


RAPPORT

Vei 2018/03



RAPPORT OM TUNNELULYKKE PÅ FV 7 RAUNEKLEIVTUNNELEN VED SAMNANGER I HORDALAND 11. JULI 2017

 English summary included

Statens havarikommisjon for transport (SHT) har utarbeidet denne rapporten utelukkende i den hensikt å forbedre trafikksikkerheten. Formålet med undersøkelsene er å identifisere feil og mangler som kan svekke trafikksikkerheten, enten de er årsaksfaktorer eller ikke, og fremme tilrådinger. Det er ikke Havarikommisjonens oppgave å ta stilling til sivilrettslig eller strafferettslig skyld og ansvar. Bruk av denne rapporten til annet enn forebyggende sikkerhetsarbeid skal unngås.

ISSN 1894-5929 (digital utgave)

Statens havarikommisjon for transports virksomhet er hjemlet i lov 18. juni 1965 nr. 4 om veitrafikk § 44 jf. forskrift 30. juni 2005 nr. 793 om offentlige undersøkelser og om varsling av trafikkulykker mv. § 2

Foto: SHT

INNHALDSFORTEGNELSE

MELDING OM ULYKKEN	3
SAMMENDRAG	3
ENGLISH SUMMARY	3
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER	4
1.1 Hendelsesforløp	4
1.2 Redningsarbeid og personskader	5
1.3 Skader på kjøretøy	5
1.4 Ulykkesstedet	6
1.5 Trafikanter	8
1.6 Kjøretøy og last	8
1.7 Vær- og føreforhold	9
1.8 Vegforhold	9
1.9 Spesielle undersøkelser	12
1.10 Lover og forskrifter	13
1.11 Myndigheter, organisasjoner og ledelse	14
1.12 Andre opplysninger	15
1.13 Iverksatte tiltak	17
2. ANALYSE	17
2.1 Innledning	17
2.2 Vurdering av hendelsesforløpet	18
2.3 Bilførers mulighet til å oppdage syklist i tunnelen	18
2.4 Tunnelens sikkerhetsnivå for syklist	19
2.5 Syklisters synlighet i tunneler	21
3. KONKLUSJON	21
3.1 Hendelsesforløpet, operative og tekniske faktorer	21
3.2 Organisatoriske faktorer og rammefaktorer	21
4. SIKKERHETSTILRÅDINGER	22
REFERANSER	23
VEDLEGG	24

RAPPORT OM VEITRAFIKKULYKKE

Dato og tidspunkt:	11. juli 2017 kl. 1045	
Ulykkessted:	Fv. 7 Raunekleivtunnelen i Samnanger kommune, Hordaland	
Vegnr, hovedparsell (hp), km:	Fv. 7, hp 19, km 8327 (midt i tunnelen)	
Ulykketype:	Tunnelulykke, påkjøring bakfra, sykkelulykke	
Kjøretøy type og kombinasjon:	Sykkel: TREK landeveissykkel, Karbon, (2013)	Personbil: Suzuki Ignis, 2004
Type transport:	Privat, sykkelferie	Privat

MELDING OM ULYKKEN

Statens havarikommisjon for transport (SHT) ble varslet av veitrafikksentralen (VTS) om ulykken den 11. juli 2017 kl. 1124. Vaktstående havariinspektør iverksatte forundersøkelse umiddelbart.

SAMMENDRAG

Tirsdag 11. juli 2017 ca. kl. 1045 inntraff en ulykke i Raunekleivtunnelen, hvor en syklist omkom av skadene han ble påført av en personbil. Syklisten var i et følge med flere andre på vei fra Austevoll mot Hardanger, men på ulykkestidspunktet syklet han et stykke bak de øvrige syklistene. Påkjørselen skjedde omtrent midtveis i den 250 m lange tunnelen, ved at syklisten ble innhentet av en personbil bakfra.

Raunekleivtunnelen er svakt belyst med mørke vegger og ikke tilrettelagt for myke trafikanter. Det er imidlertid lov å sykle i tunnelen, og det var ikke skiltet omkjøring. Fartsgrense var 80 km/t på strekningen.

SHT fastslår at kombinasjonen av mørk tunnel, fartsnivå og manglende tilpasning for syklistene var sammenfallende faktorer som bidro til at ulykken skjedde.

Statens havarikommisjon for transport fremmer en sikkerhetstilråding i undersøkelsen.

ENGLISH SUMMARY

On Tuesday 11 July 2017, at approximately 10.45, there was an accident in the Raunekleiv tunnel in which a cyclist died as a result of injuries sustained when he was hit by a passenger car. The cyclist was part of a group en route from Austevoll to Hardanger, but at the time of the accident, he was cycling some distance behind the rest of the group. The accident took place about halfway through the 250-metre-long tunnel when a passenger car travelling in the same direction caught up with the cyclist.

The Raunekleiv tunnel is a poorly lit tunnel with dark walls and is not adapted for cyclists and pedestrians. However, cycling in the tunnel is allowed, and no alternative route was signposted. The speed limit on the stretch of road in question was 80 km/h.

The Accident Investigation Board Norway (AIBN) concludes that the dark tunnel, the speed level and the lack of adaptation for cyclists were all contributing factors to the accident.

The AIBN proposes one safety recommendation based on this investigation.

1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

1.1 Hendelsesforløp



Figur 1: Ulykken skjedde inne i Raunekleivtunnelen i Samnanger kommune. Kart: Kystinfo.no, Kystverket

Tirsdag 11. juli 2017 ca. kl. 1045 syklet et følge med tolv belgiske syklister gjennom Raunekleivtunnelen, fylkesveg 7, på tur fra Austevoll retning Hardanger. Raunekleivtunnelen er 250 meter lang og ligger mellom Trengereid og Norheimsund. På grunn av tekniske problemer med en sykkel, stoppet to av syklistene opp litt før Raunekleivtunnelen og havnet bak resten av gruppen. De ti andre syklistene fortsatte videre, og ni av disse syklet relativt samlet gjennom tunnelen. Den tiende syklisten syklet også inn i Raunekleivtunnelen, men havnet et lite stykke bak de andre.

En personbil som kjørte i samme retning som syklistene, passerte de to syklistene som hadde stoppet utenfor tunnelen og fortsatte videre inn i Raunekleivtunnelen. I en svak venstre kurve midtveis i tunnelen, ca. 138 meter fra tunnelåpningen mot Samnanger,

kjørte personbilen på syklisten bakfra. Ifølge fører og vitne som kjørte bak ulykkesbilen, var farten ca. 70 km/t da ulykken inntraff. Personbilen traff syklisten med høyre side foran, sett i kjøreretningen. Syklisten traff panseret, frontruta og taket, og ble liggende i sitt kjørefelt. Bilføreren har opplyst at han ikke hadde sett syklisten og han oppfattet heller ikke at han hadde kjørt på en syklist.

Et vitne som kjørte i motsatt retning i det ulykken skjedde, har forklart at han så at sykkelen havnet under bilen bak ham, og stoppet for å hjelpe.

1.2 Redningsarbeid og personskader

Et av vitnene til ulykken fra et motgående kjøretøy varslet Akuttmedisinsk kommunikasjonsentral (AMK). Luftambulansse ankom ulykkesstedet først, deretter kom ambulansen og vakthavende lege. Vitner på stedet ga umiddelbar førstehjelp, som ble overtatt av redningspersonellet da de ankom ulykkesstedet.

Den rettsmedisinske obduksjonsrapporten konkluderte med at den omkomne døde av skadene han pådro seg i ulykken.

Føreren av personbilen brukte bilbelte og ble ikke fysisk skadet i ulykken.

1.3 Skader på kjøretøy

Personbilen og sykkelen ble undersøkt. Det ble også gjennomført en oppstilling for å visualisere mulig treffpunkt mellom sykkel og bil, se figur 5.

1.3.1 Skader på sykkel

Sykelrammen ble knekt i flere deler og hjulene ble deformert. Sykkelen var utstyrt med lys foran og bak. Disse var ifølge vitner fortsatt påslått etter ulykken.



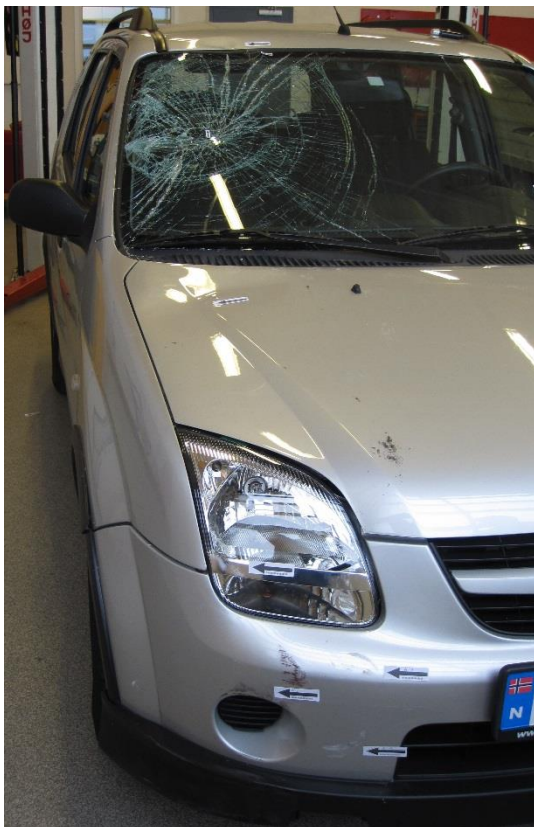
Figur 2: Sykkelrammen knakk i flere deler og bakhjulet ble deformert. Foto: SHT



Figur 3: Sykkelen rekonstruert. Foto: SHT

1.3.2 Skader på personbil

Personbilens frontrute ble knust på høyre side som følge av sammenstøtet med syklisten. Det ble funnet en bulk i panserets høyre side, en bulk i taket og diverse merker og avskrapninger i høyre front og langs bilens høyre side, se figur 4. Merkene antas å stamme fra ulykken.



Figur 4: Skader på høyre side av personbilen, hvor de forskjellige bulkene/skadene/kontaktmerkene er markert med piler. Foto: SHT



Figur 5: Antatt treffpunkt mellom personbil og sykkel. Foto: SHT

1.4 Ulykkesstedet

Spor og skader på ulykkesstedet ble dokumentert av politiet og Statens vegvesen på ulykkesdagen.



Figur 6: Bildet er tatt ca. 10 meter fra tunnelåpningen. Da bildet ble tatt var lysforholdene tilnærmet lik ulykkesdagen. Foto: SHT

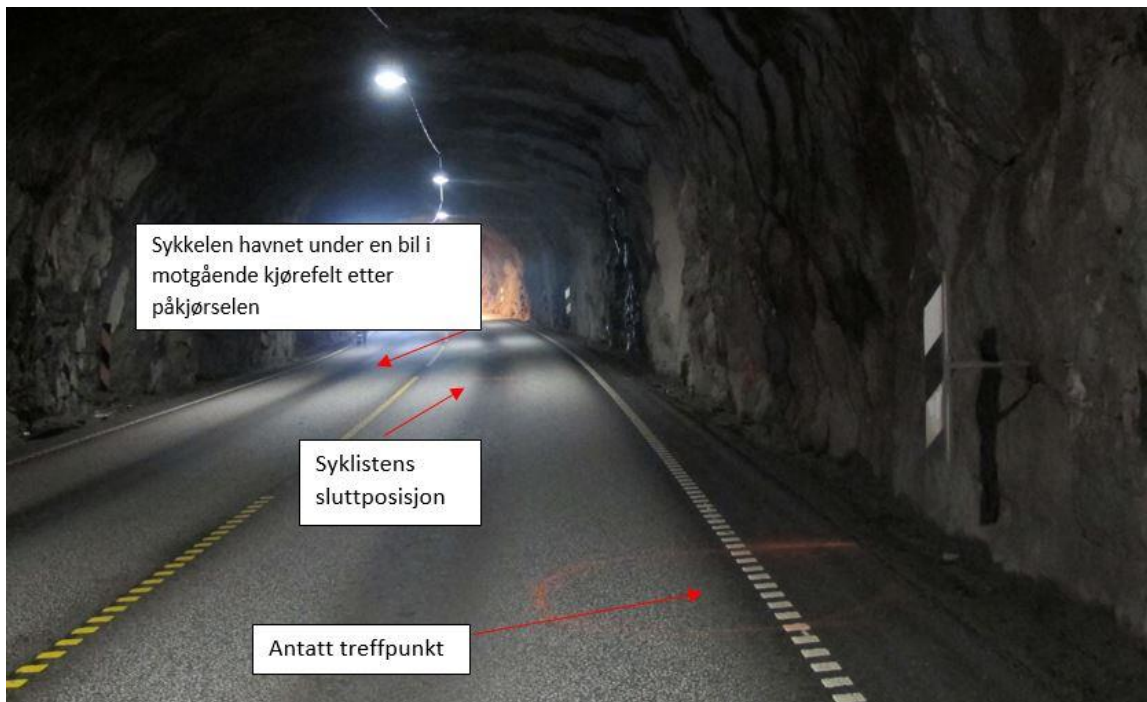
Ulykken skjedde inne i Raunekleivtunnelen. Det antatte ulykkesstedet ligger om lag midt i og på det mørkeste stedet i tunnelen, ca. 138 meter fra tunnelåpningen i retning mot Samnanger. Vegbanen var asfaltert og tørr.

I følge politiet ble den avdøde funnet liggende midt i kjørefeltet i retning Samnanger. I følge vitnebeskrivelse var sykkelens sluttposisjon midt i motsatt kjørefelt fra der syklisten lå.

Da politiet ankom stedet lå sykkel i høyre grøft, retning Samnanger. På tilnærmet samme sted lå også hjelmen, et par lesebriller, to par solbriller og en klokke tilhørende den avdøde. Nøyaktig sluttposisjonen for alle objekter er likevel usikre da disse kan ha blitt flyttet på etter ulykken.

I følge Statens vegvesen ble det funnet kontaktmerke på et markeringsskilt på høyre side. Fra antatt treffpunkt til forulykkedes sluttposisjon var det ca. 7,9 meter.

Det var ikke bremsespor etter personbilen. Det ble ikke påvist noen materielle skader på tunnelen.



Figur 7: Ut fra funn på ulykkesstedet antas treffpunktet å være ca. 138 meter inne i tunnelen i retning Samnanger. Klokken til syklisten ble funnet i grøfta i området mellom antatt treffpunkt og sluttposisjon for syklisten Foto: SHT

1.4.1 Befaring i Raunekleivtunnelen

14. september gjennomførte SHT en befaring i tunnelen der blant annet vegforhold ble dokumentert. SHT gjorde målinger på stedet og kjørte gjennom tunnelen med sykkelmarkør for å visualisere synligheten til syklisten. Syklistens bekledning og lys på sykkel, var tilnærmet lik som på ulykkesdagen.

19. oktober ble det gjennomført tester av lysforholdene i tunnelen, utført av representanter fra Universitetet i Sørøst-Norge (tidligere Høgskolen i Sørøst-Norge). Dette blir nærmere omtalt i kapittel 1.9.

1.5 Trafikanter

Det ble tatt blodprøver av personbilføreren og av syklisten. Begge prøvene var negative på alkohol og andre medikamenter.

1.5.1 Fører av personbil

Føreren av personbilen var 86 år på ulykkestidspunktet. Føreren hadde førerkort i førerkortklasse AMA1BEST med førerrett fra 6. september 1974, og har siden 2014 fått godkjent førerrett for ett års gyldighet.

Siste fornyelse av førerrett var 13. januar 2017. Ved siste førerkortfornyelse i januar 2017 ble det gjennomført helseundersøkelse. Utfra en vurdering av kognitiv funksjon, allmenn helsetilstand og syn, med støtte fra en optikerattest fra 16. oktober 2016, vurderte fastlegen at føreren oppfylte helsekravene i førerkortforskriften.

Føreren har oppgitt at han har unngått mørkekjøring de siste 10 år, formodentlig grunnet aldersbetinget svekkelse av mørkesynet. Da ulykken inntraff brukte han synsregulerende briller.

1.5.2 Syklisten

Syklisten var belgisk og 58 år. Han var en del av et følge på tolv personer fra Belgia som var på sykkelferie i Norge. Følget bestod av erfarne syklister som flere ganger hadde vært på sykkelferie sammen. Dette var første gang de var i Norge.

Syklisten brukte sykkelhjelm og var iført sort sykkelbukse og rød sykkelskjorte, men uten refleks på hjelm eller klær.

En i sykkelfølget har fortalt SHT at de skaffet seg informasjon om tunneler i Norge fra et britisk nettsted, <http://www.cycletourer.co.uk/>. Nettstedet har et kart som viser alle tunneler i Norge.

I følge en i sykkelfølget kjente de til at det fantes en omkjøringsvei rundt tunnelen. De valgte imidlertid å kjøre gjennom tunnelen, på bakgrunn av informasjonen fra nettsiden, som indikerte at tunnelen var trygg for syklister. SHT har blitt fortalt at de syklet samlet på rekke, en og en, plassert nær den hvite kantlinja, men innenfor kjørebanelen. Den omkomne syklisten syklet litt bak hovedgruppen gjennom tunnelen.

1.6 Kjøretøy og last

1.6.1 Sykkel

Sykkelen til den omkomne syklisten var en landeveissykkel av merket Trek Madone 5.2, 2013 modell med karbon ramme. Sykkelen var utstyrt med hvitt lys foran og rødt lys bak. Pedalene på sykkelen var klikkpedaler og hadde ikke påmontert refleks på pedal eller pedalarm.

1.6.2 Personbil

Personbilen er en Suzuki Ignis, 2004-modell. Kjøretøyet var sist godkjent i periodisk kjøretøykontroll 17. februar 2016. Bilen var førstegangsregistrert i Norge 20. januar 2004. Fører er eier av bilen.

Statens vegvesen gjennomførte teknisk kontroll av kjøretøyet i etterkant av ulykken. Det ble blant annet gjennomført prøver med kontrollutstyr for lys. Der ble det påvist at venstre nærllys hadde mindre avvik, og at det lyste for langt mot høyre. Kontrollen konkluderte med at lysene var i god stand, på tross av avviket. Bilens dekk var utstyrt med sommerdekk, som hadde tilfredsstillende mønsterdybde.

Det ble ikke avdekket tekniske feil eller mangler som kunne ha medvirket til ulykken.

1.7 Vær- og føreforhold

Ulykken skjedde i Raunekleivtunnelen hvor vegbanen var tørr. Temperatur på ulykkestidspunktet var ca. 15 °C. I følge politiet var det oppholdsvær med normalt dagslys utenfor tunnelen.

1.8 Vegforhold

1.8.1 Generelt

Raunekleivtunnelen er en del av Fv. 7 i Samnanger kommune. Strekningen, som før 2010 var riksveg, er nå en del av vegnettet til Hordaland fylkeskommune.

Statens vegvesen drifter Fv.7 på vegne av fylkeskommunen gjennom «sams vegadministrasjon». Deler av strekningen, fra Granvin til Steindalsfossen, er kategorisert som Nasjonal turistveg, og er en av de fire strekningene som utgjør Nasjonal turistveg Hardanger.

Statens vegvesen oppgir at fylkesveg 7 i Hordaland er en hyppig frekventert strekning for syklistene. Det finnes imidlertid ingen oversikt over hvor mange syklistene som ferdes på strekningen hvert år.

Strekningen har en årsdøgntrafikk¹ (ÅDT) på 5500 kjøretøy (2016), hvor tungtrafikk utgjør ca. 10 %.

¹ Det totale antall kjøretøy som passerer strekningen i løpet av ett år, dividert med 365.

1.8.2 Raunekleivtunnelen



Figur 8: Bildet er tatt fra tunnelåpning i personbilens kjøreretning. Foto: SHT

Raunekleivtunnelen er en ettløpstunnel. Tunnelen er 250 meter lang og strekker seg fra hp 8201 til hp 8452. Fartsgrense i tunnelen er 80 km/t.

Raunekleivtunnelen var ferdigstilt i 1972. Tunnelen har tunnelprofil T8, og var prosjektert etter tverrsnitttype C, som var gjeldende retningslinjer på byggetidspunktet. Det er tillatt å sykle gjennom tunnelen.

1.8.3 Vegmiljø

Tunnelen har asfaltdekke, og er en tofelts vei med profilert kant- og midtlinje. Kjørefanens bredde er ca. 6,3 meter, kjørefeltbredde ca. 3,15 meter og asfaltet skulderbredde er ca. 0,5 meter. Det er ca. en meter fra kantlinje til markeringsskiltene som er på hver side av vegbanen (se figur 8 og figur 9). Markeringsskiltene er plassert ca. 50 cm ut fra tunnelveggen, som består av sprengt råfjell.

Statens vegvesen foretar tilstandsmålinger av vegnettet ca. 1 gang per år. Det ble utført målinger i tunnelen i 2017, og disse viste at kjørefeltet, fra Trengereid mot Samnanger består av en forholdsvis rett strekning på ca. 100 meter inn tunnelen. Deretter er det en overgang til svak venstrekurve som på ulykkespunktet har en horisontal kurveradius på ca. 420 meter. Etter dette blir venstrekurven enda litt skapere, hvor den ca. 200 meter inne i tunnelen har en horisontal kurveradius på ca. 330 meter. På grunn av kurve i tunnelen er det ikke mulig å se gjennom tunnelen fra tunnelmunningene, se figur 8.

På ulykkespunktet er det målt en stigning og dosering til henholdsvis 2.5° og 3.2°.



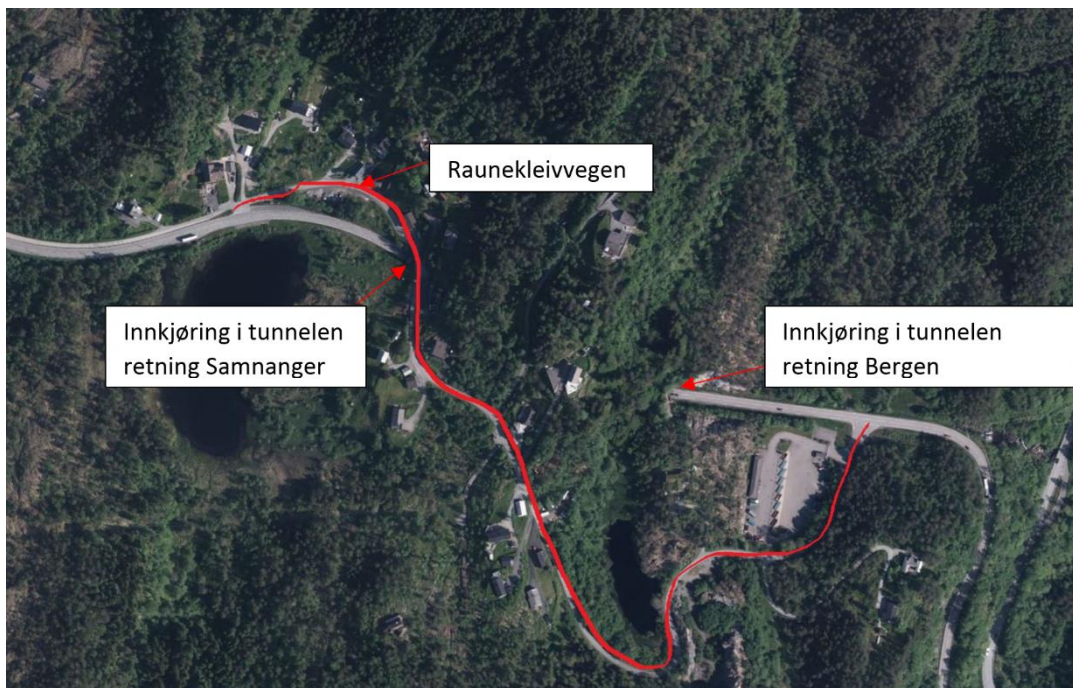
Figur 9: Vegmiljø inne i Raunekleivtunnelen. Foto: SHT

I følge Statens vegvesen ble belysningsanlegget vedlikeholdt i 2015, og det ble montert opp 16 stk QL55w og 10 stk 250w armaturer. Totalt 26 stk nye armaturer ble montert som erstatning for 20 stk gamle armaturer (sox35w og 250w). Det ble ikke foretatt lysberegning i forbindelse med dette vedlikeholdet.

1.8.4 Omkringliggende forhold

Raunekleivvegen er en ca. 1 km lang alternativ rute som gjør det mulig for både syklist og personbiler å kjøre utenom tunnelen. Denne vegen er ikke skiltet som alternativ omkjøringsveg.

Det går også en gang og sykkelvei på strekningen inn mot tunnelen, i retning Samnanger. Gang- og sykkelveien opphører like før tunnelen, og den er ikke skiltet videre etter innkjørsel til boligfelt.



Figur 10: Kartutsnittet viser den alternative omkjøringsveien, Raunekleivvegen, markert med rødt over tunnelen. Kilde: Vegkart.no / SHT

1.9 Spesielle undersøkelser

På oppdrag fra SHT foretok Universitetet i Sørøst-Norge målinger og analyse av belysningen i Raunekleivtunnelen. Lysforholdene ble målt systematisk gjennom hele tunnelen, med første måling 100 meter fra tunnelåpningen i førerens og syklistens kjøreretning.

1.9.1 Referanseramme for målingen

Dagens håndbokkrav til belysning (N500 Vegtunneler), ble brukt som referanseramme for målingen.

Staten vegvesens håndbøker er delt i tre nivåer, hvor det skilles mellom normaler (bøker i N-serien) som er hjemlet i lovverk, retningslinjer (R-serien) som er hjemlet i lovverk eller instruks fra Vegdirektøren og veiledninger (V-serien) som er hjelpedokumenter som understøtter normalene og retningslinjene.

SHT kjenner til at håndboken N500 Vegtunneler i utgangspunktet ikke er gjeldende for Raunekleivtunnelen på grunn av tunnelens alder. Da tunnelen ble bygd fantes det ikke krav til belysning. Bakgrunnen for at SHT likevel valgte å bruke dagens krav til belysning som referanseramme for målingen, er Statens vegvesens egne anbefalinger når det gjelder belysning i tunneler der det ferdes myke trafikanter.

Statens vegvesen har i håndbok V122 Sykkelhåndboka (2014) anbefalt at alle tunneler lengre enn 100 meter og som er åpne for gående og syklende bør ha belysning og ventilasjon i henhold til kravene gitt i håndbok N500 Vegtunneler. Sykkelhåndboka (V122) anbefaler at krav til belysning også skal gjelde for eksisterende tunneler.

1.9.2 Resultater fra belyningsanalyse av Raunekleivtunnelen

I følge håndbok V124 bør tunneler ha en luminansjevnhet fra innkjøringssonen til utkjøringssonen, som skal ha en gradvis reduksjon for å gi førere en bedre kontrastfølsomhet, synsskarphet og forbedrede blendingsforhold.

Rapporten konkluderte med at luminansen på vegdekket og veggene ikke oppfyller Statens vegvesens anbefalinger.

Oppsummering av rapporten;

Belysningen i Raunekleivtunnelen følger ikke de viktigste kravene som sikrer trygghet og visuell komfort for trafikantene

Lysnivået i Raunekleivtunnelen er for lavt med for dårlig fordeling av belysning inne i tunnelen. Dette vanskeliggjør synsapparatets adaptasjon til den mørke situasjonen i tunnelen

Luminansnivået på veggene er også altfor lavt, noe som fører til reduserte kontraster og redusert evne til å se syklist/fotgjengere

Den totale luminansjevnhet og langsgående luminansjevnhet er mye lavere enn de tillatte verdier

Det er mangel på nisjebelysning

I tillegg er det stor risiko for blinding i tunnelen

Rapporten fra Universitetet i Sørøst-Norge er vedlagt. (Vedlegg B.)

1.10 **Love og forskrifter**

1.10.1 Vegtrafikkloven

Lov om vegtrafikk 18. juni 1965 (Vegtrafikkloven) og tilhørende trafikkregler stiller krav til førers ansvar ved bruk av kjøretøy².

1.10.2 Forskrift om krav til sykkel

Forskrift 19. februar 1990 nr. 119 om krav til sykkel (forskrift om krav til sykkel) stiller krav til lys og refleks på sykkel. Forskriften gjelder for sykler som tas i bruk første gang i Norge 1. januar 1971 eller senere.

1.10.3 Vegloven

Lov om vegar 21. juni 1963 (Vegloven) stiller krav til utforming og drift med tilhørende forskrifter³.

² <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1965-06-18-4?q=Vegtrafikkloven>

³ <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1963-06-21-23?q=Vegloven>

1.10.3.1 *Krav til tunnelen*

I følge Statens vegvesen fantes det ikke noen håndboknormal for bygging av vegtunneler i 1972, og knapt noen krav til tunneler, utover bredde og tverrsnitt. Minstekrav når det gjelder belysning og ventilasjon i vegtunneler kom først i 1981.

Det er en rekke lov- og forskriftskrav som regulerer sikker ferdsel i tunnel. Forskrift av 15. mai 2007 nr. 517 om minimum sikkerhetskrav til visse vegtunneler (tunnelsikkerhetsforskriften)⁴ er sentral. Tunnelsikkerhetsforskriften ble i 2015 også gjort gjeldende for tunneler på fylkesvegnettet og kommunalt vegnett i Oslo, jamfør forskrift av 12. oktober 2014 nr.1566 om minimum sikkerhetskrav til visse tunneler på fylkesvegnettet og kommunalt vegnett i Oslo (tunnelsikkerhetsforskrift for fylkesveg m.m)⁵.

Vegdirektoratets håndbok, Håndbok N500 Vegtunneler (2016), er grunnleggende når det gjelder utforming og krav til nye tunneler, også når det gjelder tilrettelegging for gående og syklende. I håndboken er det satt krav til at vegtunneler med lengde over 100 meter skal belyses og at det skal foretas lysberegninger før installasjon av belysningsanlegg. Videre er det satt krav til at tunneler som har gang- og sykkeltrafikk skal belyses dersom lengden er over 25 meter. Kravet gjelder for alle nye tunneler og tunneler hvor belysningsanleggene skal rehabiliteres.

1.11 **Myndigheter, organisasjoner og ledelse**

1.11.1 Hordaland fylkeskommune

Hordaland fylkeskommune er eier av fylkesveinettet og har ansvaret for den overordnede samferdselsplanleggingen i Hordaland. Dette betyr ansvar for om lag 2 900 km med vei, i tillegg til 16 av 18 ferjesamband. Eierskapet til en del av veiene i fylket ble overført fra Statens vegvesen til Hordaland fylkeskommune i forbindelse med forvaltningsreformen i 2010. Fylkeskommunen har også ansvaret for prioritering av investeringstiltak og større vedlikeholdstiltak på fylkesveinettet.

Organisasjonsmessig er ansvaret lagt til Vegseksjonen i Samferdselsavdelingen i Hordaland fylkeskommune.

1.11.2 Statens vegvesen

Statens vegvesen er et forvaltningsorgan underlagt Samferdselsdepartementet. Etaten er organisert i to forvaltningsnivåer – Vegdirektoratet og fem regioner. Statens vegvesen har ansvaret for planlegging, bygging, drift og vedlikehold av riksveier, samt godkjenning og tilsyn med kjøretøy og trafikanter. De utarbeider også bestemmelser og retningslinjer for veiutforming, drift og vedlikehold, veitrafikk, trafikantopplæring og kjøretøy.

Statens vegvesen er i tillegg tillagt oppgaven å stille med enhetlig vegadministrasjon på regionalt nivå for fylkesveiene. I dette tilfellet Statens vegvesen Region vest, som ledes av en regionvegsjef. Regionvegsjefen hører inn under fylkeskommunen når det gjelder fylkesveisaker, men inn under Vegdirektoratet i riksveisaker og andre statlige oppgaver,

⁴ <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2007-05-15-517?q=Tunnelsikkerhetsforskriften>

⁵ <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2014-12-10-1566?q=Tunnelsikkerhetsforskriften>

herunder Nasjonale turistveger – se vegloven § 10. Statens vegvesen har ansvaret for oppfølging av drift og vedlikehold av Fv7 på vegne av veieier Hordaland fylkeskommune.

1.12 Andre opplysninger

1.12.1 Oppgradering av tunneler

Som følge av krav i tunnelsikkerhetsforskriften skal det i årene fremover gjennomføres omfattende oppgraderinger av tunneler lengre enn 500 meter, i form av risikoanalyser og iverksetting av tiltak på bakgrunn av disse. Dette gjelder også i tunnelene eid av Hordaland fylkeskommune.

Raunekleivtunnelen er 250 meter lang, og faller derfor utenfor kravene til oppgradering i henhold til tunnelsikkerhetsforskriften. I følge opplysninger gitt fra Hordaland fylkeskommune og Statens vegvesen er det ikke foretatt trafikk sikkerhetsinspeksjon (TS-inspeksjon) eller risikovurdering av Raunekleivtunnelen.

1.12.2 Rapport «Sykling i tunnel» (2016)

Statens vegvesen Region vest gav i september 2016 ut rapporten «Sykling i tunnel» (Rapport nr. 257). Rapporten ble utarbeidet på bakgrunn av et problemnotat fra Vegavdeling Sogn og Fjordane om sykling gjennom eksisterende tunneler. I rapporten blir det listet opp kortsiktige og langsiktige tiltak for å ivareta sikkerheten til syklister i tunnel. Tiltak som blir foreslått er sykkelknapp/syklistvarsling, fartsreduksjon til 60 km/t, etablere og skilte alternativ rute og bedre lysforhold inne i tunnelen.

I rapporten inngår det to dokumenter for kartlegging av risiko; «Risikovurdering for sykling i tunnel - rammeverk» og «Sjekkliste for vurdering av sykling i tunnel». Standarden på rammeverket er, ifølge rapporten, i samsvar med gjeldende føringer for risikostyring i Statens vegvesen.

Rapporten ble utarbeidet som et regionalt fagnotat, og inngår nå i Statens vegvesens nasjonale styringssystem – Kvalitetssystemet under VEG/tunnel. I følge Statens vegvesen er bruken av rammeverket i dag avgrenset til oppgraderingsprosjektet som skal gjennomføres med utgangspunkt i krav som følge av tunnelsikkerhetsforskriften. I de tunnelene som inngår i prosjektet der det er lov å sykle, eller der det vurderes om det skal bli tillatt å sykle, skal det utarbeidede rammeverket for risikovurdering benyttes. I følge Statens vegvesen gjelder dette også tunneler på fylkesvegnettet. Det er da opp til fylkeskommunen å beslutte eventuelle tiltak.

1.12.3 Demografisk utvikling og aldersrelatert svekkelse i kjøreferdighet

Informasjon om den demografiske utviklingen i Norge viser at det blir flere eldre førere i årene fremover. I 1980 var det 20 % av førere over 65 år som hadde førerrett. I 2014 var andelen økt til 70 %, og denne vil bare fortsette å øke (Nordisk forsikringstidsskrift nr. 2/2014). I følge Transportøkonomisk institutt har eldre trafikanter en forhøyet risiko for ulykkesinnblanding og skade. En mulighet er at dette har sammenheng med sensoriske og kognitive forandringer som skjer med personer i høy alder. Aldringsprosessen fører til at

funksjoner som er viktige for å kunne ferdes sikkert, svekkes jo eldre personen er (Sagberg og Glad, 1999, i TØI 2003).

1.12.4 Normale synsendringer i forhold til alder

Synet endrer seg gradvis med alderen. Øyelinsen blir mer stiv og fokuspunktet flytter seg lenger vekk. Øyelinsen blir også gradvis mer uklar, noe som gjør at mindre lys slipper gjennom. Videre vil en uklar linse bidra til lysspredning i øyet, og konsekvensen av dette er økende lysblending og dårligere evne til å skille kontraster i omgivelsene. Endringene i øyelinsen gjør at det blir mye mer krevende å kjøre i mørket. Dette er merkbart for mange fra rundt 50-årsalderen og blir gradvis verre med økende alder.

Endringene i øyelinsen og andre endringer i øyet ved økende alder gjør at det tar lengre tid å tilpasse seg mørket, det vil si mørkeadaptasjon⁶. I tilfeller hvor en har kjørt bil i normalt dagslys har øynene vært utsatt for godt lys over lengre tid, og vil derfor bruke lang tid på å omstille seg. Pupillenes størrelse øker og minker automatisk i forhold til hvor mye lys det er. Denne mekanismen blir tregere med økende alder (50+), og bidrar til utfordringer i overgangen fra lys til mørke og omvendt. Den generelle følsomheten i synsfeltet reduseres noe med økende alder, og i noen tilfeller blir den også noe innskrenket⁷.

1.12.4.1 *Dimensjonerende trafikant for tunnelbelysning*

I følge rapporten «Fremtidens tunnelbelysning» utarbeidet av Norconsult på oppdrag fra Statens vegvesens etatsprogram «Varige konstruksjoner 2012-2015» er dagens krav til belysning dimensjonert med basis i en 23 år gammel normalt seende person. (Statens Vegvesens rapporter nr. 562, 2016). Bakgrunnen for dette er at formelverket utviklet av CIE⁸, internasjonalt standardiseringsorgan for belysning, i CIE 140 «Road lighting calculations» har en 23 åring med normalt syn som referansepunkt i formelen som brukes til å regne ut krav til belysning. Det er opp til den som skal bruke formelen å endre koeffisienten slik at den eventuelt korrigerer for dette.

Rapporten presiserer at degenereringen av synet er individuell, men anslår gjennomsnittlig at en 40-årig sjåfør trenger dobbelt så mye lys for å oppnå samme synsprestasjon som den dimensjonerende 23-åringen. Ved 60 år er det et behov for 3 ganger så mye lys. Det fremheves også at man med alderen blir tilsvarende mer ømfintlig for blending, så kun økning av belysningsnivå er ikke umiddelbart en god løsning for alle situasjoner.

⁶ <https://sml.snl.no/syn>

⁷ <http://www.overgang.no/tema/58/article/item/null/hva-skjer-med-oeve-og-syn-midt-i-livet>

⁸ Commission Internationale de l'Eclairage/International Commission on Illumination

1.13 Iverksatte tiltak

1.13.1 Statens vegvesens vurdering av Raunekleivtunnelen

SHT har mottatt informasjon fra Statens vegvesen Region vest der det vises til ulykkesundersøkellesgruppa til Statens vegvesen som har satt opp flere punkter til gjennomgang i etterkant av ulykken i Raunekleivtunnelen.

Punktene som ble vurdert var:

- *Er det god nok belysning?*
- *Bør tunnelmarkeringsskiltene fjernes?*
- *Skal det merkes opp med forbikjøring forbudt i tunnelen?*
- *Er forvarsling av tunnel god nok?*
- *Kan den profilerte oppmerkingen være avvisende ved sykling?*
- *Skal tunnelen skiltes med forbud mot sykling?*
- *Skal omkjøringsveg skiltes?*

I følge Statens vegvesen Region vest, vurderes det også om det bør gjennomføres en risikoanalyse av hele strekningen.

1.13.2 Planlagte og gjennomførte tiltak

Tilbakemeldinger SHT har fått fra Region vest er at det ikke har blitt foretatt lysmålinger, da tunnelforvalter har vurdert at det er innenfor kravene. Videre har det blitt besluttet å fjerne tunnelmarkeringene og hvitkalke tunnelveggene. Det skal også legges grus i grøften langs vegbanen, for å gi bedre støtte til sideareal. Når det gjelder forbud mot forbikjøring, har ikke dette blitt vurdert.

Videre er det planlagt å sette opp skilt som varsler om tunnel 100 meter fremme, for å tilrettelegge for mulig omkjøring.

Når det gjelder den profilerte oppmerkingen vurderer Region vest at dette vanskeliggjør sykling. Region vest har vurdert å forby sykling i tunnelen, men har valgt å henvise til trygg plass for kryssing over på gang- og sykkelveg, og vei utenom tunnelen, hvor omkjøringsveien vil bli skiltet. Sykkelnapp har også blitt vurdert, men det er flere tunneler på strekningen mellom Trengereid og Norheimsund, og det er derfor blitt anbefalt å få en helhetlig løsning på strekningen. Et av forslagene er et system som detekterer syklistene og aktiverer fareskilt med blinkende oransje lys i kombinasjon med en dynamisk fartsgrense.

2. ANALYSE

2.1 Innledning

Syklisten som ble påkjørt i Raunekleivtunnelen var en del av et turistfølge fra Belgia som var på sykkelferie i Norge. Ulykken skjedde i en tunnel med svak belysning som var åpen for syklende og gående. Tunnelen er en del av en veistrekningen som er tilknytningsstrekning til Nasjonal turistveg Hardanger, noe som bidrar til økt turisme i området. Havarikommisjonen mener at dette gir vegeier et spesielt ansvar for å ivareta sikkerheten til trafikantene på strekningen. Ulykkens alvorlighetsgrad og det at den

forulykkede var utenlandsk turist var også faktorer som gjorde at SHT valgte å undersøke denne ulykken.

Analysen innledes med en vurdering av hendelsesforløpet, syklistens synlighet og førers muligheter for å oppdage syklisten. Videre drøftes tunnelens utforming, belysning og generelle sikkerhetsnivå for myke trafikanter og til slutt omtales virkeområdet for forskrift om krav til sykkel.

2.2 Vurdering av hendelsesforløpet

Undersøkelsen har vist at ulykken skjedde midt inne i tunnelen, på et sted hvor belysningen var svakest og i en avstand fra tunnelåpningen hvor en bilfører ennå ikke har kunnet tilvenne synet til mørket etter å ha kjørt i dagslys. Tunnelen var i tillegg generelt dårlig belyst og hadde mørke vegger. Sykkelen var utstyrt med lys både foran og bak på ulykkestidspunktet, men syklisten var alene og han hadde ingen form for refleks på klær, sykkel eller hjelm. SHT vurderer derfor at syklisten var vanskelig å oppdage, noe som ble bekreftet under befaringen.

En kurve i tunnelen medførte i tillegg at lysforholdene endret seg ved at bakgrunnsbelysningen vekslet mellom å være en mørk tunnelvegg ved innkjøringen og et lyst felt fra åpningen i andre enden i siste del av tunnelen. SHT vurderer at dette kan ha påvirket mulighetene til å se mørke objekter i vegbanen. Fartsgrensen på stedet var 80 km/t. Et slikt hastighetsnivå gir bilister kort tid til å oppdage syklist i tunnelen, og dermed lite handlingsrom for å unngå ulykker.

Personbilen holdt ifølge vitner og fører selv en hastighet på ca. 70 km/t. Fører har fortalt at han så syklist langs veien før han nærmet seg tunnelen, men dette påvirket ikke hans kjøring inne i tunnelen. Han var kjent på stedet og han visste at tunnelen var mørk og hadde redusert sikt, men han hverken så eller oppfattet at det var en syklist der.

Han har forklart at han midtveis hørte et smell og at frontruten på høyre side ble knust. Han antok at bilen ble truffet av en stein. Skadene på bilen og sykkelen, samt utfallet av ulykken bekrefter hendelsesforløpet selv om det ikke har vært mulig å fastslå alle bevegelser i detalj.

SHT vurderer at hendelsesforløpet forklares av sammensatte forhold, og drøfter disse faktorene videre i kapittel 2.3 om bilførers mulighet til å se syklist i tunnelen, samt i kapittel 2.4 om tunnelen sikkerhetsnivå for syklist.

2.3 Bilførers mulighet til å oppdage syklist i tunnelen

Selv om bilfører i denne situasjonen hadde gyldig førerkort og legeattest vurderer SHT at hans synsevne, oppfattelse og reaksjon har vært naturlig svekket på grunn av alder. Føreren brukte briller med synskorrigerende glass. SHT vurderer at han representerer en gruppe førere som trenger både mer lys/impulser og mer tid for å oppfatte risikosituasjoner i trafikken. I dette tilfellet var lysforholdene ifølge Universitetet i Sørøst-Norge «*langt under et nivå som er nødvendig for å gi trygghet og komfort*» for alle trafikanter – også yngre førere med bedre mørkesyn.

Den demografiske utviklingen tilsier at førere med aldersrelaterte svekkelser i kjøreferdigheter i økende grad vil prege trafikken i tiden fremover. Denne undersøkelsen har vist at det var krevende å oppdage en syklist under de gjeldende lysforholdene.

2.4 Tunnelens sikkerhetsnivå for syklist

I dette kapittelet beskrives SHTs forståelse av Raunekleivtunnelen med hensyn til belysning og synlighet, hastighetsnivå, omkjøringsrute for sykkelturnister, samt risikovurdering av tunnelen.

2.4.1 Belysning og synlighet

SHT undersøkte lysforholdene i tunnelen med bistand fra Universitetet i Sørøst-Norge. Været og lysforholdene utenfor tunnelen var denne dagen tilnærmet lik ulykkesdagen.

De viktigste konklusjonene er at belysningen er dårlig fordelt i forhold til overgang fra dagslys, og det er for lav luminans og luminansujevnhhet som reduserer muligheten for å oppfatte kontraster. Videre er det manglende nisjebelysning og risiko for blanding i den korte tunnelen. Se for øvrig vedlagt rapport fra Universitetet i Sørøst-Norge for nærmere informasjon om lysforholdene i Raunekleivtunnelen.

Da SHT undersøkte tunnelen ble det blant annet benyttet en markør med og uten refleksvest inne i tunnelen for å vurdere syklistens synlighet fra en bilførers perspektiv. Denne viste at lysforholdene stilte store krav til førers synsevne og det var vanskelig å oppfatte markøren uten refleksvest.

Havarikommisjonen vurderer at dersom det ikke er mulig å skille myke trafikanter fra motorkjøretøy i tunnel bør belysningen minimum oppfylle dagens håndbøkkkrav, selv om dette ikke er pålagt gjennom gjeldende lovverk.

I håndbok N500 stilles det krav til at lysberegning skal gjennomføres ved rehabilitering av belysningsanlegg. Statens vegvesen anså utskifting av armaturene i 2015 som vedlikehold og ikke rehabilitering, noe som medførte at disse beregningene ikke ble gjennomført. SHT vurderer at manglende lysberegning kan ha bidratt til at belysningen i tunnel ikke var tilstrekkelig på ulykkestidspunktet.

Undersøkelsen har også vist at lysnivå i tunneler dimensjoneres etter en 23 år gammel normalt seende person med hensyn til trafikanters synsevne. SHT vurderer på bakgrunn av denne ulykken at dimensjonerende lysforhold bør ta hensyn til den demografiske utviklingen i Norge med økt antall eldre førere med svekket evne til mørkesyn. Lysforholdene bør tilpasses de aktuelle trafikantene som skal bruke tunnelen, og ikke ta utgangspunkt i en fører med optimalt mørkesyn som dimensjonerende.

2.4.2 Hastighetsnivå

Den tillatte hastigheten i Raunekleivtunnelen var på 80 km/t. Dette gir bilister svært kort tid til å reagere når det gjelder å oppdage myke trafikanter som befinner seg i tunnelen, og iverksette tiltak for å unngå dem dersom de befinner seg i deres kjørefelt.

Kombinasjonen av høy fart, dårlig belysning og liten mulighet til å sykle utenfor kjørefeltet bidrar til risikofylt ferdsel for myke trafikanter i Raunekleivtunnelen.

Havarikommisjonen vurderer at tunnelleiere sammen med Statens vegvesen bør vurdere hastighetsnivået i denne og andre tunneler som tillater sykling.

2.4.3 Omkjøringsrute rundt Raunekleivtunnelen

Like ved Raunekleivtunnelen går det en omkjøringsvei som syklister kan benytte. Den heter Raunekleivvegen og er en tilkomstvei til eiendommene langs strekningen. Denne omkjøringen var ikke markert med skilt og det var heller ikke gjort noen andre tiltak for å lede sykklistene utenom tunnelen. SHT vurderer at sykklistene derfor hadde grunn til å forutsette at det var trygt å sykle gjennom tunnelen, istedenfor å sykle rundt.

2.4.4 Tilrettelegging for sykkelturister

Strekningen som Raunekleivtunnelen ligger på, er en tilknytningsstrekning til Nasjonal turistveg Hardanger. Dette bidrar til å trekke turister til området, også sykkelturister. SHT mener at dette gir vegeier et spesielt ansvar når det gjelder å ivareta sikkerheten til de som skal ferdes på strekningen.

I følge Syklistenes landsforening finnes det ingen offentlig nettside som gir informasjon til sykkelturister som skal ferdes på disse strekningene. Dette reflekteres også når det gjelder hvordan den belgiske gruppen med sykkelturister hadde forberedt seg til sykkelferien i Norge. De hadde brukt en britisk privat nettside⁹, når de skulle finne informasjon som kunne forberede dem på sykling i norske tunneler. Nettsiden viser hvilke tunneler som er åpne for sykling, basert på andre syklisters tilbakemeldinger, og vurdering om tunnelen er trygg å sykle i eller ikke. Regnes den som trygg, merkes den som grønn på nettsiden.

Raunekleivtunnelen var åpen for syklister og merket som trygg (grønn). Dette medførte at sykkelfølget ikke vurderte å sykle utenom tunnelen, selv om de i sine forberedelser til turen så på kartet at dette var et alternativ. SHT mener at norske vegmyndigheter bør bidra til at informasjon til sykkelturister er oppdatert, tilgjengelig og er kvalitetssikret.

2.4.5 Risikovurdering

Syklister måtte benytte kjørebanelen sammen med bilene i en dårlig belyst tunnel med mørke vegger. Sammen med gjeldende fartsgrense og trafikk tetthet bidro dette til økt ulykkesrisiko for syklister.

Statens vegvesen Region vest utarbeidet i 2016 et rammeverk for risikovurderinger av tunneler i egen region. Dette er beskrevet i rapporten «Sykling i tunnel». Dersom det hadde vært gjennomført en risikovurdering i Raunekleivtunnelen basert på denne rapporten, kunne sentrale risikofaktorer ha blitt identifisert, og kompenserende tiltak iverksatt.

Raunekleivtunnelen er under 500 meter lang, og faller derfor ikke inn under verken tunnelsikkerhetsforskriften eller andre gjeldende forskriftskrav som ivaretar sikkerheten for syklister i tunnel. SHT vurderer at Hordaland fylkeskommune som tunneleier eventuelt sammen med Statens vegvesen som veiforvaltere (sams veiadministrasjon) bør gjennomføre risikovurdering for sikker ferdsel for syklister gjennom Raunekleivtunnelen og liknende tunneler. Region vest sitt rammeverk bør kunne benyttes i en slik sammenheng.

⁹ <http://cycletourer.co.uk/maps/tunnelmap.shtml>

SHT fremmer en sikkerhetstilråding i denne forbindelse.

2.5 Syklisters synlighet i tunneler

Forskrift om krav til sykkel stiller krav til blant annet lys og refleks på sykkel. Virkeområdet er for sykler som tas i bruk første gang i Norge 1. januar 1971 eller senere. Forskriften gjelder derfor ikke for sykler som er tatt i bruk første gang utenfor Norge, og deretter tas inn i Norge for bruk der.

Undersøkelsen har vist at det var vanskelig å se syklisten i tunnelen da han ikke brukte refleks. SHT mener at både ansvarlige myndigheter og interesseorganisasjoner bør gi økt oppmerksomhet på synlighet av alle syklister, særlig når de ferdes i tunneler.

3. KONKLUSJON

Tunnelens belysning og utforming, syklistens manglende synlighet og førerens vanskeligheter med å oppdage syklisten i tunnelen var medvirkende faktorer til ulykken. Med utgangspunkt i disse funnene mener SHT at sikkerheten til syklister i tunnel bør forbedres.

3.1 Hendelsesforløpet, operative og tekniske faktorer

- a) Alternativ vei for syklister utenom tunnelen var ikke skiltet.
- b) Syklisten som ble påkjørt benyttet veibanen, da det ikke var fortau eller sykkelfelt i tunnelen. Det er ikke forbudt å sykle i veibanen.
- c) Syklisten brukte ikke refleksvest, og var lite synlig til tross for baklys på sykkel.
- d) Tunnelen var svakt opplyst, og ulykken skjedde i det mørkeste området i tunnelen, med mørke tunnelvegger og mulighet for blanding fra tunnelmunning.
- e) Bilførerens hastighetsvalg ga kort tid til å oppdage syklisten og unngå påkjørsel.
- f) Bilførerens alder indikerer at han også kan ha et redusert mørkesyn.

3.2 Organisatoriske faktorer og rammefaktorer

- a) Vegeier Hordaland fylkeskommune og driftsansvarlig Statens vegvesen Vest hadde ikke gjennomført risikovurdering for sykling i tunnelen.
- b) Raunekleivtunnelen er under 500 m, og dermed ikke underlagt krav til oppgradering av tunneler jf. Tunnelsikkerhetsforskriften.
- c) Tillatt hastighet i tunnelen er 80 km/t.
- d) Raunekleivtunnelen ble ferdigstilt i 1972. Belysningen i tunnelen ble skiftet i 2015 ved standard vedlikehold.
- e) Omkjøringsveien var ikke skiltet som sykkelvei, og det var ingen veiledning til syklister om at denne kunne vært et anbefalt alternativ til å sykle gjennom tunnelen.

4. SIKKERHETSTILRÅDINGER

Undersøkelsen av denne veitrafikkulykken har avdekket et område hvor SHT anser det som nødvendig å fremme sikkerhetstilråding som har til formål å forbedre trafiksikkerheten.¹⁰

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2018/04T

En syklist omkom i Raunekleivtunnelen den 11. juli 2017 etter å ha blitt påkjørt bakfra av en personbil inne i tunnelen. Ulykken skjedde i området der det var minst lys fra åpningene og svakest belysning fra tunneltaket i tillegg til at tunnelveggene var mørke. Syklisten måtte sykle i kjørebanelen da det ikke var sykkelfelt. Statens vegvesen anså utskifting av armaturene i 2015 som vedlikehold og ikke rehabilitering, og det ble heller ikke foretatt lysberegninger. Undersøkelsen har vist at eldre tunneler som er åpne for syklister og som ikke omhandles av gjeldende forskriftskrav, bør kartlegges og følges opp for å ivareta sikkerheten.

Statens havarikommisjon for transport tilrår Hordaland fylkeskommune i samarbeid med Statens vegvesen å gjennomgå aktuelle tunneler som er åpne for syklister og iverksette tiltak som kan ivareta sikkerheten for disse selv om de ikke er dekket av forskriftskrav.

Statens havarikommisjon for transport

Lillestrøm, 3. juli 2018

¹⁰ Undersøkelserapport oversendes Samferdselsdepartementet som treffer nødvendige tiltak for å sikre at det tas behørig hensyn til sikkerhetstilrådingene, jf. Forskrift 30. juni 2005 om offentlige undersøkelser og om varsling av trafikkulykker mv., § 14.

REFERANSER

Helsedirektoratet (2016): *Førerkortveilederen. Førerkort – veileder til helsekrav*

Nordisk forsikringstidsskrift nr. 2/2014

Statens vegvesen (2016): *Håndbok N500 Vegtunneler*

Statens vegvesen (2015): *Tunnelsikkerhetsforskriften for fylkesveg*

Statens vegvesen (2014): *Sykkelhåndboka. Håndbok V122*

Statens vegvesen (2016): *Sykling i tunnel. Rapport nr. 257*

Statens vegvesen (2016): *Varige konstruksjoner 2012 – 2015. Rapport nr. 562*

Transportøkonomisk institutt (2016): *Synlige syklister – bruk av sykkellys i Norge og effekt på ulykker*

Transportøkonomisk institutt (2003): *Syn og kognitiv funksjon blant eldre bilførere. Betydning for kjøreferdighet. Rapport nr. 668*

Universitetet i Sørøst-Norge (2018): *Belysningsanalysen i Raunekleivtunnelen (Samnanger kommune)*

Vegdirektoratet (Juli 2016) Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen, Tunnel og betong: *Fremtidens tunnelbelysning, Etatsprogrammet Varige konstruksjoner 2012-2015, Nr. 562*

VEDLEGG

Vedlegg A: Safety recommendations (English translation)

Vedlegg B: Universitetet i Sørøst-Norge (2018): Belysningsanalysen i Raunekleivtunnelen (Samnanger kommune)

VEDLEGG A: SAFETY RECOMMENDATIONS (ENGLISH TRANSLATION)

The investigation of this road traffic accident has identified one area in which the Accident Investigation Board Norway deems it necessary to submit a safety recommendation for the purpose of improving road safety.¹

Safety recommendation ROAD No 2018/04T

A cyclist died in the Raunekleiv tunnel on 11 July 2017 after being hit from behind by a passenger car inside the tunnel. The accident took place in the part of the tunnel that had the least light from the tunnel openings and the poorest ceiling lighting, in addition to the walls of the tunnel being dark in colour. The cyclist had to cycle in the roadway because there was no cycle lane. The Norwegian Public Roads Administration considered replacing the luminaires in 2015 as maintenance and non-rehabilitation, and no lighting calculations were made. The investigation has shown that older tunnels open to cyclists and not subject to current regulatory requirements should be mapped and followed up to ensure safety.

The Accident Investigation Board Norway recommends that Hordaland County Authority, in cooperation with the Norwegian Public Roads Administration, review relevant tunnels open to cyclists and implement measures to ensure safety also in tunnels that do not fall under the scope of regulatory requirements.

¹ The investigation report is submitted to the Ministry of Transport and Communications, which will take the necessary steps to ensure that due consideration is given to the safety recommendation, cf. the Regulations of 30 June 2005 on Public Investigation and Notification of Traffic Accidents etc. Section 14.

Belysningsanalysen i Raunekleivtunnelen (Samnanger kommune)

**Alle beregninger og målinger er basert på luminansbilder fotografert på befaringdagen 19. oktober 2017.*

Forfattere: Veronika Zaikina

PhD, Førsteamanuensis. Fakultet for helse- og sosialvitenskap. Institutt for optometri, radiografi og lysdesign. Høgskolen i Sørøst Norge

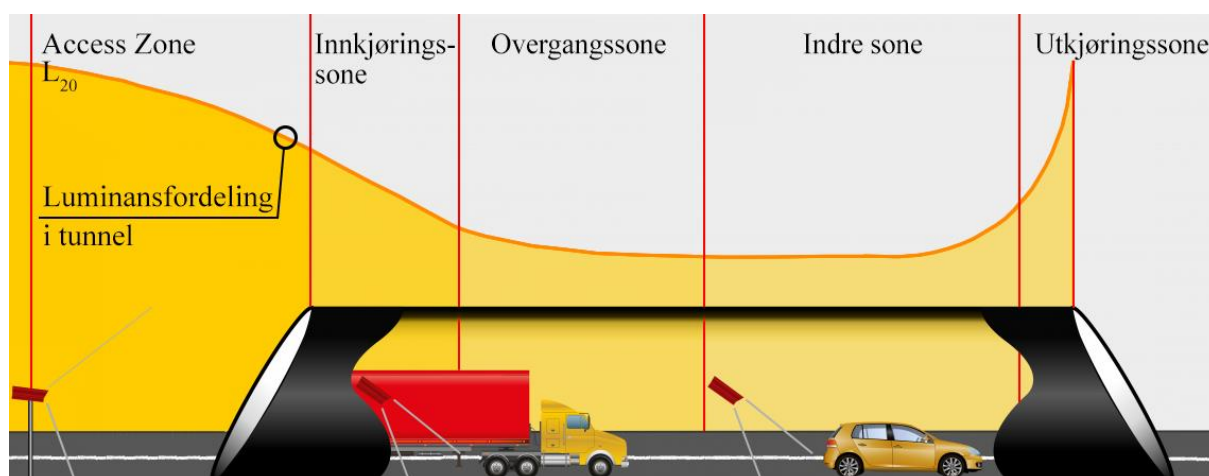
Therese Backe Martiniussen

Høgskolelektor/optiker. Fakultet for helse- og sosialvitenskap. Institutt for optometri, radiografi og lysdesign. Høgskolen i Sørøst Norge

Belysningsanalysen i Raunekleivtunnelen ble utført i henhold til krav til veg- og tunnelbelysning som er beskrevet i Håndbok V124 (Statens vegvesen) og Håndbok N500 (Statens vegvesen).

Generelt om belysning i tunnel

Hver tunnel kan deles i fire soner basert på belysningskrav: Innkjøringszone, Overgangssone, Indre sone og Utkjøringszone (Figur 1). I tillegg er det en *Access zone* foran tunnelåpningen som er lik *Stopping distance* (SD) (100 m i vår situasjon). Stoppavstand inkluderer opplevels-, reaksjons- og bremsetider som trengs for å stoppe kjøretøyet som beveger seg med viss fart.



Figur 1. Tunnelsoner

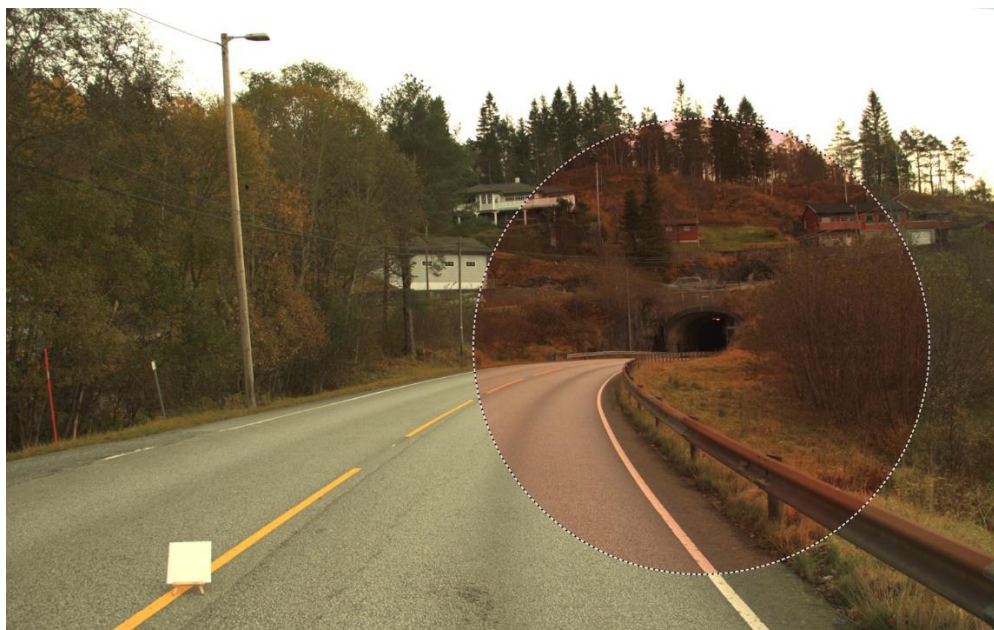
Access sone er en del av veien rett foran tunnelens inngangsportale, som er viktig for gjenkjenning av tunnelåpningen og begynnelsen av øyeadaptasjon til belysning foran tunnelen. *Innkjøringssone* er den første delen av tunnelen hvor trafikantene begynner å tilpasse seg det lavere lysnivået. For å gjøre synsforholdene best mulig bør belysning i innkjøringssonen reduseres gradvis i henhold til gjeldende krav. *Overgangssonen* er sonen inne i tunnelen hvor øyet fortsetter å tilpasse seg lysforholdene. Derfor bør lysnivået (luminansnivået) i overgangssonen reduseres gradvis fra det laveste nivået i Innkjøringssonen til indre sonens luminansnivå. På den måten kommer trafikantene fram til *Indre sone* av tunnelen med øyne som er tilpasset lysnivået og derfor skal lysnivået i denne sonen være stabilt og i henhold til krav.

Luminans er et mål på hvor lys en flate er. Det angir hvor mye lys som slipper gjennom eller reflekteres av en bestemt flate innen en gitt romvinkel, og indikerer hvor sterk lysstyrke et øye vil oppfatte når det betrakter flaten fra et bestemt punkt. Luminans oppgis i SI-systemet som candela per kvadratmeter (cd/m^2). Økende luminans gir føreren bedre kontrastfølsomhet, synsskarphet og forbedrede blendingsforhold dersom føreren har normal synsfunksjon. Gode luminansforhold inkluderer både et visst luminansnivå og at luminansnivået er relativt stabilt. På grunn av at luminans viser hvor mye lys er reflektert fra en flate, farge og tekstur av flaten er viktig. Lysere flater reflekterer mer lys og kan gi høyere luminansnivå uten økning av lampens lyseffekt, som også er positiv til energisparing.

Hvis det i synsfeltet opptrer spesielt høye luminanser eller store luminansforskjeller, kan det oppstå blinding. Blinding deles i to kategorier: ubehagelig blinding og synsnedsettende blinding. Blendingsproblematikk kan også oppstå dersom føreren har endringer i øyet som følge av alder eller sykdom (feks uklarerheter i øyelinsen) eller har en skitten bilrute. I verste fall kan blinding hindre oss i å se veien framover.

Luminansnivåene i Innkjøringssonen og Overgangssonen inne i tunnelen avhenger av adaptasjonsluminansen som måles i et synsfelt som utgjør 20 grader fra bilførerens øye og i 100 meters avstand (i denne situasjon) fra tunnelåpningen (Figur 2).

Adaptasjonsluminansen kan bli definert som den gjennomsnittlige verdien av luminansen i førerens synsfelt (i 20 grader) som påvirker øyets tilpasning til eksisterende belysning i tunnelen mens fører kommer nærmere tunnelen, men fortsatt er utenfor den.



Figur 2. Bilde som ble tatt i befaringsdagen i 100 m avstand fra tunnelåpningen med 20 grader sirkel som er markert i rød farge.

Den neste kriterium som er viktig for tunnelbelysning er luminansjevnhet (U_0). Håndbok V124 gir følgende definisjon av *luminansjevnhet*: « U_0 er forholdet mellom laveste verdi og gjennomsnittsverdien for vegdekkets luminans på tørt vegdekke eller for den horisontale belysningsstyrken. Økt jevnhet gir forbedrede synsbetingelser». I henhold til Håndbok V124 og N500: i) for overgangssone og indre sone skal den totale luminansjevnheten være $U_0 = \geq 0,4$; ii) for overgangssone og indre sone skal den langsgående luminansjevnhet være $U_1 = \geq 0,6$. Håndbok V124 gir følgende definisjon av langsgående *jevnhet*: «Langsgående jevnhet (U_1) er forholdet mellom laveste og høyeste luminansverdi i en linje langs senter i et kjørefelt. Det beregnes for alle kjørefelt. Laveste verdi skal tilfredsstillende kravet. Synskomforten øker med øket langsgående jevnhet».

Raunekleivtunnelen

Tabell 1 viser resultater av beregninger for adaptasjonsluminansen basert på lysforholdene på befaringsdagen. Fra tabellen kan vi se at adaptasjonsluminansen (L_{20}) på befaringsdagen og den som ble beregnet med metoden anbefalt i Håndbok V124 er svært forskjellige. Det er naturlig, siden dagslys er dynamisk og stadig i endring. På grunn av dette bruker de mest moderne belysningssystemer i tunneler lysstyringssystemer med utendørs/ekstern fotocelle som hjelper til med å justere lysnivået i tunnelen basert på lysnivået utenfor tunnelen. Annen planlegging av tunnelbelysning utføres basert på kravene beskrevet i Håndbok V124/N500.

Derfor anbefaler vi å fortsette videre analyse basert på beregning av adaptasjonsluminansen i hensikt til metode fra Håndbok V124 (som krever høyere luminansnivåer).

Tabell 1. Resultater av beregninger for adaptasjonsluminansen basert på lysforholdene på befaringsdagen (1) og metode fra Håndbok V124 (2).

	Beregnete verdier og forklaring	Eksisterende verdier (målt på befaringsdagen)
1. Beregning av L_{20} basert på lysforholdene på befaringsdagen:	<p>Adaptasjonsluminansen L_{20} som ble målt på luminansbildet fotografert på befaringsdagen (19. oktober 2017, ca. kl. 10:00) 100 meter fra tunnelåpningen (fartsgrense 80 km/t) er 367,17 cd/m² (Figur 2).</p> <p>Basert på beregnet L_{20} og ifølge Håndbok V124, bør luminansnivået på vegdekket i den første halvdel av Innkjøringssonen (L_1) være minst 5% av L_{20}, som er 18,36 cd/m². L_1 er definert som halvparten av SD eller access zone, og er 50 meter i vår situasjon.</p> <p>I henhold til Håndbok V124 bør vegdekkets luminans mot slutten av Innkjøringssonen (100 meter fra tunnelåpningen inne i tunnelen) være minst 40% av L_1, som er 7,34 cd/m².</p> <p>Basert på krav til belysning i tunneler i Håndbok V124, bør vegdekkets luminans i overgangssonen (100 m fra tunnelåpningen og lenger inn i tunnelen) reduseres gradvis fra 7,34 cd/m² til 6 cd/m² (på dagtid). I tillegg bør tunnelveggenes nedre del fra bakken og opp til 2 m høyde ha en midlere luminans på minst 60 % av nærmeste kjørefelts midlere luminans.</p>	<p>$L_1 = 44,49$ cd/m²</p> <p>Vegdekkets luminans mot slutten av Innkjøringssonen var 2,17 cd/m²</p>
2. Beregning av L_{20} ifølge metode fra Håndbok V124:	<p>Adaptasjonsluminansen L_{20} som ble beregnet basert på bildet i Figur 2 og ifølge prosedyren beskrevet i Håndbok V124 (Statens vegvesen) er 5528,9 cd/m².</p> <p>Basert på beregnet L_{20} og ifølge Håndbok V124, må vegdekket i den første halvdel av Innkjøringssonen i tunnelen (L_1) ha luminans 276,45 cd/m² (5% av L_{20}).</p> <p>Mot slutten av Innkjøringssonen blir vegdekkets luminans 110,58 cd/m² (40% av L_1).</p>	<p>$L_1 = 44,49$ cd/m²</p> <p>Vegdekkets luminans mot slutten av Innkjøringssonen var 2,17 cd/m²</p>

En av de faktorene som kan skape problem i Innkjøringssonen i Raunekleivtunnelen er at det mangler gradvis reduksjon av luminansen på vegdekket. For å la øynene tilpasse seg belysningen i tunnelen må lysnivået reduseres litt etter litt i denne sonen og videre i Overgangssonen slik at føreren kommer fram til Indre sone helt tilpasset relativt lav belysning inne i tunnelen. Hvis disse anbefalingene ikke er oppfylt, blir det mer utfordrende for synssystemet, og kan følge til seriøse konsekvenser som ulykker.

I den første delen av Raunekleivtunnelen reduseres belysningen etter noen meter (mindre enn 50 meter) meget kraftig (se Figur 3 som viser grense mellom høyt og lavt luminansnivå representert ved den røde ovalen midt i bildet). Vegdekkets luminans i den første halvdel av Innkjøringssonen før grensen mellom relativt høye og lave luminanssoner er 44,49 cd/m² ifølge luminansmålinger utført på befaringsdagen. Samtidig er luminansen av vegdekket etter grensen (I den «mørke» delen) bare 2,17 cd/m². Først og fremst bør det i denne sonen være mer lys på vegdekket (276,45 cd/m² i stedet for 44,49 cd/m²). Etter de første 50 meterne av Innkjøringssonen bør i tillegg vegdekkets luminans gradvis reduseres fra 276,45 cd/m² til

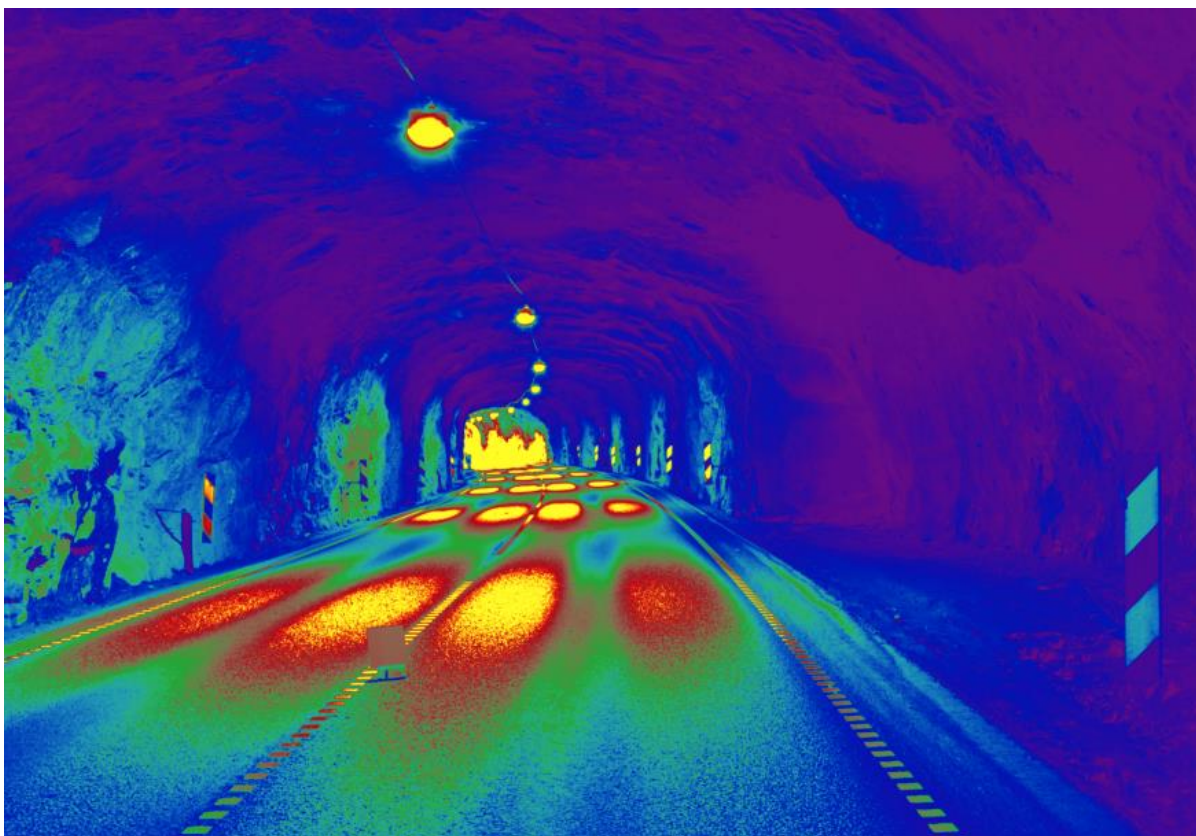
110,58 cd/m². Her reduseres imidlertid luminansen drastisk fra 44,49 cd/m² til 2,17 cd/m², noe som ikke følger krav fra Håndbok V124. Generelt er luminansen på vegdekket mye lavere enn kravene. Det betyr at alle trafikanter har dårlige lysforhold, og at belysningen ikke er tilpasset førerne når de kjører bil med den tillatte fartsgrensen. Det følger til økt ulykkesrisiko.



Figur 3. Bildet viser Innkjøringssonen av Raunekleivtunnelen i falske farger. De falske fargene er tildelt piksler med bestemte luminansnivåer. Luminansskalaen er i høyre øverste hjørne av bildet. Den røde ovale formen markerer stedet hvor belysningen reduseres drastisk.

I overgangssonen (hvor ulykken skjedde) må luminansen av vegdekket reduseres gradvis fra 110,58 cd/m² til 6 cd/m². Men som man kan se i Figur 4 er luminansen av vegdekket altfor lav (0,58 cd/m²), mens det bør minst 6 cd/m² i slutten av Overgangssonen ifølge Håndbok V124. Derfor er luminansen på vegdekket i Overgangssonen her lavere enn det håndbokskravene tilsier.

I Håndbok V124 kreves det også at midlere luminans på tunnelveggenes nedre del (opptil 2 m høyde fra bakken) må være minst 60% av nærmeste kjørefelts midlere luminans. I følge våre målinger i ca 100 m avstand fra tunnelens portal, er luminansen på vegdekket 0,74 cd/m² og luminansen på nærmeste tunnelvegg 0,14 cd/m² (mens det bør være minst 0,44 cd/m²). I følge våre målinger i 20-25 m avstand fra tunnelens portal, er luminansen på vegdekket 20,3 cd/m², og luminansen på nærmeste tunnelvegg 2,81 cd/m² (mens det bør være minst 12,18 cd/m²). I følge våre målinger lenger inne i Innkjøringssonen er luminansen på vegdekket 2,27 cd/m², og luminansen på nærmeste tunnelvegg 1,17 cd/m² (mens det bør være minst 1,362 cd/m²). Da kan vi konkludere med at luminans på veggene i Raunekleivtunnelen bør være høyere. Det kan korrigeres gjennom økning av lysnivå i tunnelen, bruk av lamper med bredere spredningsvinkel slik at de belyser veggene bedre, eller gjennom maling av veggens overflater med lysere farger. Alt for lavt luminansnivå på veggene i tunnelen reduserer kontraster og kan redusere synlighet av blant annet syklist, fotgjengere og dyr.

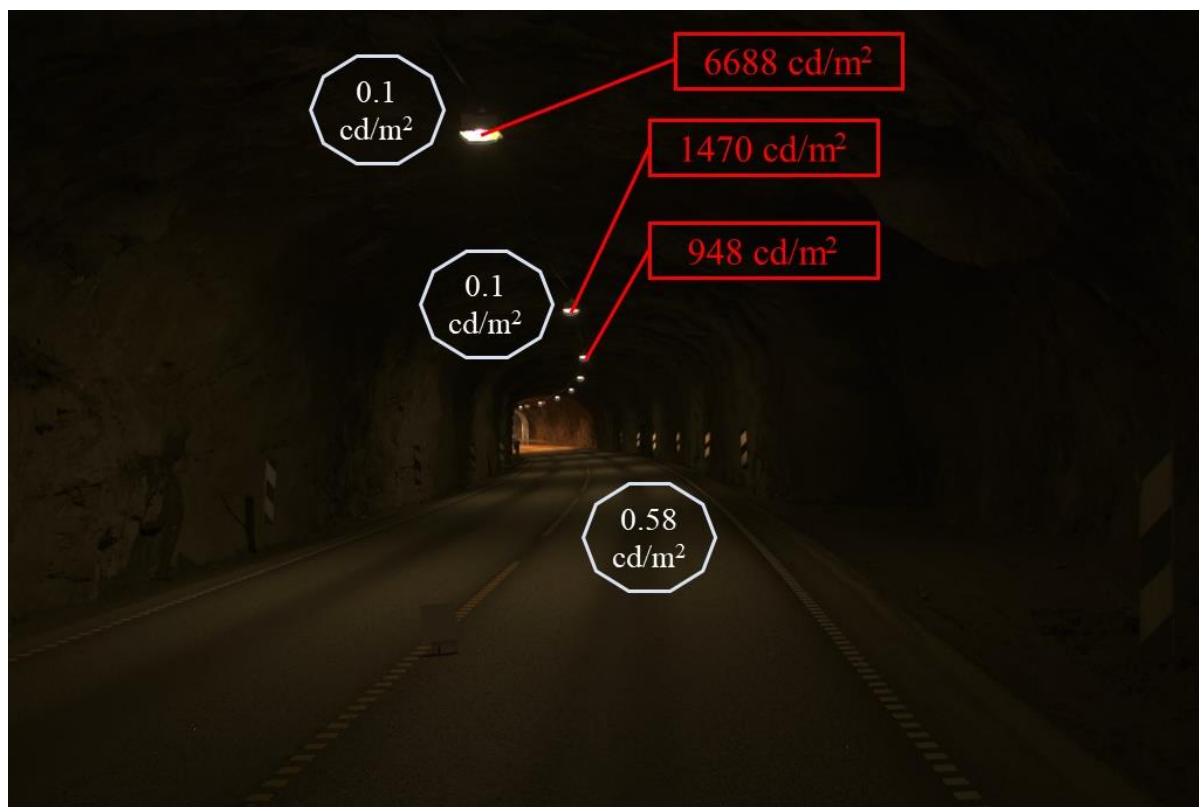


Figur 4. Bildet viser Overgangssone i Raunekleivtunnelen (ca 100 meter fra tunnelåpningen) i falske farger.

Den totale luminansjevnheten (U_0) i Overgangssonen beregnet på våre målinger er 0,166. Håndbok N500 krever at denne må være minst 0,4. Dette betyr at den totale luminansjevnhet i Raunekleivtunnelen er lavere enn den laveste verdien spesifisert i Håndbok V124. Den langsgående luminansjevnhet i Overgangssonen beregnet på våre målinger er 0,296. Håndbok N500 krever at denne må være minst 0,6. Dette betyr at den langsgående luminansjevnhet i Raunekleivtunnelen bare er halvparten av denne verdien. Ujevn luminansfordeling på vegdekket reduserer synskomfort hos trafikantene, svekker den generelle kvaliteten av tunnelbelysningen, og kan derfor føre til uønskede konsekvenser.

Synsnedsettende blinding ble ikke kvantitativt analysert. Men fra visuell observasjon av tunnelen på befaring og fra luminansanalysen som er presentert på Figur 5 kan det konkluderes at forskjell mellom luminans av lyskilde og midlere luminans på taket og vegdekke er så stor at det kan føre til blinding av trafikantene.

Det siste som må nevnes her er belysning av havarinisjer. I henhold til Håndbok V124 og N500, bør belysningsstyrken i havarinisjer og snunisjer være 50% høyere enn på gjennomgående kjørefelt. Figur 4 viser at denne regelen ikke er fulgt i Raunekleivtunnelen. Den beregnede midlere luminansen på vegdekket nærmest nisjen er $0,61 \text{ cd/m}^2$, mens den beregnede midlere luminansen på veidekket i nisjen er $0,09 \text{ cd/m}^2$. Det betyr at nisjen ikke er belyst ifølge håndbokskravene, og at den bør ha bedre belysning og høyere lysnivå enn det som eksisterer i tunnelen nå.



Figur 5. Bildet viser luminansverdiene på lysarmaturer i tunnelen (rød farge) og midlere luminansverdier på taket og vegdekket i tunnelen (hvit farge).

Oppsummering:

1. Belysningen i Raunekleivtunnelen følger ikke de viktigste kravene som sikrer trygghet og synskomfort for trafikanter.
2. Lysnivået i Raunekleivtunnelen er for lavt med for dårlig fordeling av belysning inne i tunnelen. Dette vanskeliggjør synsapparatets tilpasning til den mørke situasjonen i tunnelen og skaper økt risiko for ulykke siden eksisterende belysning ikke samsvarer med de lysparametrene som kreves for tillatt fartgrense i tunnelen.
3. Luminansnivået på veggene er lavt, noe som fører til reduserte kontraster og redusert evne til å se syklister/fotgjengere.
4. Den totale luminansjevnhet og langsgående luminansjevnhet er lavere enn det håndbokkravene tilsier. Dette øker visuelt ubehag og kan virke trettende og distraherende.
5. Det er mangel på nisjebelysning.
6. I tillegg er det stor risiko for blinding i tunnelen som i verste fall kan forstyrre synsinntrykket til føreren.