lette kjøretøy	Branntilløp tunge kjøretøy
Sivletunnelen	46 dager	3,6 år	125 år	250 år
Stalheimstunnelen	43 dager	3,4 år	111 år	250 år
Oppgradert og sammenhengende tunnel Sivle-Stalheim	18 dager	3,3 år	53 år	100 år
Nærøydalen L1	8 dager	5,6 år	25 år	42 år
Nærøydalen K1	25 dager	7,4 år	91 år	143 år
Nærøydalen N3	11 dager	6,9 år	37 år	71 år

Det er ikke estimert ulykkesfrekvenser for uhell med farlig gods, men erfaring fra andre tunneler tilsier at dette inntreffer sjeldnere enn branntilløp i tunge kjøretøy.

Ulykkesfrekvensene er benyttet som grunnlag i den videre i analysen for valg av sannsynlighetskategori for de uønskede hendelsene.

3.2 Registrerte trafikkulykker og andre hendelser

For strekningen mellom Hylland og Sleen har 66 personer vært involvert i ulykker fra og med 1.1.1999 og fram til i dag, men kun ca 40 personer med personskader. Kun en av trafikkulykkene har inntruffet i tunnelene. Se for øvrig kart over trafikkulykkene i vedlegg 2.

Tabell 9 Personskader Hylland - Sleen

Skadegrad	Antall personer
Drept	2
Meget alvorlig skadd	3
Alvorlig skadd	6
Lettere skader	28
Ukjent	2
Uskadd	25
	66

Veglogg fra VTS på hendelser i eksisterende Sivle- og Stalheimstunnel viser at følgende hendelser har skjedd i forbindelse med tunnelene:

- Nedrevet tunnelutstyr etter at kjøretøy har vært oppi installasjoner i tunnelene. Tunnelutstyr har falt ned i kjørebanelen, mens noe også har blitt hengende ned fra taket.
- Ras og nedfall av steinblokker på veg i dagen mellom Sivle- og Stalheimstunnelen.
- Kjøretøy-stopp for tunge kjøretøy i tunnelene, med påfølgende kø.
- Stengte tunneler på grunn av andre steder på E16 i Nærøydalen.
- Kø i tunnelene.

Det antas mange uregistrerte nedfall av steinblokker på dagsonen mellom Sivle- og Stalheimstunnelen.

3.3 Ulykkesstatistikk veg i dagen

Generell ulykkesstatistikk på veg i dagen er basert på Hb 115. Tabell B1.7 angir normale ulykkesfrekvenser per million kjøretøykilometer for riksveger med normal og god standard. Fordeling av type ulykker er hentet fra vedlegg B i samme håndbok, tabell B2.18 c. vanlig veg/gate 70 eller 80 km/t. Tabellene er presentert nedenfor.

For strekningene med veg i dagen mellom Hylland og Sleen, med utgangspunkt i fartsgrense 80 km/t og spredt bebyggelse, er det som utgangspunkt antatt en normal ulykkesfrekvens på;

- 0,17 per million kjøretøykm.

Frekvens for aktuelle ulykkestyper/ uønskede hendelser på strekningene med veg i dagen, er deretter beregnet ut fra strekningens lengde, ÅDT, ulykkesfrekvens og prosentvis fordeling av personskadeulykker, og justert i forhold til vegforholdene på den aktuelle strekningen.

Utregnet frekvens er benyttet som grunnlag i risikoanalysen for å sette frekvens for at en uønsket hendelse/ trafikkulykke skal inntreffe.

Tabell B1. 7: Normale ulykkesfrekvenser skadekostnad pr kjøretøykilometer ved normal og god standard standard. Tallene gjelder riksveger og alle ulykker (både i kryss og på strekning).

Bebyggelses- grad	Vegtype	Farts- grense (km/t)	Ulykkes frekvens Normal std	Skadekostnad (kr)	
				pr kjtkm Normal std	pr kjtkm God std.
Spredt	Motorveg A	90	0,06	0,27	0,22
	Motorveg B, 2 felt	90	0,09	0,65	0,52
	Riksveg, 2 felt	90	0,12	0,68	0,54
	Riksveg, 2 felt	80	0,17	0,78	0,62
	Riksveg, 2 felt	70	0,17	0,67	0,53
	Riksveg, 2 felt	60	0,21	0,73	0,59
Middels tett	Riksveg, 4 felt, midtdeler	70	0,26		
	Riksveg, 2 felt	80	0,21	0,91	0,73
	Riksveg, 2 felt	70	0,22	0,90	0,72
	Riksveg, 2 felt	60	0,24	0,81	0,65
	Riksveg, 2 felt	50	0,29	0,62	0,50
Tett	Riksveg, 4 felt, midtdeler	60	0,36		
	Riksveg, 4 felt, udelt	50	1,00		
	Riksveg, 2 felt	80	0,22	0,93	0,75
	Riksveg, 2 felt	70	0,25	0,99	0,79
	Riksveg, 2 felt	60	0,28	0,92	0,74
	Riksveg, 2 felt	50	0,40	0,91	0,73

Tabell B2. 18: Personskadeulykker 1999-2003 på typer strekninger, inndelt etter ulykkestype, alvorlighetsgrad og fartsgrense

c. Vanlig veg/gate, 70 eller 80 km/t						
Ulykkestype	Alvorlighetsgrad				Alle personskadeulykker	
	Ulykke med drept eller hardt skadd		Ulykke med kun lettere personskade		Antall	%
	Antall	%	Antall	%		
14 Påkjøring bakfra	85	3,4%	1354	13,6%	1439	11,5%
30,32 Påkjøring bakfra ved avsvinging	29	1,2%	315	3,2%	344	2,8%
10-13, 15-19 Parallell kjøretn. for øvrig	52	2,1%	399	4,0%	451	3,6%
22-24 Møte ved forbikjøring	54	2,2%	110	1,1%	164	1,3%
20-21, 25-29 Møte for øvrig	726	28,9%	1451	14,5%	2177	17,4%
31, 33-49 Kollisjon i kryss ved avsvinging	75	3,0%	335	3,4%	410	3,3%
50-69 Kollisjon i kryss ved kryssende kjøretning	96	3,8%	527	5,3%	623	5,0%
70-79 Fotgjenger krysset kjørebane	34	1,4%	63	,6%	97	,8%
80-89 Fotgjenger gikk langs/oppholdt seg i kjb.	61	2,4%	62	,6%	123	1,0%
00-99 Sykkelykke	62	2,5%	124	1,2%	186	1,5%
90-99 Utforkjøring	1139	45,4%	4805	48,2%	5944	47,6%
00 Påkjøring av dyr	45	1,8%	208	2,1%	253	2,0%
01-08 Andre ulykker med enslig kjøretn.	32	1,3%	174	1,7%	206	1,7%
09 Uoppgitt, ulykke med uklart forløp	19	,8%	46	,5%	65	,5%
Totalt	2509	100,0%	9973	100,0%	12482	100,0%

4. IDENTIFIKASJON AV UØNSKEDE HENDELSER

Risikovurdering av de alternative løsningene har kun fokus på trafikantsikkerhet og sikkerhet for arbeidere. I vurderingen er hvert alternativ delt inn i delstrekninger som presentert i tabellen nedenfor.

Tabell 10 Alternativer og delstrekninger

Alternativ	Delstrekning	Kommentar
E1 – Dagens situasjon	Veg i dagen fra Hylland til Glashammar bru	
	Veg i dagen fra Glashammar bru til Sivletunnelen	
	Østre tunnportal Sivletunnelen	
	Sivletunnelen	
	Veg i dagen mellom Sivletunnelen og Stalheimstunnelen, inklusiv tunneportaler Sivletunnelen vest og Stalheimstunnelen øst	
	Stalheimstunnelen	
	Vestre tunnelportal Stalheimstunnelen	
	Veg i dagen fra Stalheimstunnelen til Sleen.	
E2/K1 – Oppgradert sammenhengende tunnel Sivle-Stalheim, tunnel Hylland bru – Glashammar bru	Eksisterende veg i dagen (ca. 500 m) fra Hylland fram til østre portal	
	Østre tunnelportal K1	
	Tunnel K1	
	Vestre tunnelportal K1	
	Veg i dagen fra K1 til Sivle-Stalheimstunnelen	Som for alternativ E1
	Østre tunnportal oppgradert Sivle-Stalheimstunnel	Som for alternativ E1, østre tunnelportal Sivletunnelen. Portal til oppgradert Sivle-Stalheimstunnel blir sammenfallende med dagens portal for Sivletunnelen
	Sivle-Stalheimstunnel	Ny / oppgradert tunnel med krabbefelt.
	Vestre tunnelportal oppgradert Sivle-Stalheimstunnel	Som for alternativ E1, vestre tunnelportal Stalheimstunnelen. Portal til oppgradert Sivle-Stalheimstunnel blir sammenfallende med dagens portal for Stalheimstunnelen
L1 – Lang tunnel	Veg i dagen fra Hylland fram til og med østre tunnelportal L1	
	Tunnelen L1	
	Vestre tunnelportal L1	
	Veg i dagen fra L1 til Sleen	
N3/K1 – Tunnel Glashammaren – Sleen, tunnel Hylland bru – Glashammar bru	Eksisterende veg i dagen (ca. 500 m) fra Hylland fram til østre portal	
	Østre tunnelportal K1	
	Tunnel K1	
	Vestre tunnelportal K1	
	Ny veg i dagen mellom tunnel K1 og tunnel N3	Strekningen blir delvis sammenfallende med dagens E16, men i praksis ny veg med 3 bruer, kryss og avkjørsler
	Østre tunnelportal N3	

Alternativ	Delstrekning	Kommentar
	Tunnel N3	
	Vestre tunnelportal N3, inklusiv veg i dagen fram til dagens E16	
	Veg i dagen fra N3 til Sleen	Sammenfallende med dagens E16. Se alternativ E1

For hver delstrekning er det identifisert og vurdert følgende uønskede hendelser, se tabellen nedenfor.

Tabell 11 Uønskede hendelser

Delstrekning	Uønsket hendelse
Veg i dagen:	Møteulykke
	Utforkjøring
	Sidekollisjon
	Påkjørsel bakfra
	Rasulykke
	Kollisjon med nedfall
	Påkjørsel av myke trafikanter
	Viltpåkjørsel
Tunneler:	Møteulykke
	Bil kjører i tunnelvegg
	Påkjørsel bakfra
	Kollisjon med nedfall fra tunneltak/ -munning
	Påkjørsel av myke trafikanter
	Bilbrann lett kjøretøy
	Bilbrann tungt kjøretøy
Tunnelportaler:	Trafikkulykke i vegbanen
	Rasulykke
	Kollisjon med nedfall

Hendelsen "lekkasje/ uhell av farlig gods" er ikke analysert i vurderingen. Ettersom hensikten med denne risikovurderingen er å sammenligne ulike alternativer, er hendelsesforløpet for slike hendelser vurdert å være ensartet med brann i tungt kjøretøy.

5. VURDERING AV E1 – DAGENS SITUASJON

5.1 Trafikantsikkerhet normal drift

Alternativet er dagens E16 fra Hylland til Sleen. Resultatet fra grov risikovurdering av E1 er presentert nedenfor. Numrene tilsvarer identitetsnumrene til de uønskede hendelsene. Frekvensene gjenspeiler ulykkesfrekvensene fra avsnitt 3, men justert av analysedeltakerne i henhold til hendelser som har skjedd og deltakernes erfaringer.

Liv og helse – drift E1	Mindre alvorlig	Alvorlig	Svært alvorlig	Kritisk
Svært ofte				
Ofte	21, 27, 31	6, 38, 40, 41	5, 8, 9, 18, 25, 28	
Sjelden	43	2, 7, 10, 11, 14, 20, 30	1, 19, 24, 26, 29, 34, 42	
Svært sjelden	23, 33	4, 13, 17, 39	3, 12, 15, 16, 22, 32, 35	
Ekstremt sjelden		37	36	

Figur 4 Risikomatrix for E1 trafikantsikkerhet

Tabell 12 Risikonivå på identifiserte hendelser for alternativ E1 dagens situasjon, drift

Nr	Delelement E1	Uønsket hendelse E1	Risikonivå
1.	Veg i dagen fra Hylland til Glashammar bru	Møteulykke	
5.	Veg i dagen fra Hylland til Glashammar bru	Rasulykke	
8.	Veg i dagen fra Glashammar bru til Sivletunnelen	Møteulykke	
9.	Veg i dagen fra Glashammar bru til Sivletunnelen	Utforkjøring	
18.	Sivletunnelen	Møteulykke	
19.	Sivletunnelen	Bil kjører i tunnelvegg	
24.	Sivletunnelen	Brann i tungt kjøretøy	
25.	Tunnelportal vest Sivletunnelen og øst Stalheimstunnelen inkl. dagsone mellom tunnelene	Trafikkulykke i vegbanen	
26.	Tunnelportal vest Sivletunnelen og øst Stalheimstunnelen inkl. dagsone mellom tunnelene	Rasulykke	
28.	Stalheimstunnelen	Møteulykke	
29.	Stalheimstunnelen	Bil kjører i tunnelvegg	
34.	Stalheimstunnelen	Brann i tungt kjøretøy	
42.	Veg i dagen fra Stalheimstunnelen til Sleen	Påkjørsel av myke trafikanter	
2.	Veg i dagen fra Hylland til Glashammar bru	Utforkjøring	

Nr	Delelement E1	Uønsket hendelse E1	Risikonivå
3.	Veg i dagen fra Hylland til Glashammar bru	Sidekollisjon	
6.	Veg i dagen fra Hylland til Glashammar bru	Kollisjon med rasnedfall	
7.	Veg i dagen fra Hylland til Glashammar bru	Påkjørsel av myke trafikanter	
10.	Veg i dagen fra Glashammar bru til Sivletunnelen	Sidekollisjon	
11.	Veg i dagen fra Glashammar bru til Sivletunnelen	Påkjørsel bakfra	
12.	Veg i dagen fra Glashammar bru til Sivletunnelen	Rasulykke	
14.	Veg i dagen fra Glashammar bru til Sivletunnelen	Påkjørsel av myke trafikanter	
15.	Tunnelportal øst Sivletunnelen	Trafikkulykke i vegbanen	
16.	Tunnelportal øst Sivletunnelen	Rasulykke	
20.	Sivletunnelen	Påkjørsel bakfra	
21.	Sivletunnelen	Kollisjon med nedfall fra tunneltak/ -munning/ andre kjøretøy	
22.	Sivletunnelen	Påkjørsel av myke trafikanter	
27.	Tunnelportal vest Sivletunnelen og øst Stalheimstunnelen inkl. dagsone mellom tunnelene	Kollisjon med rasnedfall	
30.	Stalheimstunnelen	Påkjørsel bakfra	
31.	Stalheimstunnelen	Kollisjon med nedfall fra tunneltak/ -munning/ andre kjøretøy	
32.	Stalheimstunnele	Påkjørsel av myke trafikanter	
35.	Tunnelportal vest Stalheimstunnelen	Trafikkulykke i vegbanen	
38.	Veg i dagen fra Stalheimstunnelen til Sleen	Møteulykke	
40.	Veg i dagen fra Stalheimstunnelen til Sleen	Sidekollisjon	
41.	Veg i dagen fra Stalheimstunnelen til Sleen	Påkjørsel bakfra	
4.	Veg i dagen fra Hylland til Glashammar bru	Påkjørsel bakfra	
13.	Veg i dagen fra Glashammar bru til Sivletunnelen	Kollisjon med rasnedfall	
17.	Tunnelportal øst Sivletunnelen	Kollisjon med rasnedfall	
23.	Sivletunnelen	Brann i lett kjøretøy	
33.	Stalheimstunnelen	Brann i lett kjøretøy	
36.	Tunnelportal vest Stalheimstunnelen	Rasulykke	
37.	Tunnelportal vest Stalheimstunnelen	Kollisjon med rasnedfall	
39.	Veg i dagen fra Stalheimstunnelen til Sleen	Utforkjøring	
43.	Veg i dagen fra Stalheimstunnelen til Sleen	Viltpåkjørsel	

5.2 Sikkerhet i anleggsfase

Dagens situasjon for E16 er kun vurdert med hensyn på trafikantsikkerhet. Alternativet inkluderer ingen anleggsperiode og er derfor ikke vurdert med hensyn på sikkerhet for anleggsarbeidere og trafikanter i en anleggsfase.

6. VURDERING AV E2/K1

Alternativ E2/K1 inkluderer ny tunnel K1 mellom Hylland og Glashammar bru, og oppgradering av Sivle-Stalheimstunnelen til en sammenhengende tunnel som tilfredsstillers dagens krav til tunnelklasse B, inklusiv krabbefelt som et ekstra sikkerhetstiltak i forhold til tunnelens stigning. For øvrig er alternativet sammenfallende med E1 for gjenværende strekninger med veg i dagen.

6.1 Trafikantsikkerhet normal drift

Resultatet fra risikovurdering av E2/K1 vedrørende fremtidig trafikantsikkerhet er presentert nedenfor. Numrene tilsvarer identitetsnumrene til de uønskede hendelsene. Frekvensene gjenspeiler ulykkesfrekvensene fra avsnitt 3, men justert av analysedeltakerne i henhold til hendelser som har skjedd og deltakernes erfaringer.

Liv og helse – drift E2/K1	Mindre alvorlig	Alvorlig	Svært alvorlig	Kritisk
Svært ofte				
Ofte		6, 10, 41, 43	21, 22, 31	
Sjelden	14, 16, 34, 36, 46	2, 9, 20, 23, 24, 27, 44	1, 5, 11, 32, 37, 45	
Svært sjelden	30	7, 12, 13, 26, 33, 42	8, 15, 17, 18, 19, 25, 28, 29, 35, 38	
Ekstremt sjelden		4, 40	3, 39	

Figur 5 Risikomatrix for E2/K1 trafikantsikkerhet

Tabell 13 Risikonivå på identifiserte hendelser for alternativ E2/K1 oppgradert Sivle-Stalheimstunnel, drift

Nr	Delelement E2/K1	Uønsket hendelse E2/K1	Risikonivå
1.	Veg i dagen fra Hylland til K1	Møteulykke	
5.	Veg i dagen fra Hylland til K1	Rasulykke	
11.	Tunnel K1	Møteulykke	
21.	Veg i dagen fra K1 til Sivle-Stalheimstunnelen	Møteulykke	
22.	Veg i dagen fra K1 til Sivle-Stalheimstunnelen	Utforkjøring	
31.	Ny Sivle-Stalheimstunnel	Møteulykke	
32.	Ny Sivle-Stalheimstunnel	Bil kjører i tunnelvegg	
37.	Ny Sivle-Stalheimstunnel	Brann i tungt kjøretøy	
45.	Veg i dagen fra Sivle-Stalheimstunnelen til Sleen	Påkjørsel av myke trafikanter	
2.	Veg i dagen fra Hylland til K1	Utforkjøring	

Nr	Delelement E2/K1	Ønsket hendelse E2/K1	Risikonivå
6.	Veg i dagen fra Hylland til K1	Kollisjon med rasnedfall	
8.	Tunnelportal øst K1	Trafikkulykke i vegbanen	
9.	Tunnelportal øst K1	Rasulykke	
10.	Tunnelportal øst K1	Kollisjon med rasnedfall	
15.	Tunnel K1	Påkørsel av myke trafikanter	
17.	Tunnel K1	Brann i tungt kjøretøy	
18.	Tunnelportal vest K1	Trafikkulykke i vegbanen	
19.	Tunnelportal vest K1	Rasulykke	
20.	Tunnelportal vest K1	Kollisjon med rasnedfall	
23.	Veg i dagen fra K1 til Sivle-Stalheimstunnelen	Sidekollisjon	
24.	Veg i dagen fra K1 til Sivle-Stalheimstunnelen	Påkørsel bakfra	
25.	Veg i dagen fra K1 til Sivle-Stalheimstunnelen	Rasulykke	
27.	Veg i dagen fra K1 til Sivle-Stalheimstunnelen	Påkørsel av myke trafikanter	
28.	Tunnelportal øst ny Sivle-Stalheimstunnelen	Trafikkulykke i vegbanen	
29.	Tunnelportal øst ny Sivle-Stalheimstunnelen	Rasulykke	
35.	Ny Sivle-Stalheimstunnel	Påkørsel av myke trafikanter	
38.	Tunnelportal vest ny Sivle-Stalheimstunnel	Trafikkulykke i vegbanen	
41.	Veg i dagen fra Sivle-Stalheimstunnelen til Sleen	Møteulykke	
43.	Veg i dagen fra Sivle-Stalheimstunnelen til Sleen	Sidekollisjon	
44.	Veg i dagen fra Sivle-Stalheimstunnelen til Sleen	Påkørsel bakfra	
3.	Veg i dagen fra Hylland til K1	Sidekollisjon	
4.	Veg i dagen fra Hylland til K1	Påkørsel bakfra	
7.	Veg i dagen fra Hylland til K1	Påkørsel av myke trafikanter	
12.	Tunnel K1	Bil kjører i tunnelvegg	
13.	Tunnel K1	Påkørsel bakfra	
14.	Tunnel K1	Kollisjon med nedfall fra tunneltak/ -munning/ andre kjøretøy	
16.	Tunnel K1	Brann i lett kjøretøy	
26.	Veg i dagen fra K1 til Sivle-Stalheimstunnelen	Kollisjon med rasnedfall	
30.	Tunnelportal øst ny Sivle-Stalheimstunnelen	Kollisjon med rasnedfall	
33.	Ny Sivle-Stalheimstunnel	Påkørsel bakfra	
34.	Ny Sivle-Stalheimstunnel	Kollisjon med nedfall fra tunneltak/ -munning/ andre kjøretøy	
36.	Ny Sivle-Stalheimstunnel	Brann i lett kjøretøy	
39.	Tunnelportal vest ny Sivle-Stalheimstunnelen	Rasulykke	
40.	Tunnelportal vest ny Sivle-Stalheimstunnelen	Kollisjon med rasnedfall	
42.	Veg i dagen fra Sivle-Stalheimstunnelen til Sleen	Utforkjøring	
46.	Veg i dagen fra Sivle-Stalheimstunnelen til Sleen	Veg i dagen frem til Sleen	

6.2 Sikkerhet i anleggsfase

Alternativet medfører en anleggsfase for bygging av tunnelen K1 og for oppgradering av Sivle- og Stalheimstunnelen til sammenhengende tunnel i henhold til tunnelklasse B. Dette inkluderer også etablering av krabbefelt i tunnelen. Krabbefeltet må starte på nedsiden av østre tunnelportal og må gå til etter vestre tunnelportal.

Anleggsperiode for etablering av alternativet er gjennomførbart, men vil sette krav som beskrevet i tabellen nedenfor for å opprettholde akseptabel sikkerhet for trafikanter og arbeidere.

Tabell 14 Risiko alternativ E2/K1, anleggsfase

Uønsket hendelse	Konsekvens	Vurdering av risiko
Trafikkulykker i Sivle-Staleheimstunnelen i anleggsperioden	Trafikanter/ arbeidere	Anleggsarbeid i tunnelen vil i perioder kreve nattestengt tunnel for å unngå konflikt mellom anleggsarbeid og allmenn trafikk, og nedsatt hastighet når tunnelen ellers er åpen. Det forutsettes krav til midlertidig sikkerutrustning for å opprettholde akseptabelt sikkerhetsnivå i tunnelene. Driving av ny tunneldel mellom dagens Sivle- og Stalheimstunnel vil ikke berøre trafikantene. Det forutsettes gjennomføring av sikker jobb analyser (SJA).
Anleggskjøretøy kjører på myke trafikanter	Trafikanter/ arbeidere	Det er lite gående og syklende langs eksisterende E16. Påkjørsel av arbeidere inne på anleggsområdet skal dekkes av rutiner for HMS og sikker jobb analyse (SJA).
Sprengningsulykke i tunnel/tunnelportaler	Arbeidere	Skal dekkes av rutiner for HMS og sikker jobb analyser (SJA).
Rasulykke ved portalene	Arbeidere	Strekningene på hver side av tunnelene og tunnelpåhoggene ligger i områder som er trygge for ras.

7. VURDERING AV L1

Alternativ L1 er en ny lang tunnel fra Hylland til Sleen som tilfredsstiller krav til tunnelklasse B, samt kortere strekninger med veg i dagen til/fra dagens E16.

7.1 Trafikantsikkerhet normal drift

Resultatet fra risikovurdering av L1 vedrørende fremtidig trafikantsikkerhet er presentert nedenfor. Numrene tilsvarer identitetsnumrene til de uønskede hendelsene. Frekvensene gjenspeiler ulykkesfrekvensene fra avsnitt 3, men justert av analysedeltakerne i henhold til hendelser som har skjedd og deltakernes erfaringer.

Liv og helse – drift L1	Mindre alvorlig	Alvorlig	Svært alvorlig	Kritisk
Svært ofte				
Ofte				
Sjelden	7, 9, 19	14	4, 10	
Svært sjelden		3, 5, 6, 15, 16, 17	1, 2, 8, 11, 18	
Ekstremt sjelden		13	12	

Figur 6 Risikomatrix for L1 trafikantsikkerhet

Tabell 15 Risikonivå på identifiserte hendelser for alternativ L1 lang tunnel, drift

Nr	Delelement L1	Uønsket hendelse L1	Risikonivå
4.	Tunnel L1	Møteulykke	
10.	Tunnel L1	Brann i tungt kjøretøy	
1.	Ny veg i dagen fra Hylland inkl. tunnelportal L1 øst	Trafikkulykke i vegbanen	
2.	Ny veg i dagen fra Hylland inkl. tunnelportal L1 øst	Rasulykke	
8.	Tunnel L1	Påkjørsel av myke trafikanter	
11.	Tunnelportal L1 vest	Trafikkulykke i vegbanen	
14.	Veg i dagen fra L1 til Sleen	Møteulykke	
18.	Veg i dagen fra L1 til Sleen	Påkjørsel av myke trafikanter	
3.	Ny veg i dagen fra Hylland inkl. tunnelportal L1 øst	Kollisjon med rasnedfall	
5.	Tunnel L1	Bil kjører i tunnelvegg	
6.	Tunnel L1	Påkjørsel bakfra	

Nr	Delelement L1	Uønsket hendelse L1	Risikonivå
7.	Tunnel L1	Kollisjon med nedfall fra tunneltak/ -munning/ andre kjøretøy	
9.	Tunnel L1	Brann i lett kjøretøy	
12.	Ny veg i dagen fra Hylland inkl. tunnelportal L1 øst	Rasulykke	
13.	Ny veg i dagen fra Hylland inkl. tunnelportal L1 øst	Kollisjon med rasnedfall	
15.	Veg i dagen fra L1 til Sleen	Utforkjøring	
16.	Veg i dagen fra L1 til Sleen	Sidekollisjon	
17.	Veg i dagen fra L1 til Sleen	Påkjørsel bakfra	
19.	Veg i dagen fra L1 til Sleen	Viltpåkjørsel	

7.2 Sikkerhet i anleggsfase

Alternativet vil gå i en annen trasé enn dagens E16 mellom Hylland og Sleen. Anleggsfasen vil derfor ikke berøre trafikantene i noen vesentlig grad. Anleggsperioden vil medføre noe mer anleggstrafikk på dagens E16, samt mindre omlegging av trafikken i forbindelse med tilkobling av ny trasé til dagens E16.

Tabell 16 Risiko alternativ L1 lang tunnel, anleggsfase

Uønsket hendelse	Konsekvens	Vurdering av risiko
Kollisjon mellom anleggskjøretøy og andre kjøretøy	Trafikanter/ arbeidere	Det meste av anleggstrafikken vil foregå på anleggsområdet som antas avstengt for allmenn ferdsel.
Anleggskjøretøy kjører på myke trafikanter	Trafikanter	Det meste av anleggstrafikken vil foregå på anleggsområdet som antas avstengt for allmenn ferdsel. Det er lite gående og syklende langs eksisterende E16. Påkjørsel av arbeidere inne på anleggsområdet skal dekkes av rutiner for HMS og sikker jobb analyse (SJA).
Sprengningsulykke i tunnel/tunnelportaler	Arbeidere	Skal dekkes av rutiner for HMS og sikker jobb analyser (SJA).
Rasulykke	Arbeidere	Strekningene på hver side av tunnelen ligger i områder som er relativt trygge for ras.

8. VURDERING AV N3/K1

Alternativ N3/K1 inkluderer to nye tunneler mellom Hylland og Sleen som begge tilfredsstiller krav til tunnelklasse B, samt en kort strekning med veg i dagen mellom tunnelene med bruer, kryssløsninger og avkjørsler.

8.1 Trafikantsikkerhet normal drift

Resultatet fra risikovurdering av K1/N3 vedrørende fremtidig trafikantsikkerhet er presentert nedenfor. Numrene tilsvarende identitetsnumrene til de uønskede hendelsene. Frekvensene gjenspeiler ulykkesfrekvensene fra avsnitt 3, men justert av analysedeltakerne i henhold til hendelser som har skjedd og deltakernes erfaringer.

Liv og helse – drift N3/K1	Mindre alvorlig	Alvorlig	Svært alvorlig	Kritisk
Svært ofte				
Ofte		6, 10, 33, 35, 36		
Sjelden	14, 16, 28, 30, 38	2, 9, 20	1, 5, 11, 21, 25, 31, 37	
Svært sjelden		7, 12, 13, 24, 26, 27, 34	8, 15, 17, 18, 19, 22, 23, 29, 32	
Ekstremt sjelden		4	3	

Figur 7 Risikomatrix for N3/K1 trafikantsikkerhet

Tabell 17 Risikonivå på identifiserte hendelser for alternativ N3/K1, drift

Nr	Delelement N3/K1	Uønsket hendelse N3/K1	Risikonivå
1.	Veg i dagen fra Hylland til K1	Møteulykke	
5.	Veg i dagen fra Hylland til K1	Rasulykke	
11.	Tunnel K1	Møteulykke	
21.	Veg i dagen mellom tunnelene K1 og N3	Trafikkulykke i vegbanen	
25.	Tunnel N3	Møteulykke	
31.	Tunnel N3	Brann i tungt kjøretøy	
37.	Veg i dagen fra N3 til Sleen	Påkjørsel av myke trafikanter	
2.	Veg i dagen fra Hylland til K1	Utforkjøring	
6.	Veg i dagen fra Hylland til K1	Kollisjon med rasnedfall	
8.	Tunnelportal øst K1	Trafikkulykke i vegbanen	

Nr	Delelement N3/K1	Uønsket hendelse N3/K1	Risikonivå
9.	Tunnelportal øst K1	Rasulykke	
10.	Tunnelportal øst K1	Kollisjon med rasnedfall	
15.	Tunnel K1	Påkjørsel av myke trafikanter	
17.	Tunnel K1	Brann i tungt kjøretøy	
18.	Tunnelportal vest K1	Trafikkulykke i vegbanen	
19.	Tunnelportal vest K1	Rasulykke	
20.	Tunnelportal vest K1	Kollisjon med rasnedfall	
22.	Tunnelportal øst N3	Trafikkulykke i vegbanen	
23.	Tunnelportal øst N3	Rasulykke	
29.	Tunnel N3	Påkjørsel av myke trafikanter	
32.	Tunnelportal vest N3	Trafikkulykke i vegbanen	
33.	Veg i dagen fra N3 til Sleen	Møteulykke	
35.	Veg i dagen fra N3 til Sleen	Sidekollisjon	
36.	Veg i dagen fra N3 til Sleen	Påkjørsel bakfra	
3.	Veg i dagen fra Hylland til K1	Sidekollisjon	
4.	Veg i dagen fra Hylland til K1	Påkjørsel bakfra	
7.	Veg i dagen fra Hylland til K1	Påkjørsel av myke trafikanter	
12.	Tunnel K1	Bil kjører i tunnelvegg	
13.	Tunnel K1	Påkjørsel bakfra	
14.	Tunnel K1	Kollisjon med nedfall fra tunneltak/ - munning/ andre kjøretøy	
16.	Tunnel K1	Brann i lett kjøretøy	
24.	Tunnelportal øst N3	Kollisjon med rasnedfall	
26.	Tunnel N3	Bil kjører i tunnelvegg	
27.	Tunnel N3	Påkjørsel bakfra	
28.	Tunnel N3	Kollisjon med nedfall fra tunneltak/ - munning/ andre kjøretøy	
30.	Tunnel N3	Brann i lett kjøretøy	
34.	Veg i dagen fra N3 til Sleen	Utforkjøring	
38.	Veg i dagen fra N3 til Sleen	Viltpåkjørsel	

8.2 Sikkerhet i anleggsfase

Anleggsperioden for bygging av tunnelene K1 og N3 vil ikke berøre trafikantene på dagens E16 idet tunnelportaler legges ved siden av eksisterende veg. Anleggsperioden vil medføre noe mer anleggstrafikk på dagens E16, samt mindre omlegging av trafikken i forbindelse med tilkobling av ny trasé til dagens E16 øst mot Hylland og vest mot Sleen. På strekningen mellom tunnelene ved Glashammaren bru, vil ny veg gå i samme område som dagens E16 og anleggsperioden vil derfor berøre allmenn trafikk i dette området. Strekningen mellom tunnelene vil være ca 400 m, men vil kun berøre eksisterende veg på deler av denne er strekningen.

Tabell 18 Risiko alternativ N3/K1, anleggsfase

Uønsket hendelse	Konsekvens	Vurdering av risiko
Kollisjon mellom anleggskjøretøy og andre kjøretøy	Trafikanter/ arbeidere	Det meste av anleggstrafikken vil foregå på anleggsområdet som antas avstengt for allmenn ferdsel. Konfliktområdet vil være på strekningen mellom tunnelene.
Anleggskjøretøy kjører på myke	Trafikanter	Det meste av anleggstrafikken vil foregå

Uønsket hendelse	Konsekvens	Vurdering av risiko
trafikanter		på anleggsområdet som antas avstengt for allmenn ferdsel. Det er lite gående og syklende langs eksisterende E16. Påkjørsel av arbeidere inne på anleggsområdet skal dekkes av rutiner for HMS og sikker jobb analyse (SJA).
Sprengningsulykke i tunnel/tunnelportaler	Arbeidere	Skal dekkes av rutiner for HMS og sikker jobb analyser (SJA).
Rasulykke	Arbeidere	Strekningene på hver side av tunnelene og tunnelpåhoggene ligger i områder som er trygge for ras.

9. OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

9.1 Oppsummering

Resultatet fra risikovurderingen viser et noe varierende risikonivå for de alternative løsningene gjennom Nærøydalen. En sammenstilt vurdering er presentert i tabellen nedenfor.

Tabell 19 Sammenstilt vurdering av alternativene

Alternativ	Trafikantsikkerhet drift	Sikkerhet i anleggsfase
E1 – Dagens situasjon	<p>Risikovurderingen angir hendelser på høyt risikonivå (rødt område) på alle delstrekninger mellom Hylland og Sleen. Dette gjelder:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Møteulykke og ras på veg i dagen mellom Hylland og Glashammar bru. • Møteulykke og utforkjøring mellom Glashammar bru og Sivletunnelen. Utforkjøring gjelder spesielt krapp kurve rett øst for Sivletunnelen. • Diverse trafikkulykker og brann i tungt kjøretøy i Sivle- og Stalheimstunnelen. • Ulykker i forbindelse med ras og steinsprang i dagsonen mellom Sivle- og Stalheimstunnelen. • Påkjørsel av myke trafikanter på veg i dagen mellom Stalheimstunnelen og Sleen. 	Ikke relevant. Alternativet inkluderer ingen anleggsfase.
E2/K1 – Oppgradert sammenhengende tunnel Sivle-Stalheim, tunnel Hylland bru – Glashammar bru	<p>Risikovurderingen angir hendelser på høyt risikonivå (rødt område) på flere av delstrekningene mellom Hylland og Sleen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Møteulykke og ras på veg i dagen mellom Hylland og østre tunnelportal K1. • Møteulykke i tunnel K1. • Møteulykke og utforkjøring mellom K1 og Sivle-Stalheimstunnelen. Utforkjøring gjelder spesielt krapp kurve rett øst for østre tunnelportal. • Møteulykke, bil kjører i tunnelveggen og brann i tungt kjøretøy i ny Sivle-Stalheimstunnel. • Påkjørsel av myke trafikanter på veg i dagen mellom Sivle-Stalheimstunnelen og Sleen. <p>Dette alternativet fjerner rasutsatt strekning mellom</p>	<p>Anleggsperioden for bygging av tunnelen K1 vil ikke berøre trafikantene på dagens E16 idet tunnelportaler legges ved siden av eksisterende veg.</p> <p>Anleggsperiode for utbedring av Sivle- og Stalheimstunnelen vil være gjennomførbart, men vil kreve tiltak for å opprettholde akseptabel sikkerhet for trafikanter og arbeidere.</p> <p>Anleggsarbeid i tunnelen vil i perioder kreve nattestengt tunnel for å unngå konflikt mellom anleggsarbeid og allmenn trafikk, og nedsatt hastighet når tunnelen ellers er åpen.</p> <p>Det forutsettes midlertidig sikkerutrustning for å opprettholde akseptabelt sikkerhetsnivå i tunnelene.</p>

Alternativ	Trafikantsikkerhet drift	Sikkerhet i anleggsfase
	<p>Hylland og Glashammar bru, samt mellom Sivle- og Stalheimstunnelen. Risikonivået i ny/oppgradert Sivle-Stalheimstunnel vil derimot fortsatt være på høyt risikonivå. Det skal lages krabbefelt hele vegen i retning vest, og deler av kurvaturene utbedres, men farten vil øke i tunnelen fordi trafikantene opplever tunnelen som mer oversiktlig. De krappe kurvaturene vil opprettholdes, men over kortere strekning, og tunnelen vil ha lik stigning som eksisterende tunneler.</p>	<p>Strekningene på hver side av tunnelene og tunnelpåhoggene ligger i områder som er trygge for ras.</p>
<p>L1 – Lang tunnel Hylland – Sleen</p>	<p>Risikovurderingen angir hendelser på høyt risikonivå (rødt område) i selve tunnelen. Dette gjelder møteulykke og brann i tungt kjøretøy. Tunnelen er lang med stigning i underkant av 5 %, og vil kunne innby til stor hastighet. ATK og gjennomsnitts-ATK er mulige risikoreduserende tiltak.</p> <p>Alternativet vil bedre trafikantsikkerheten for gjennomgangstrafikken. Situasjonen for lokaltrafikken vil være uforandret, men lokaltrafikken vil være liten.</p>	<p>Alternativet vil gå i en annen trasé enn dagens E16 mellom Hylland og Sleen. Anleggsområdet vil derfor være avstengt for allmenn ferdsel og ikke berøre trafikantene i noen vesentlig grad. Anleggsperioden vil medføre noe mer anleggstrafikk på dagens E16, samt mindre omlegging av trafikken i forbindelse med tilkobling av ny trasé til dagens E16.</p> <p>Strekningene på hver side av tunnelen ligger i områder som er relativt trygge for ras.</p>
<p>N3/K1 – Tunnel Glashammaren – Sleen, tunnel Hylland bru – Glashammar bru</p>	<p>Risikovurderingen angir hendelser på høyt risikonivå (rødt område) på flere delstrekninger mellom Hylland og Sleen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Møteulykke og ras på veg i dagen mellom Hylland og østre tunnelportal K1. • Møteulykke i tunnel K1. • Trafikkulykke på veg i dagen mellom tunnelene K1 og N3 • Møteulykke og brann i tungt kjøretøy i tunnel N3. • Påkjørsel av myke trafikanter på veg i dagen mellom tunnel N3 og Sleen. <p>Veg i dagen mellom tunnelen er ikke ferdig planlagt. Strekingen på 400 m er utfordrende med 3 bruer, kryss og avkjørsler. Tunnel N3 er forholdsvis lang med stigning i underkant av 5 %, og vil kunne innby til stor hastighet. ATK og gjennomsnitts-ATK er mulige risikoreduserende tiltak.</p>	<p>Anleggsperioden for bygging av tunnelene K1 og N3 vil ikke berøre trafikantene på dagens E16 idet tunnelportaler legges ved siden av eksisterende veg. Anleggsperioden vil medføre noe mer anleggstrafikk på dagens E16, samt mindre omlegging av trafikken i forbindelse med tilkobling av ny trasé til dagens E16 øst mot Hylland og vest mot Sleen. På strekingen mellom tunnelene ved Glashammaren bru, vil ny veg gå i samme område som dagens E16 og anleggsperioden vil derfor berøre allmenn trafikk i dette området. Strekingen mellom tunnelene vil være ca 400 m, men vil kun berøre eksisterende veg på deler av denne er strekingen.</p> <p>Strekningene på hver side av tunnelene og tunnelpåhoggene ligger i områder som anses som trygge for ras.</p>

9.2 Konklusjon

Sett under ett er dagens situasjon (alternativ E1) vurdert til å ha det høyeste risikonivået for trafikanter i normal drift.

Med oppgradering til ny sammenhengende Sivle-Stalheimstunnel (alternativ E2/K1) vil risikonivået for trafikantene bli noe bedre gjennom Nærøydalen. Den rasutsatte strekningen med veg i dagen mellom eksisterende Sivle- og Stalheimstunnel elimineres, og tunnelen oppgraderes til tunnelklasse B. Likeledes fjerner tunnel K1 rasutsatt strekning gjennom Nærøydalen mellom Glashammar bru og Hylland. Anleggsfasen for dette alternativet vil være omfattende i forhold til krav til tiltak for å opprettholde akseptabel sikkerhet både for trafikantene og arbeiderne.

Lang tunnel mellom Hylland og Sleen (alternativ L1) vil legge E16 i en helt ny trasé utenfor Nærøydalen. Alternativet eliminerer først og fremst eksisterende strekninger med veg i dagen som er vurdert å ha høyt risikonivå. Tilsvarende som for ny Sivle-Stalheimstunnel, er den lange tunnelen L1 vurdert å ha uønskede hendelser på høyt risikonivå, men kurvatur og stigning i L1 er bedre enn i den oppgraderte Sivle-Stalheimstunnelen. Dette alternativet vil forbedre sikkerheten for gjennomgangstrafikken. Resterende lokaltrafikk på eksisterende E16, vil være liten. Selve anleggsfasen for dette alternativet vil i liten grad påvirke trafikantsikkerheten.

For alternativ N3/K1 er selve tunnelene K1 og N3 vurdert til å ha et tilsvarende risikonivå som tunnelen L1. Dette alternativet eliminerer også store deler av eksisterende strekninger med veg i dagen som er vurdert å ha høyt risikonivå. Alternativet opprettholder dagens veg fra Hylland til østre tunnelportal K1, samt området ved Glashammaren mellom tunnelene. Endelig løsning for strekningen mellom tunnelene er ikke planlagt, men det forutsettes at krav til standard veg oppfylles. Strekningen på 400 m er utfordrende med tre bruer, kryssløsning og avkjørslser. Anleggsfasen for dette alternativet vil, på samme måte som L1, i liten grad påvirke trafikantene ved bygging av tunnelene. Konfliktområdet mellom anleggsarbeid og allmenn trafikk vil være i området mellom tunnelene.

For alle alternativer med anleggsfase, forutsettes det at sikkerhet for arbeiderne ivaretas gjennom HMS-rutiner og sikker jobb analyser.

Alternativ L1 er totalt sett vurdert til å være det beste alternativet i forhold til fremtidig trafikantsikkerhet, og anleggsfasen vil også i veldig liten grad påvirke trafikantene.

På bakgrunn av resultatene fra risikovurderingen, rangeres alternativene som følger i forhold til sikkerhet for trafikanter og anleggsarbeidere. Det sikreste alternativet er rangert først:

1. L1 – Lang tunnel Hylland - Sleen
2. N3/K1 – Tunnel Glashammaren – Sleen (N3), tunnel Hylland bru – Glashammar bru (K1)
3. E2/K1 – Oppgradert og sammenhengende tunnel Sivle-Stalheim, tunnel Hylland bru – Glashammar bru (K1)
4. E1 – Dagens veg

10. REFERANSER

- /1/ Håndbok 021 Vegtunneler, Statens vegvesen
- /2/ Håndbok 271 Risikovurderinger i vegtrafikken, Statens vegvesen
- /3/ Veileder for risikoanalyser av vegtunneler; Statens vegvesen, Vegdirektoratet, veg- og trafikkavdelingen, Trafikksikkerhetsseksjonen, datert 2007-10-31
- /4/ Beredskapsplan for trafikkavvikling E16 Gudvangen / Nærøydalen; revidert 27.1.10
- /5/ E16 Stalheimstunnelen; beredskapsplan for tunneler region vest, spesiell del; datert 16.5.2007
- /6/ E16 Sivletunnelen; beredskapsplan for tunneler region vest, spesiell del; datert 16.5.2007
- /7/ Rapport E16 Nærøydalen – risikovurdering av alternative løsninger for rassikring; datert 5.10.2009
- /8/ Hendelsesrapporter for Sivle- og Stalheimstunnelen; Statens vegvesen datert 1.2.2010
- /9/ Oversikt over trafikkulykker E16 Nærøydalen fra og med 1.1.1999, Statens vegvesen
- /10/ Kart over alternative veglinjer, kilde Statens vegvesen
- /11/ TUSI-beregninger av aktuelle tunneler, Statens vegvesen
- /12/ Vegbilder av dagens E16
- /13/ Håndbok 115 Analyse av ulykkessteder, Vedleggsdel for manuelle beregninger, Statens vegvesen

VEDLEGG 1 TUSI-BEREGNINGER

Tilbake Hovedresultater: **Sivletunnelen** Alternativ **0**

Total lengde: **1080 m** ÅDT : **2000**

Utskrift Resultatene gjelder inne i tunnelen

Kjøretøystopp: **7,884 antall pr år**
 Beregningen er basert på data fra video-overvåket tunnel

Personskadeulykker:


0,277 antall pr år
0,351 pr mill kjtkm (ulykkesfrekvens)

Branntilløp:

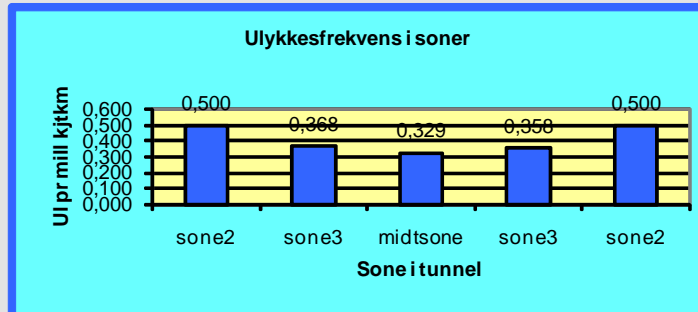
0,008 antall pr år lett bil
0,004 antall pr år tung bil

0,012 totalt antall pr år

Tovegs trafikk



Ulykkesfrekvens i soner



	Lengder i meter
Sone 2	2x50
Sone 3	2x100
Midtsone	780
Totalt	1080

Egne merknader:

Tilbake Hovedresultater: **Stalheimstunnelen** Alternativ **0**

Utskrift Total lengde: **1175 m** ÅDT : **2000**

Resultatene gjelder inne i tunnelen

Kjøretøystopp: 8,5775 antall pr år
Beregningen er basert på data fra video-overvåket tunnel

Personskadeulykker:

0,296 antall pr år
0,345 pr mill kjtkm (ulykkesfrekvens)

Branntilløp:

0,009 antall pr år lett bil
0,004 antall pr år tung bil

0,013 totalt antall pr år

Tovegs trafikk

Ulykkesfrekvens i soner

	Lengder i meter
Sone 2	2x50
Sone 3	2x100
Midtsone	875
Totalt	1175

Egne merknader:

Tilbake Hovedresultater: **Nærøydalen ny tunnel** Alternativ **0**

Utskrift Total lengde: **2300 m** ÅDT : **2000**

Resultatene gjelder inne i tunnelen

Kjøretøystopp: 20,148 antall pr år
Beregningen er basert på data fra video-overvåket tunnel

Personskadeulykker:

0,304 antall pr år
0,181 pr mill kjtkm (ulykkesfrekvens)

Branntilløp:

0,019 antall pr år lett bil
0,010 antall pr år tung bil

0,029 totalt antall pr år

Tovegs trafikk

Ulykkesfrekvens i soner

	Lengder i meter
Sone 2	2x50
Sone 3	2x100
Midtsone	2000
Totalt	2300

Egne merknader:

3

Tilbake

Hovedresultater: **Nærøydalen L1** Alternativ **L1**

Utskrift

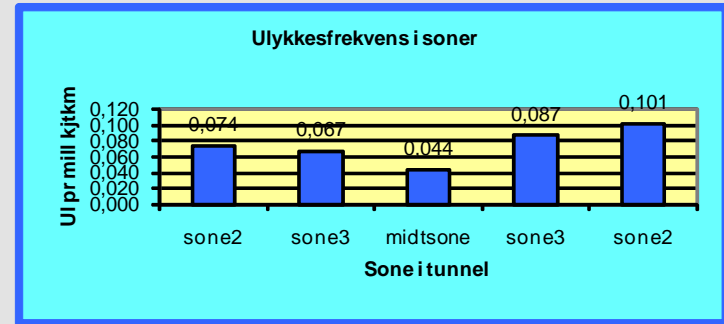
Total lengde: **5290 m** ÅDT : **2000**

Resultatene gjelder inne i tunnelen

Kjøretøystopp: 46,3404 antall pr år
 Beregningen er basert på data fra video-overvåket tunnel

Personskadeulykker:
0,178 antall pr år
0,046 pr mill kjtkm (ulykkesfrekvens)

Branntilløp:
0,040 antall pr år lett bil
0,024 antall pr år tung bil
0,063 totalt antall pr år



	Lengder i meter
Sone 2	2x50
Sone 3	2x100
Midtsone	4990
Totalt	5290

Egne merknader:

llø

Tilbake

Utskrift

Hovedresultater: Nærøydalen K1 **Alternativ K1**

Total lengde: 1980 m **ÅDT : 2000**

Resultatene gjelder inne i tunnelen

Kjøretøystopp: 14,454 antall pr år
Beregningen er basert på data fra video-overvåket tunnel

Personskadeulykker:

0,135 antall pr år
0,093 pr mill kjtkm (ulykkesfrekvens)

Branntilløp:

0,011 antall pr år lett bil
0,007 antall pr år tung bil

0,018 totalt antall pr år

Tovegs trafikk

sone 2

sone 3

midtsone

sone 3

sone 2

Ulykkesfrekvens i soner

Sone i tunnel	Ulykkesfrekvens (U per mill kjtkm)
sone2	0,241
sone3	0,159
midtsone	0,080
sone3	0,123
sone2	0,187

	Lengder i meter
Sone 2	2x50
Sone 3	2x100
Midtsone	1680
Totalt	1980

Egne merknader:

3

Tilbake

Hovedresultater: **Nærøydalen N3** Alternativ **0**

Utskrift

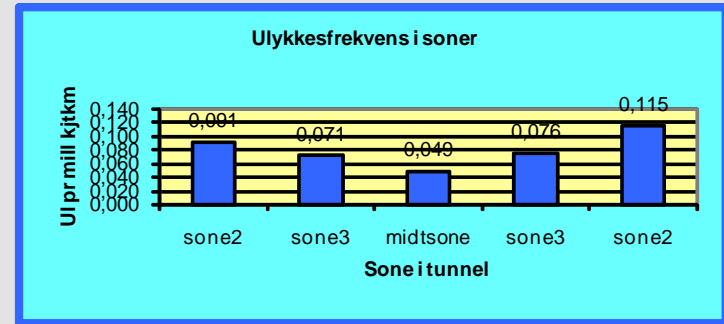
Total lengde: **3800 m** ÅDT : **2000**

Resultatene gjelder inne i tunnelen

Kjøretøystopp: 33,288 antall pr år
 Beregningen er basert på data fra video-overvåket tunnel

Personskadeulykker:
0,144 antall pr år
0,052 pr mill kjtkm (ulykkesfrekvens)

Brantilløp:
0,027 antall pr år lett bil
0,014 antall pr år tung bil
0,041 totalt antall pr år



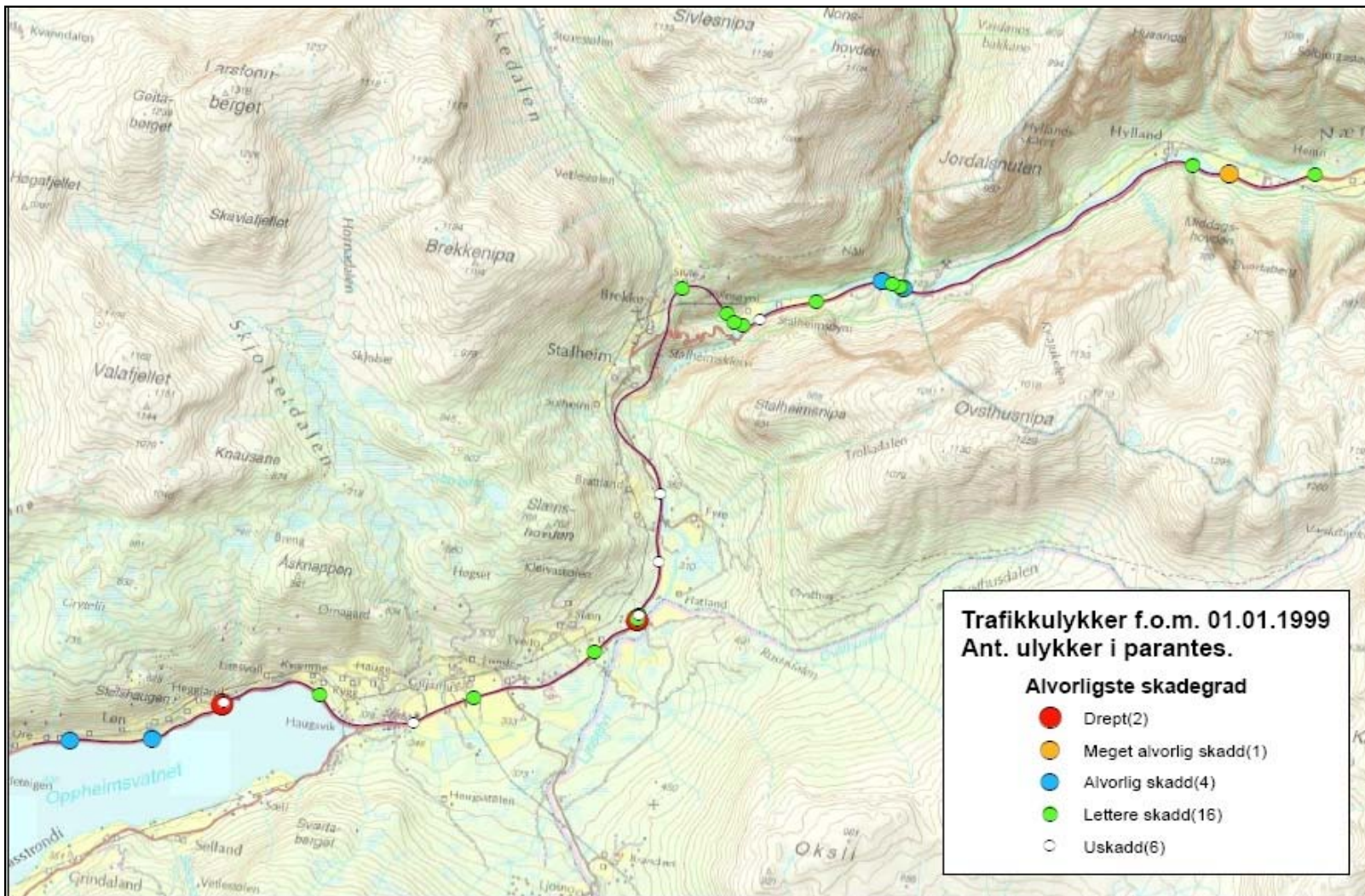
	Lengder i meter
Sone 2	2x50
Sone 3	2x100
Midtsone	3500
Totalt	3800

Egne merknader:

[Empty yellow box for notes]

4

VEDLEGG 2 KART



VEDLEGG 3 – 6 DETALJERT ANALYSEINFORMASJON