

RAPPORT

Vei 2013/01



RAPPORT OM MØTEULYKKE MELLOM VOGNTOG OG VAREBIL I HYVINGSTUNNELEN PÅ E16 VED VOSS 26. SEPTEMBER 2011



English summary included

Statens havarikommisjon for transport (SHT) har utarbeidet denne rapporten utelukkende i den hensikt å forbedre trafiksikkerheten. Formålet med undersøkelsene er å identifisere feil og mangler som kan svekke trafiksikkerheten, 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 bør unngås.

INNHALDSFORTEGNELSE

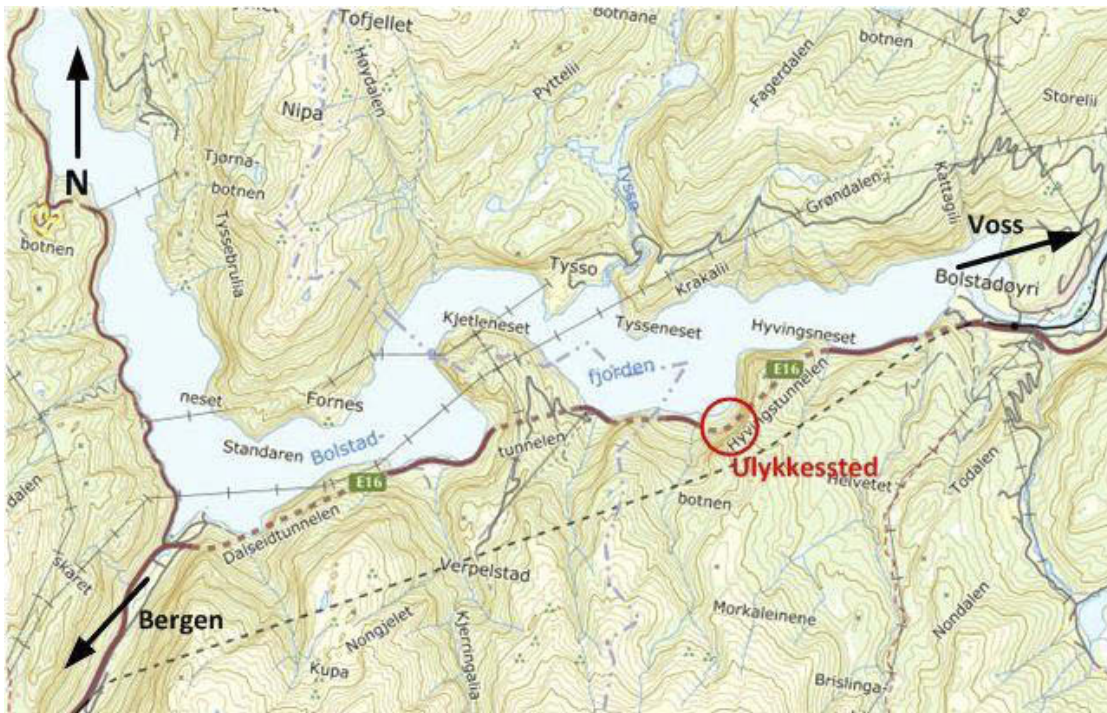
MELDING OM ULYKKEN	3
SAMMENDRAG	4
ENGLISH SUMMARY	5
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER	6
1.1 Hendelsesforløp	6
1.2 Personskader	7
1.3 Overlevelsesaspekter.....	7
1.4 Skader på kjøretøy	7
1.5 Andre skader	9
1.6 Ulykkesstedet	9
1.7 Trafikanter.....	10
1.8 Kjøretøy og last.....	11
1.9 Vær- og føreforhold	12
1.10 Veiforhold	13
1.11 Tekniske registreringssystemer	20
1.12 Medisinske forhold	21
1.13 Lover og forskrifter.....	21
1.14 Myndigheter, organisasjoner og ledelse	24
1.15 Andre opplysninger.....	26
1.16 Iverksatte tiltak.....	27
2. ANALYSE.....	29
2.1 Vurdering av hendelsesforløp	29
2.2 Veiforhold	30
2.3 Risikovurdering og iverksettelse av kompenserende tiltak.	32
2.4 Kriterier for bruk av fareskilt.....	33
2.5 Avvikshåndtering	33
3. KONKLUSJON	35
3.1 Operative og tekniske faktorer	35
3.2 Bakenforliggende faktorer	35
4. SIKKERHETSTILRÅDINGER	36
REFERANSER	37

RAPPORT OM VEITRAFIKKULYKKE

Dato og tidspunkt:	26. september 2011 kl. 08.44	
Ulykkessted:	I Hyvingstunnelen, Voss kommune, Hordaland fylke	
Veinr, hovedparsell (hp), km:	E16, hp 09, km 2,792	
Ulykkestype:	Møteulykke	
Kjøretøy type og kombinasjon:	DAF 105.410 trekkbil (2008 mod) med Krone semitrailer (2007 mod), begge registrert i Sverige.	Hyundai H1 varebil (2004 mod)
Type transport:	Godstransport, løyvepliktig	
Transportør	Skurup Express Transport AB - SETAB	

MELDING OM ULYKKEN

Beredskapsvakten ved veiavdelingen i Statens havarikommisjon for transport, heretter kalt SHT, ble varslet om ulykken den 26. september 2011 kl. 0900 av operasjonssentralen ved Hordaland politidistrikt i Bergen. SHT opprettet raskt kontakt med lokalt politi og Statens vegvesen sin ulykkesgruppe som var på stedet. På bakgrunn av ulykkens alvorlighetsgrad, stedlige forhold og kunnskap om en lignende hendelse på samme sted kort tid i forveien, valgte SHT å undersøke ulykken.



Figur 1: Oversiktskart som viser hvor ulykken skjedde. (Kilde: kartbanken.no)

SAMMENDRAG

Om morgenen 26. september 2011 startet føreren av et vogntog arbeidsdagen i Voss hvor han hadde hatt sin siste døgnhvile. Kl. 0730 begynte han kjøreturen til Bergen. Vogntoget som besto av svenskregistrert trekkbil og semitrailer, hadde omlag 10 tonn last om bord. Føreren av vogntoget var polsk, men hadde erfaring fra kjøring i Norge.

Etter å ha kjørt omlag 30 km på E16 kom vogntoget til Hyvingstunnelen. I en høyrekurve ca. 1 km inne i tunnelen mistet det veigrepet som medførte skrens og saksing av vogntoget. Vogntoget kom over i motgående kjørefelt med fronten av semitraileren først og denne kolliderte med en møtende varebil. Føreren av varebilen omkom, mens føreren av vogntoget kom fysisk uskadet fra ulykken.

Det var vått betongdekke i Hyvingstunnelen da ulykken inntraff. Friksjonsmålinger gjennomført av Statens vegvesen sommeren 2011, samt fire dager før ulykken, viste at friksjonsverdiene for betongdekket var langt lavere enn de krav som Statens vegvesen selv har satt i sine interne retningslinjer. Etter friksjonsmålingene sommeren 2011 ble den bestilt fresing av dekket og i mellomtiden ble det iverksatt kompensierende tiltak i form av strekningsvise fareskilt som varslet om glatt veibane ved nedbør. Etter SHTs vurdering ga denne varslingen ikke tilstrekkelig informasjon til trafikantene om de vanskelige friksjonsforholdene inne i tunnelen ved våt vegbane.

Skiltet hastighet var 70 km/t i Hyvingstunnelen på ulykkestidspunktet. Analyse av fartsskriveren til vogntoget viste at føreren av holdt en hastighet på om lag 89 km/t gjennom store deler av tunnelen før ulykken inntraff. SHT mener at hastigheten i kombinasjon med den lave friksjonen ikke ga tilstrekkelig sikkerhetsmargin og var de viktigste årsaksfaktorene til at ulykken skjedde.

SHT har gjennom denne undersøkelsen ikke påvist at det er rutiner for kartlegging og oppfølging av dekker og veistrekningsvise hvor man har dekketyper av materialer og sammensetning som erfaringsmessig har utfordringer med friksjon, eksempelvis betongdekker.

Statens vegvesen hadde ikke gjennomført risikovurderingen av de kompensierende tiltakene som ble gjennomført etter friksjonsmålingene sommeren 2011 og etter et trafikkuhell uten personskade men med samme hendelsesforløp i samme kurve en måned tidligere. SHT mener at en slik vurdering lettere ville ha identifisert sikkerhetsproblemet som den lave friksjonen i tunnelene representerte for trafikantene. En risikovurdering ville også ha avdekket et behov for valg av risikonivå og i større grad bevisstgjort beslutningstakerne før avgjørelsen om kompensierende tiltak ble tatt.

SHT fremmer to sikkerhetstilrådninger som følge av undersøkelsen.

ENGLISH SUMMARY

On the morning of 26 September 2011 the driver of an articulated lorry began his working day in Voss after he had finished his last 24-hour rest period. At 7.30 am he began his journey to Bergen. The articulated lorry, which consisted of a Swedish-registered tractor unit and semi-trailer, was carrying a load of approximately 10 tonnes. The driver of the articulated lorry was Polish but had experience of driving in Norway.

After having driven approximately 30 km on the E16, the articulated lorry arrived at Hyvingstunnelen. In a right-hand bend approx. 1 km inside the tunnel, the articulated lorry lost traction which caused it to skid and jackknife. The articulated lorry veered into the opposite traffic lane with the front of the semi-trailer first and this collided with an oncoming van. The driver of the van was killed, while the driver of the articulated lorry did not sustain any physical injuries from the accident.

The concrete surface in Hyvingstunnelen was wet when the accident occurred. Friction measurements carried out by the Norwegian Public Roads Administration in summer 2011 as well as four days before the accident showed that the friction values for the concrete surface were much lower than the requirements the Norwegian Public Roads Administration itself issued in its internal guidelines. After the friction measurements were taken in summer 2011, it was decided that the surface should be milled and, in the interim period, supplementary measures were taken in the form of route warning signs to warn of slippery road surfaces in the event of rainfall. The assessment of the Accident Investigation Board of Norway is that this warning did not provide sufficient information to road users of the difficult friction conditions inside the tunnel when the carriageway was wet.

The signposted speed inside Hyvingstunnelen at the time of the accident was 70 km/h. An analysis of the articulated lorry's tachograph showed that the driver maintained a speed of around 89 km/h through large sections of the tunnel before the accident occurred. The Accident Investigation Board of Norway believes that the speed, in combination with the low surface friction, did not provide a sufficient safety margin and that these were the most important causal factors as to why the accident took place.

On the basis of this investigation, the Accident and Investigation Board of Norway has not managed to establish that there are procedures for mapping and following up surfaces and stretches of road where there are types of surfaces, which, on the basis of experience, pose challenges in terms of their surface friction on account of their materials and composition – concrete surfaces for example.

The Norwegian Public Roads Administration had not carried out a risk assessment of the supplementary measures implemented after the friction measurements in summer 2011 and after a traffic accident, which, though no one was injured, had involved the same sequence of events in the same bend one month previously. The Accident Investigation Board of Norway believes that such an assessment would have made it easier to identify the safety issue that the low surface friction in the tunnel represented to traffic users. A risk assessment would also have revealed a need to determine the risk level and, more importantly, would have made those in charge of making decisions aware of this before the decision on supplementary measures was taken.

The Accident Investigation Board of Norway proposes two safety recommendations as a result of the investigation.

1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

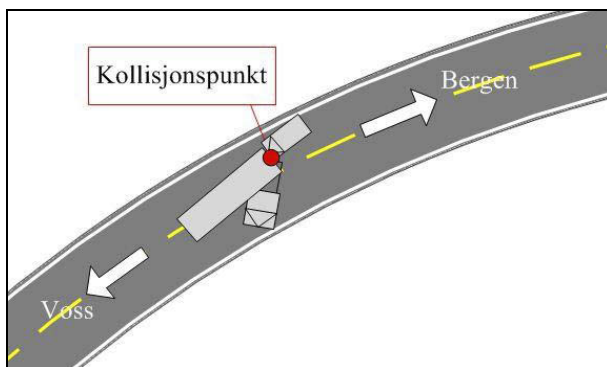
1.1 Hendelsesforløp

Om morgenen 26. september 2011 startet føreren av et vogntog tilhørende Skurup Express Transport AB (SETAB) arbeidsdagen i Voss hvor han hadde hatt døgnhvilen. Kl. 0730 begynte han kjøreturen til Bergen. Vogntoget, som hadde omlag 10 tonn last, besto av svenskregistrert trekkbil og semitrailer. Føreren av vogntoget var polsk, men hadde erfaring fra kjøring i Norge.

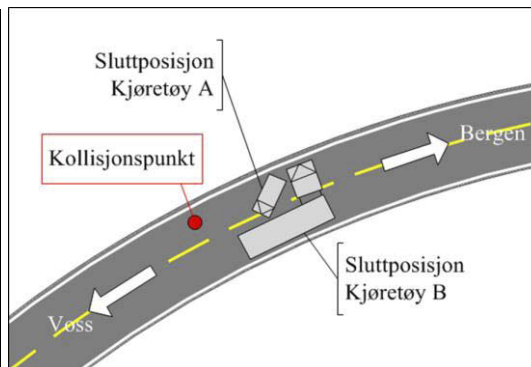
Etter omlag 30 km på E16 kom vogntoget til Hyvingstunnelen, og i en høyrekurve ca. 1 km inne i tunnelen mistet det veigrepet som medførte skrens og saksing av vogntoget. Vogntoget kom over i motgående kjørefelt med fronten av semitraileren først og trekkbilen rotert nærmest 180 grader mot høyre sett i forhold til kjøreretningen.

I motgående kjørefelt, i retning mot Voss, kom en varebil. Varebilen kolliderte delvis med fronten av semitraileren og delvis med bakenden av trekkbilen. Etter sammenstøtet ble varebilen skjøvet tilbake mens trekkbilen roterte over til venstre for semitraileren og endte opp nærmest 90 grader i forhold til denne.

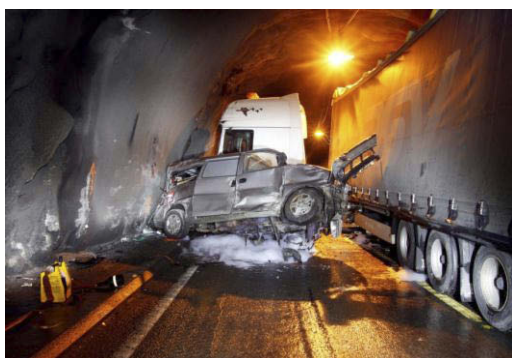
Varebilen fikk omfattende skader i front og på den venstre siden, mens vogntoget fikk kun mindre skader i kollisjonen.



Figur 2: Kollisjonspunkt.



Figur 3: Kjøretøyenes sluttposisjon.



Figur 4: Kjøretøyenes sluttposisjon sett i retning mot Bergen. (Foto: Politiet)



Figur 5: Kjøretøyenes sluttposisjon sett i retning mot Voss. (Foto. Politiet)

1.2 Personskader

Føreren av vogntoget ble ikke påført fysiske skader i kollisjonen. Føreren av varebilen omkom av skader påført i kollisjonene. Den omkomne føreren ble obdusert.

Tabell 1: Personskader

Skader	Fører	Passasjerer	Andre	Totalt
Omkommet	1			1
Alvorlig				
Lett				
Ingen	1			1

1.3 Overlevelsesaspekter

1.3.1 Redningsarbeid

Politiets operasjonssentral fikk melding om trafikkulykken kl. 0847 og det ble iverksatt trippelvarsling. Politiet ankom stedet kl. 0915 og da var allerede brannvesen og ambulanse ankommet.

1.3.2 Overlevelsesrom¹

Vogntoget ble påført kun mindre ytre skader i sammenstøtet med varebilen og var kjørbart etter ulykken. Føreren ble ikke påført fysiske skader.

Varebilen ble påført omfattende skader og det var ikke tilstrekkelig overlevelsesrom i kupéen etter deformasjonen. Føreren av varebilen ble påført så store ytre og indre skader at han høyst sannsynlig omkom umiddelbart. Føreren brukte bilbelte.

1.4 Skader på kjøretøy

1.4.1 Vogntog

Trekkbilen hadde skader i deler av grillen, langs toppen av førerhuset og venstre sidespeil var revet av. I tillegg var det skader bak på trekkbilen etter sammenstøtet med varebilen samt mindre skader på høyre side av trekkbilen etter sammenstøtet med semitraileren som følge av saksingen.

¹ Det tilgjengelige rommet, etter deformasjon eller inntrykking av karosserideler ved kollisjon, som bilfører og passasjer har igjen i kupéen for å kunne overleve ulykken.



Figur 6: Skader i front på trekkbilen.



Figur 7: Bildet viser skader på trekkbilen sett skrått bakfra fra høyre side. Enheten over den røde sirkelen er undersiden av semitraileren.

Semitraileren hadde rifter og skader i presenningen etter at noe av lasten hadde presset seg ut under sammenstøtet. I tillegg var det skader i fronten på tilhengeren etter sammenstøtet med varebilen.



Figur 8: Skader på presenning og front av semitraileren. (Foto: Politiet)



Figur 9: Skader i front på semitraileren. Foto: Politiet

1.4.2 Varebil

Varebilen ble påført omfattende skader i sammenstøtet. Hele den venstre siden av varebilen ble fullstendig knust og det var store skader i front. I tillegg var kupéen trykket inn på førersiden. Det var også skader på høyre side av varebilen som følge av sammenstøt med tunnelveggen.



Figur 10: Skader på høyre side av varebilen. (Foto: Politiet)

1.5 Andre skader

Det var kun mindre skader på tunnelveggen som følge av sammenstøt med varebilen og vogntoget.

1.6 Ulykkesstedet

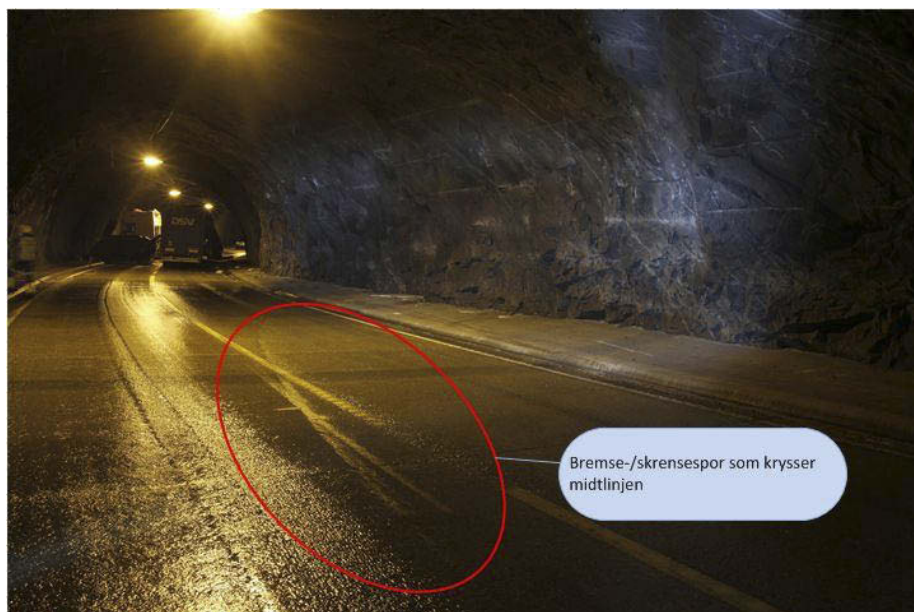
Registreringer på ulykkesstedet ble foretatt av politiet og Statens vegvesens ulykkesgruppe. SHT var på ulykkesstedet 2. oktober 2011 for å gjennomføre ytterligere registreringer.

Hyvingstunnelen har en lengde på 1347 meter og hadde et veidekke av betong. Ulykkesstedet ligger i en høyrekurve med radius 200 meter, sett i retning mot Bergen (vest). Sluttposisjonen til kjøretøyene var omlag 100 meter inn i tunnelen fra vestre tunnelportal. Betongdekket i tunnelen var fuktig og hjulsporene var polert av trafikken.

175 meter fra vestre tunnelportal i retning mot Bergen var det avsatt skrense- eller bremsespor fra vogntoget som krysset midtlinjen, jfr. figur 11. Sporene kom sannsynlig vis fra to enkle hjulsett. 145 meter fra vestre tunnelportal, i vogntogets kjørefelt, var det spor etter kontakt mellom kjøretøy og kantstein. Tre meter lengre vest, etter et kumlokk som lå i kantsteinslinjen, var det merker etter flere hjulspor på sidearealet mellom kantsteinen og tunnelveggen. Hjulsporene strakk seg over ca. 13 meter før de forsvant ut i veibanen, jfr. figur 12.

Det lå nedfall fra vogntoget fra ca. 141 m fra vestre tunnelportal og frem til sluttposisjonen til kjøretøyene.

Det var mindre skader på tunnelveggen på høyre side (varebilens kjøreretning) sett i retning mot Bergen fra 121 meter fra den vestre tunnelportalen og frem til sluttposisjonen for kjøretøyene. Sannsynlig vis er dette spor etter varebilens kjøretøys spor etter kollisjonen med vogntoget.



Figur 11: Bremse- /skrensespor som krysser midtlinjen sett i retning mot Bergen (vogntogets kjøreretning). (Foto: Politiet)



Figur 12: Hjulspor på sideareal inn mot tunnelveggen sett i retning mot Bergen. (Foto: Politiet)

1.7 Trafikanter

1.7.1 Fører av vogntoget

Føreren var polsk statsborger, mann 36 år, og hadde førerrett i klassene BECE. Førerkortet ble ervervet i september 2009. Føreren hadde arbeidet som lastebilsjåfør i to år for Tomasz Cichosz transportselskap, men var utleid til SETAB da ulykken inntraff.

Føreren hadde kjørt ruten mellom Bergen og Voss siden februar 2011. Føreren forklarte at han ikke hadde vært innblandet i uhell tidligere og at han hadde erfaring med kjøring under vanskelige værforhold i Norge.

SHT har gjennomført en analyse av vogntogførers aktiviteter de siste tre døgn før ulykken. Analysen av kjøre- og hviletidsdataene har ikke påvist forhold knyttet til arbeidstid eller kjøre- og hviletid som kan forklare ulykken.

1.7.2 Fører av varebilen

Føreren av varebilen var norsk statsborger, mann 32 år, bosatt i Haukeland utenfor Bergen. Mannen arbeidet for ingeniørfirmaet Tore Eide AS og på vei fra Bergen i retning mot Voss i et jobboppdrag.

1.8 **Kjøretøy og last**

1.8.1 Vogntog

1.8.1.1 *Trekkbil*

Trekkbilen var av typen DAF 105.410, 2008 modell, med to aksler og eid av SETAB. Den hadde en egenvekt på 8080 kg, tillatt last på 10 520 kg og tillatt totalvekt 18 600 kg.

Vogntoget var kjørbart etter ulykken og ble derfor kjørt til trafikkstasjonen på Voss hvor både Statens vegvesen og SHT gjennomførte tilstandskontroll. På framhjulene var trekkbilen utstyrt med dekk av typen Continental HSW med 4 mm mønsterdybde. På de to doble drivhjulene var det dekk av typen Semperit Eurodrive M+S med mønsterdybde 5-6 mm midt i banen. Dekkskuldrene var slitte og uten riller. Bremsprøver tatt av trekkbilen viste ingen feil eller mangler. Det ble heller ikke funnet andre feil eller mangler ved trekkbilen som kan forklare ulykken.

1.8.1.2 *Semitrailer*

Semitraileren var av typen Krone Sdp27 Elb2-Cs, 2007-modell. Semitraileren hadde følgende dekkutrustning og mønsterdybde:

Tabell 1. Dekkutrustning semitrailer

Plassering	Merke	Mønsterdybde
Høyre/venstre 1. aksel	Goodyear Marathon LHT	8mm/8-9mm
Høyre/venstre 2. aksel	Michelin XTA2 Energy/Goodyear Marathon LHT	8mm/8-9mm
Høyre/venstre 3. aksel	Goodyear Marathon LHT/Bridgestone	0 mm/5-6mm

I de tekniske undersøkelsene ble det også avdekket at svingskiva var dårlig smurt og at det var noe ujevn bremskraft mellom høyre og venstre side, dog innenfor kravet i forskrift om periodisk kontroll av kjøretøy. Utover dette ble det ikke avdekket større tekniske feil eller mangler som kan forklare ulykken.

1.8.1.3 *Vogntogets last*

Vogntoget var lastet med ca. 10 tonn stykkgoods bestående av blant annet dreneringsrør, papir, og rørdeler i messing. I samtaler med føreren har han forklart at de tyngste pallene med messingen var plassert omtrent midt på semitraileren. Foran var det plassert dreneringsrør, mens bakerst av det stablet paller med papir.

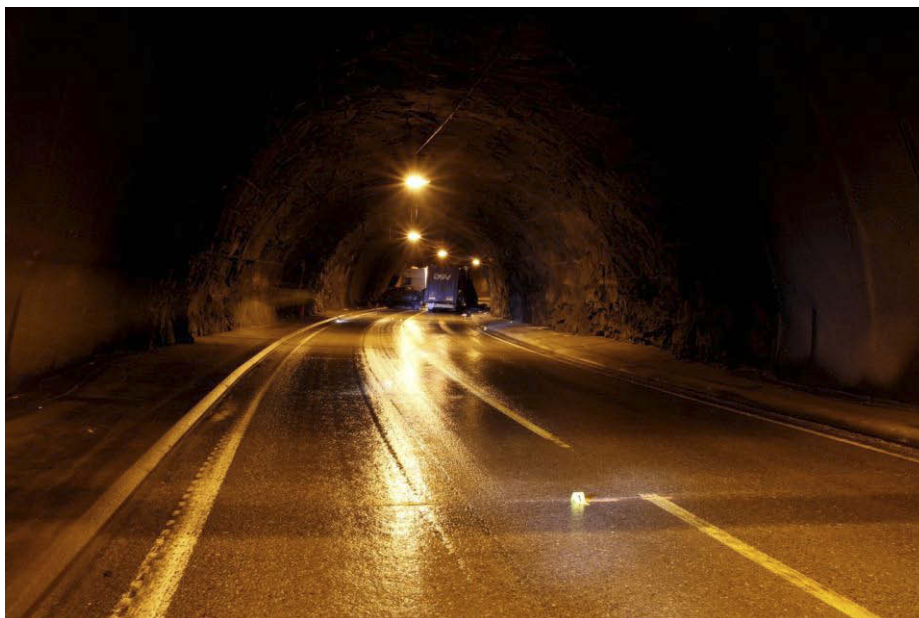
1.8.2 Varebilen

Varebilen var av typen Hyundai H1DL30, 2004 modell. Kjøretøyet var påmontert sommerdekk og hadde en del personlig verktøy i lasterommet. Tekniske undersøkelser av kjøretøyet etter ulykken viste ingen feil eller mangler som kunne forklare ulykken.

1.9 **Vær- og føreforhold**

På ulykkestidspunktet var det lett regnvær med en temperatur på om lag 11 °C utenfor tunnelen. Det hadde regnet lett gjennom hele natten før ulykken inntraff, og som følge av avgitt fuktighet fra kjøretøy som kjørte gjennom tunnelen var veibanen inne i tunnelen også våt.

I politiets rapporter som omhandler ulykken beskrives betongdekket som vått og «veldig glatt».



Figur 13: Vått betongdekket på ulykkesstedet. (Foto: Politiet)

1.10 Veiforhold

1.10.1 E16

E16 er hovedfartsåren mellom Bergen og Oslo. Strekningen mellom Bergen og Voss har en ÅDT²-verdi på om lag 3500 kjt/døgn og en relativt høy andel tungtrafikk. I følge Statens vegvesen ble denne andelen markant høyere etter åpningen av Lærdalstunnelen i 2000.

Strekningen mellom Bergen og Voss er preget av mange tunnelen med varierende standard. De eldste tunnelene ble bygget på 60-tallet og mange av disse har i følge Statens vegvesen dårlig belysning og smale tverrsnitt.

Det har vært en rekke alvorlige trafikkulykker på E16 mellom Bergen og Voss. På grunn av et unormalt høyt antall møteulykker de siste årene satte Statens vegvesen 2011 ned en arbeidsgruppe for å se på ulykkesstatistikken på strekningen fra Trengereid – Kvåle. Dette arbeidet resulterte i en rapport som viser at det generelt sett har vært en reduksjon i risikonivået for alle ulykkestyper samlet sett på strekningen, mens det har vært en økning i antall alvorlige møteulykker de siste årene.

På strekningen Trengereid – Kvåle (ved Voss) har det i perioden 1993 – 2010 (18 år) vært³:

- 204 ulykker med personskaade, hvorav 51 av ulykkene var møteulykker
- 21 drepte, hvorav 16 drepte i møteulykker
- 54 hardt skadde, hvorav 34 hardt skadde i møteulykker.

Arbeidsgruppen bak rapporten har blant annet sett på medvirkende årsaker til ulykkene og aktuelle kompenserende tiltak. For delstrekningen Bolstad – Dale (HP09) blir følgende tiltak foreslått:

- Sinusfresing på midtoppmerking/og kantoppmerking
- Skilte, kontrollere og utbedre tverrfall
- Hvitmaling av tunnelvegger
- Bygge stopplommer
- Vurderer endrede fartsgrenser

1.10.2 Hyvingstunnelen

Hyvingstunnelen ble bygd i perioden 1986 – 1991. Tunnelen er 1,4 km lang har toveistrafikk med et T8 – profil, dvs. kjørefeltbredde på 3,25 m, bankett på 0,25 m, avvisende kantstein med vishøyde⁴ på 13-15 cm samt et sideareal av betong inn mot fjell

² ÅDT = ÅrsDøgnTrafikk – gjennomsnittlig døgntrafikk over året i sum begge retninger.

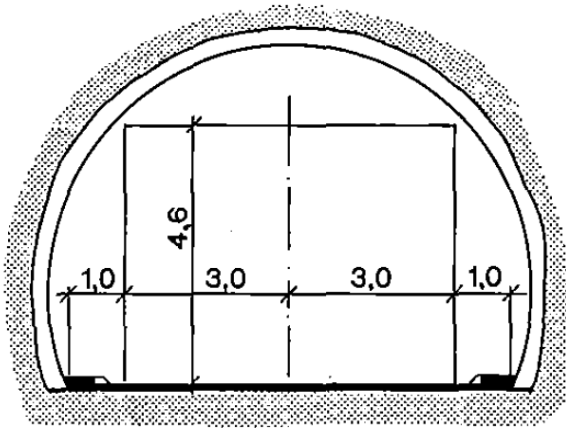
³ Kilde: Tiltak mot møteulykker. E16 Voss – Trengereid. Statens vegvesen, Region Vest, Avdeling Hordaland. 14.11.2011

⁴ Vishøyden er høyden på kantsteinen som er synlig fra dekket til toppen av kantsteinen.

på mellom 1,5 – 3 m, jfr. Figur 14. Ulykken skjedde i en høyrekurve, sett i kjøreretningen til vogntoget, med radius tilnærmet 200 m. Breddeutvidelsen som følge av kurven er på om lag 0,5 m. Dette gir følgende totale veibredde på ulykkesstedet:

$$3,25(\text{kjørefeltbredde}) \times 2 + 0,5 (\text{breddeutvidelse}) + 0,25 \times 2 (\text{bankett}) = 7,5 \text{ m.}$$

I tillegg til dataene over gjennomførte SHT en befarings hvor radius, overhøyde⁵ og helning i lengderetningen ble registrert. Kurveradius ble målt til, $r \approx 200 \text{ m}$, overhøyde (i grader) $\approx 3^\circ$ og helningen i lengderetningen ble målt til $\approx 0^\circ$.



Figur 14: Tunnelprofil T8. (Kilde: Håndbok 021 – Vegtunneler. Statens vegvesen. 1992.)

1.10.3 Betongdekke

Strekningen Dalseid – Bolstad (7,2 km) ble ferdigstilt i desember 1991 med dekke av uarmert valsebetong. Valsebetong er en jordfuktig betong som kan legges ut med en stor asfaltutlegger med stampekniver eller høvel og komprimeres med vibrasjonsvalse. I motsetning til asfaltdekker som er fleksibelt er betongdekket stivt og i håndbøkene til Statens vegvesen behandles derfor dekker av betong spesielt.

Betong slites mest ned den første vinteren etter at dekket er lagt. Årsaken er at mørtelen og de finere fraksjoner av tilslaget har dårligst slitestyrke. Etter hvert som grovere tilslag frilegges, blir slitestyrken større. Generelt har betong en bedre evne til å motstå slitasje fra piggdekk enn asfalt, men dette avhenger av tilslagsmaterialenes og bindemiddelets egenskaper. Et vått betongdekke slites normalt sett dobbelt så mye som et tørt betongdekke. Lokale forhold, spesielt nedbør, er derfor avgjørende for betongens aldriings- og sliteegenskaper.

1.10.4 Friksjonsmålinger

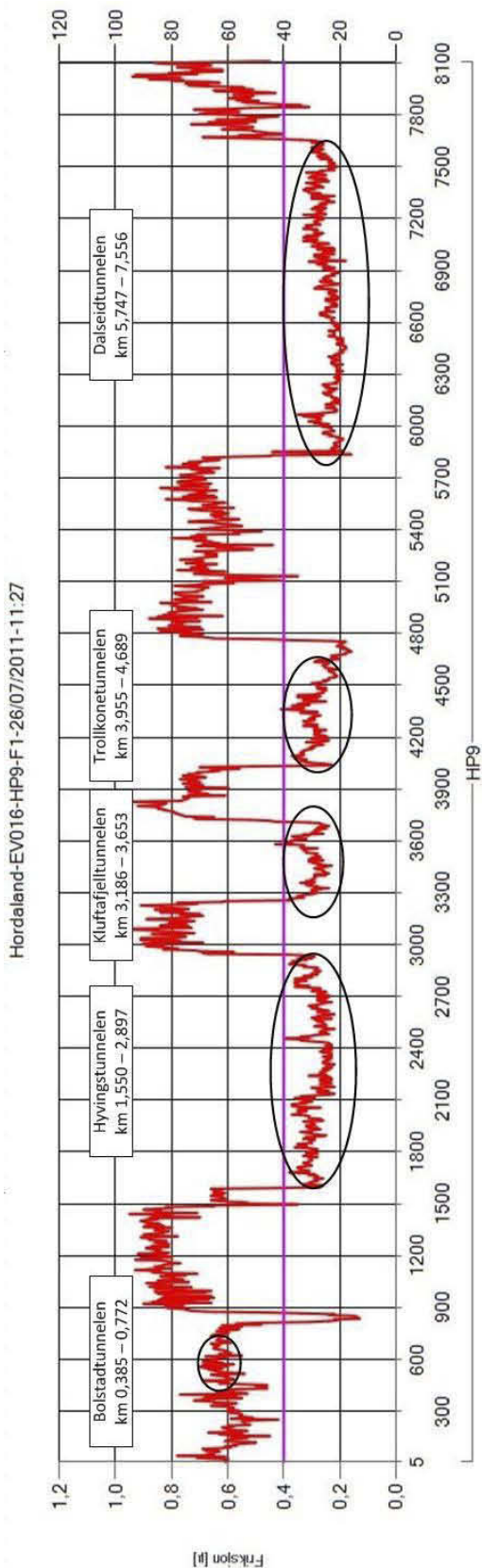
Det ble gjennomført friksjonsmålinger på strekningen ved to anledninger før ulykken inntraff i september 2011. Den første målingen ble gjennomført 26. juli under et rutineoppdrag i forbindelse med friksjonsmåling av nylagt asfaltdekke mellom tunnelene på strekningen Dalseid - Bolstad. Veiseksjonen i Region vest gjør rutinemessige friksjonsmålinger av veistrekn timer med nylagt asfalt som et ledd i kvalitetskontrollen av asfaltarbeidene. I utgangspunktet skulle bare delstrekningene med nylagt asfalt

⁵ Overhøyde er kurvens tverrfall/«dosering»

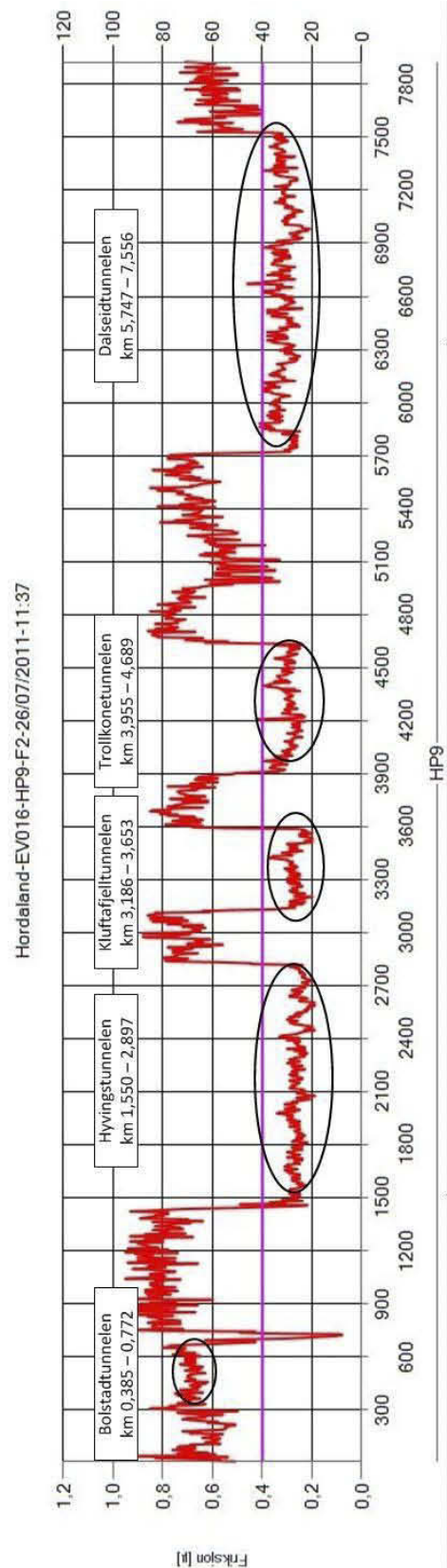
friksjonstestes, men operatøren av friksjonsmåleren fikk mistanke om lav friksjon på betongdekkene i tunnelene og valgte derfor å måle friksjonen for hele strekningen.

Den andre målingen ble gjort 22. september, 4 dager før ulykken. Også denne gangen ble målingene gjort i forbindelse med et annet oppdrag og etter mistanke om lav friksjon inne i tunnelene. Operatøren valgte som sist å måle hele strekningen mellom Dalseid og Bolstad.

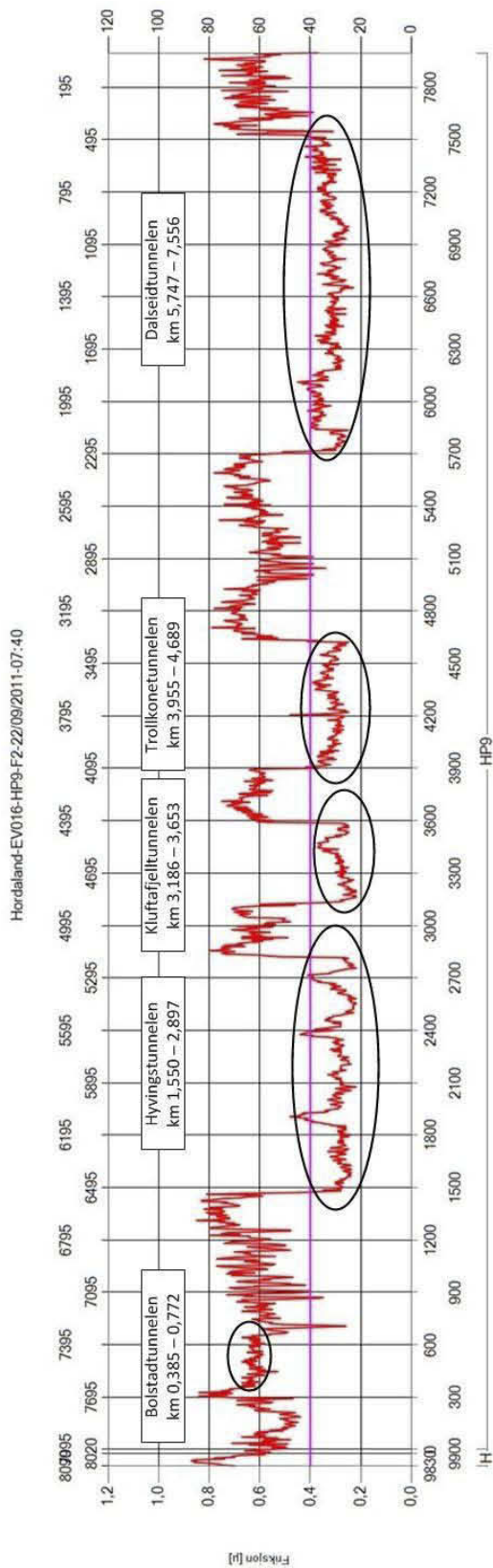
Resultatene fra friksjonsmålingene er vist i figur 15, figur 16 og figur 17.



Figur 15: Friksjonsmålinger 26.7.2011 kjørefelt f1 (vogntogets kjøreretning). (Kilde: Statens vegvesen)



Figur 16: Friksjonsmålinger 26.7.2011 kjørefelt f2 (varebilens kjøreretning). (Kilde: Statens vegvesen)



Figur 17: Frikjonsmålinger 22.9.2011 kjørefelt f2 (varebilens kjøreretning). (Kilde: Statens vegvesen.)

Resultatet av friksjonsmålingene viser tydelige sprang i friksjonskoeffisienten, μ^6 (my), over parsellen på E16, og avvik fra friksjonskravene som Statens vegvesen selv har satt. Sprangene opptrer i tunnelene, Hyvingstunnelen, Kluftafjellstunnelen, Trollkonetunnelen og Dalseidstunnelen. Disse tunnelene hadde alle betongdekke på tidspunktet målingene ble gjennomført og på ulykkestidspunktet. Strekningene i mellom tunnelene hadde asfaltdekke.

Den rosa (magenta) streken på figurene representerer minimumskravet gitt i håndbok 111 og er satt til $\mu=0,4$, j.fr. kapittel 1.13.4. Friksjonsmålingene for Hyvingstunnelen viste friksjonsverdier ned mot $\mu = 0,2$ som er langt lavere enn kravene gitt i håndbok 111. Dette kan sammenlignes med vinterforhold med snø eller tørr is og kan i enkelte tilfeller kreve tiltak i form av eksempelvis strøing eller salting for å heve friksjonen.

Bolstadtunnelen (km 0,385 – 0,772) hadde asfaltdekke og det er ikke funnet tilsvarende sprang i friksjonskoeffisienten her.

1.10.4.1 *Krav til friksjonskoeffisient*

Friksjonskoeffisienten⁷, μ , er en benevnelsesløs størrelse og den er ikke konstant for et spesielt materiale, men den må betraktes som en karakteristisk størrelse mellom to materialer som sklir mot hverandre. Det er mange forhold som påvirker friksjonen. Eksempler på dette kan innenfor veitrafikk være egenskaper ved kjøretøyets dekk, veidekkets sammensetning og tekstur og eventuell forurensning eller kontaminasjon av dette. Friksjonskreftene som oppstår ved slike sklibevegelser påvirkes også av kjøretøyets hastighet, aksellast og kjøretøyets vektfordeling.

Statens Vegvesen har selv satt krav til minste verdi av friksjon i håndbok 111. Her heter det at friksjonskoeffisienten ikke skal være lavere enn $\mu=0,4$ og at det skal tilstrebes ensartede friksjonsforhold.

Dataene fra friksjonsmålingene som er presentert i denne rapporten og som Statens vegvesen bruker for å beskrive friksjonsforholdene på veidekket, viser friksjonskoeffisienten mellom målehjulet til RoAR-måleren og veidekket, j.fr. kapittel 1.10.4.2. De faktiske friksjonsforholdene mellom veidekket og dekket til et kjøretøy kan avvike fra dette, både i positiv og negativ retning. Friksjonskoeffisienten mellom vei og aktuelt kjøretøy kan i ettertid beregnes, men da kun med en viss grad av nøyaktighet, ved å gjennomføre retardasjonstester med det faktiske og aktuelle vogntoget. Nøyaktighet avhenger av at det brukes samme dekkutrustning og last på samme sted under tilsvarende forhold. Dette ble ikke gjort etter denne ulykken.

Friksjonsmålinger utført med spesielt utstyr laget for dette formålet kan altså gi andre verdier enn de som kommer fram gjennom retardasjonstester med aktuelt kjøretøy da målingene og disse gjennomføres med andre forutsetninger. For å underbygge dette vises det til SHT's rapport «*Report SL 2011/10. Winter operations, friction measurement and conditions for friction prediction*». I rapporten ble friksjonsmålere som benyttes innen luftfart undersøkt opp mot hverandre og opp mot kjente friksjonsforhold. Rapporten konkluderer blant annet med at det er stor forskjell mellom ulike typer måleutstyr og

⁶ Friksjonskoeffisienten, μ , er definert som forholdet mellom friksjonskraften og normalkraften til et kjøretøy.

$\mu = \frac{F_t}{F_n}$, hvor F_t er friksjonskraften og F_n er normalkraften

⁷ Kilde: Lærebok. Drift og vedlikehold av veier. VD rapport nr. 53. Statens vegvesen, 2011.

teknikker og at det kan være vanskelig å beskrive friksjonen nøyaktig ut fra enkeltmålinger. Rapporten viste også at den reelle friksjonen mellom dekkeoverflaten og hjulet på farkosten kunne være svært forskjellig fra den målte friksjonen. Vi kan altså ikke nøyaktig vite hvilke reelle friksjonsforhold som var rådene på ulykkestidspunktet og følgelig friksjonskoeffisienten mellom vogntogets dekk og veiens overflate.

1.10.4.2 *Friksjonsmåler RoAR*

RoAR (Road Analyzer and Recorder) er en hydraulisk bremsemaskin montert på en tilhenger bak en målebil hvor et hjul bremses ved hjelp av hydraulisk oljetrykk, normalt til 18 % slipp ved måling i såkalt fast slipp modus. Det er kreftene, både horisontale og vertikale, på målehjulet som registreres. I tillegg til selve måleutstyret er det også montert en vanntank på hengeren som legger ut en vannfilm på 0,5 mm foran målehjulet under registreringen. Målehastigheten skal være 60 km/t. Måledekket som benyttes er av typen ASTM 1551. Dette er et standardisert dekk uten struktur (helt glatt) som benyttes for måling av friksjon på veidekker. RoAR-måleren kalibreres en gang hvert år opp mot OSCAR, hvilket er referansemåleren for friksjonsmåling i Norge.

1.10.5 Drift og vedlikehold av betongdekker

I følge Statens vegvesen ble betongdekket frest ved en anledning etter at dekke ble lagt i 1991. Dette var i 1999, da strekningene mellom tunnelene mellom Dalseid og Bolstad ble reasfaltert. Fra 1999 til ulykkestidspunktet er det ikke registret større vedlikehold av dekket ut i fra de dataene SHT har mottatt.

Spor og jevnhet har blitt registrert regelmessig for strekningen mellom Dalseid og Bolstad med måling hvert år gjennom Statens vegvesen sitt overvåkningssystem av dekketilstanden, jfr kapittel 1.14.2.1. Dataene fra de siste målingene som SHT har mottatt fra Statens vegvesen region vest viser at spor og jevnhet var innenfor kravene i tiden før ulykken, mens friksjonen, som kjent, var lavere enn kravene på alle strekningene med betongdekke.

1.10.6 Kritisk hastighet før skrens

I denne undersøkelsen har SHT gjennomført en beregning av kritisk hastighet, det vil si en teoretisk grenseverdi for hvilket hastighetsnivå et kjøretøy kan holde gjennom en kurve før en skrens⁸ oppstår med en kjent friksjon, samt kjent vertikal- og horisontalkurvatur. Beregningen gjelder for personbil og tar ikke hensyn til varierende friksjon over veitverrsnittet, kjøretøyets kjøreegenskaper, last, bruk av bremses og dekkenes kvalitet.

*Tabell 2: Kritisk hastighet for personbil med varierende friksjonskoeffisient.
Kurveradius = 200m og tverrfall 3,5 grader*

Friksjonskoeffisient, μ	Kritisk hastighet, km/t
0,2	81
0,3	96
0,4	108
0,5	119
0,8	148

⁸ Skrens kan forklares som kjøretøyets avdrift gjennom en kurve uten bruk av bremses.

Beregningene viser at en reduksjon i friksjonskoeffisienten fra 0,4 til 0,2 gir endring i kritisk hastighet fra 108 km/t til 81 km/t. Hvis dette ses opp mot en skiltet hastighet på 70 km/t vil dette medføre at tilgjengelig sikkerhetsmargin målt i km/t reduseres fra 38 km/t til 11 km/t (70 % reduksjon).

Slik det er beskrevet over er det knyttet stor usikkerhet til beregningene og de må tolkes med forsiktighet. Hensikten med beregningene er imidlertid å vise hvor avgjørende friksjonen er for kritisk hastighet gjennom en kurve og følgelig tilgjengelig sikkerhetsmargin ved en gitt fartsgrense. Selv om beregningene gjelder for personbil er det rimelig å anta at variasjonen i friksjon også gir tilsvarende variasjon i kritisk hastighet for større kjøretøy.

1.11 Tekniske registreringssystemer

1.11.1 Vogntoget

SHT mottok data fra trekkbilens digitale fartsskriver fra Statens vegvesen. Dataene ble mottatt både som rådata og som analysert materiale. Generelt vil det på grunn av varierende dekkdimensjon og slitasje på dekkene være en viss usikkerhet knyttet opp mot hastighetsdataene som lagres i fartsskriveren. Ifølge a.s. Fartsskriver er normalt den totale usikkerhetsmarginen på +/- 6 km/t. Hastighetene presentert i denne rapporten er slik de ble hentet ut fra fartsskriveren.

Data fra fartsskriveren viser at det er avtegnet en hastighet gjennom Hyvingstunnelen på mellom 78 km/t til 89 km/t. Ved inngangen til tunnelen er det registrert en hastighet på 88 km/t, som deretter faller til 78 km/t, for så å øke igjen til 89 km/t. Denne hastigheten holdes stabilt den siste strekningen frem mot ulykkespunktet (en strekning på om lag 650 m).

Sammenstilling av dataene fra fartsskriver de siste 3-400 meterne før ulykkespunktet viser at vogntoget holdt jevn hastighet på om lag 88 km/t gjennom først en venstrekurve med radius ca. 400 m, deretter gjennom overgangskurve på ca. 110 m, og til slutt over i høyrekurven med radius på omkring 200 m hvor ulykken inntraff. Ca. 190 m inn i høyrekurven (70 meter før vogntogets sluttposisjon) er det avtegnet en relativt kraftig retardasjon.

Førerens forklaring av hendelsesforløpet hvor han har opplyst til SHT at han allerede 3-400 m før treffpunktet begynte å få problemer med å holde kontrollen over vogntoget, samsvarer godt med avtegningene i fartsskriveren.

1.11.2 Varebilen

Det var ikke montert noen form for fartsskriver i varebilen og SHT har derfor ikke sikre data som beskriver hastigheten til varebilen i sekundene før ulykken. Et vitne som kjørte et stykke foran varebilen observerte ikke noe spesielt med hverken kjørestilen eller hastigheten til kjøpetøyet. SHT mener det derfor er rimelig å anta at varebilen holdt fartsgrensen på 70 km/t eller lavere i sekundene før ulykken.

1.12 Medisinske forhold

Resultatene fra blodprøver tatt av føreren av vogntoget var negative mht. alkohol og rusmidler

Det ble gjennomført en obduksjon av føreren av varebilen. Obduksjonsrapporten konkluderte med at føreren av varebilen omkom som følge av store indre og ytre skader. Det ble ikke funnet spor av alkohol eller rusmidler.

1.13 Lover og forskrifter

Rammene for bruk, drift, tilsyn og kontroll i veisektoren er i hovedsak regulert i lov 18. juni 1965 nr. 4 (vegtrafikklov) med tilhørende regler og forskrifter, lov 21. 1963 nr. 23 (Veglov).

1.13.1 Vegtrafikkloven

Vegtrafikkloven § 3 omtaler grunnregler og aktsomhetskrav for trafikanter. I § 6, 1. ledd omtales førers krav til å avpasse farten etter sted, føre-, sikt- og trafikkforholdene, mens § 23 omhandler fører og eiers ansvar for kjøretøyets stand.

1.13.2 Krav til kjøretøy

Svenske lover og forskrifter fastsetter tekniske krav til trekkbilen og semitraileren som var involvert i ulykken.

I tillegg gjelder norske forskrifter for bruk av kjøretøy, når utenlandske kjøretøy brukes i Norge.

1.13.3 Krav til veien

Lov 21. juni 1963 (Veglova) med senere endringer hjemler forskrifter, retningslinjer og normaler for bygging av offentlige veier. I lovens § 16 heter det at:

«Departementet gir retningslinjer for vedlikehold av offentlig veg. Departementet avgjør i tvilstilfelle med endelig verknad kva som skal reknast som vedlikehold.»

Slike retningslinjer er ikke gitt.

Med hjemmel i loven har Vegdirektoratet utarbeidet Håndbok 018 «Vegbygging», som er en normal som danner grunnlag for alle som planlegger, dimensjonerer og bygger veier. Normalen er også et hensiktsmessig ledelsesverktøy for å ta standpunkt til sentrale bestemmelser for funksjons- og kvalitetskrav ved planlegging og bygging av veier. I håndbok 018 henvises det til håndbok 179 «Betongdekker» som ikke er hjemlet i loven, men er en veileder som gir grunnlagsmateriale for planlegging og utførelse av betongdekke som veidekke samt veiledning i drift og vedlikehold av dette.

1.13.4 Friksjonskrav

Håndbok 111 «Standard for drift og vedlikehold» er en intern veileder for Statens vegvesen som beskriver grunnlaget for drift og vedlikehold av veier gjennom funksjonskrav. Den konkretiserer nivået for innsatsen gjennom krav til tilstand og/eller krav til tiltak. Standardkravene angir de nivåer som samfunnet er tjent med. Av

budsjettmessige grunner kan det bli aktuelt å senke krav for noen drifts- og vedlikeholdsarbeider og /eller evt. ta forbehold om dette. Slike endringer skal avtales med Vegdirektoratet som en del av mål og resultatstyringen. Standarden er iht. Håndbok 111 ikke juridisk bindende for Statens vegvesen.

Minimumskravet til friksjon er beskrevet i håndbok 018 og 111. Her heter det:

«Friksjon skal måles på vått dekke. Det skal tilstrebes ensartede friksjonsforhold. Friksjonskoeffisienten, målt ved 60 km/t, skal ikke ligge under 0,40.»

1.13.5 Betongdekker

I håndbok 179 «Betongdekker» er vedlikehold av betongdekker behandlet. Der heter det at:

«Hovedmålsettingen med vedlikeholdet er å sikre at vegen har:

- God fremkommelighet*
- Høy trafiksikkerhet*
- Godt miljø*
- God publikumsservice*

Dette betyr at en for betongdekker må sikre at det er tilstrekkelig jevnhet, friksjon og kjørekomfort»

Videre står det: « For at disse mål skal nås er det nødvendig med en planmessig overvåkning og tilstandskontroll av betongdekkene»

En av hovedmålsettingene er altså så tilstrebe høy trafiksikkerhet gjennom en planmessig overvåkning og tilstandskontroll av betongdekkene, hvor friksjon er én av måleparameterne.

Videre beskriver håndboken at standarden på betongdekket skal beskrives gjennom fire parametere; jevnhet, spor, sprekker og friksjon. Som tidligere nevnt er kravene til disse parameterne beskrevet i håndbok 111.

1.13.6 Risikovurdering

Statens vegvesen har utarbeidet en veileder, håndbok 271 «Risikovurderinger i vegtrafikken» som tar for seg bruken av risikovurderinger som et verktøy nå det skal fattes beslutninger i mindre og større prosjekt i etaten. I denne veilederen er det blant annet presentert en fem-trinns metodikk for risikovurderinger.



Figur 18: De fem trinnene i en risikovurdering.
(Kilde: Håndbok 271 "Risikovurderinger i vegtrafikken",
Statens vegvesen 2007.)

En risikovurdering kan altså benyttes som en del av et beslutningsgrunnlag for alle typer tiltak, små og store. Hensikten med slike vurderinger primært å identifisere og vurdere risiko, samt å komme frem til tiltak som adresserer den identifiserte risikoen på en best mulig måte.

1.13.7 Trafikkskilt

Håndbok 050 «Trafikkskilt. Tekniske bestemmelser og retningslinjer for anvendelse og utforming», også kalt «Skiltnormalen», regulerer anvendelsen og utforming av offentlige trafikkskilt. Skiltnormalen fastsettes av Vegdirektoratet med hjemmel i skiltforskriften. Bestemmelsene i skiltnormalen gjelder for all bruk av offentlige trafikkskilt, uavhengig av veitype. Bestemmelsene skal følges av alle skiltmyndigheter, også kommunene og politiet.

Del 2 av skiltnormalen beskriver den generelle anvendelsen av fareskilt. Her heter det at:

«For enkelte situasjoner kan det være krav om oppsetting av fareskilt. Dette er angitt i normalbestemmelsene for de aktuelle skilt. For øvrig skal behovet for fareskilt vurderes nøye ut i fra forholdene på stedet og de bestemmelser og retningslinjer som er gitt for anvendelsen av skiltet.»

Før fareskilt settes opp, skal det vurderes om fysiske endringer eller andre tiltak kan eliminere eller redusere faremomentet. Det er viktig å analysere eventuelle ulykker på stedet for å finne hvilke tiltak som bør gjennomføres. Oppsetting av fareskilt kan likevel være nødvendig som et første tiltak inntil andre tiltak kan bli gjennomført.»

For skilt nr. 116 «Glatt kjørebane» gjelder følgende i skiltnormalen, del 2:

«Skilt 116 anvendes når særlige forhold gjør vegen glatt, f.eks. ved stor nedbørsmengde eller på sted der veien kan være utsatt for spesiell ising over bru»

eller isolert fylling. Skiltet kan også anvendes for å varsle om at vegdekket kan bli glatt under nedbør på grunn av nylagt asfalt eller jord på kjørebane. Skiltet anvendes også for å varsle om glatt vegbane på grunn av spesielle forhold som har oppstått, for eksempel ved oljesøl.

Skilt 116 anvendes ikke for å varsle om glatt kjørebane som følge av snø eller is under vanlige forhold»

Videre står det i skiltnormalen:

«Skilt 116 kan ha underskilt 802 «Avstand», 804 «Utstrekning» og 810 «Svingpil». Underskilt 808 «Tekst» benyttes til å beskrive årsaken til at vegen blir glatt»

Ett av eksemplene på underskilt kan være 808.133 «Ved våt veg»

For bruk av underskilt med utstrekning gjelder følgende krav i skiltnormalen:

«Gjelder fareskiltet en vegstrekning med lengde over 300 – 500 m, skal avstanden fra skiltet til det sted hvor farestrekningen begynner og til den slutter angis med underskilt 804 «Utstrekning». Normalt bør utstrekning over 300 angis ved fartsgrense mindre enn eller lik 60 km/t, og over 500 m ved fartsgrense 70 km/t eller høyere.»

1.14 Myndigheter, organisasjoner og ledelse

1.14.1 Skurup Express Transport AB

Skurup Express Transport AB (SETAB) er et svensk transportfirma som ble stiftet 1996. Firmaet drev tidligere med transportoppdrag over hele Europa, men har de senere årene konsentrert seg om transportoppdrag i Norge hvor de nå kjører med om lag 50 biler for blant annet LKW Walter, Kuehne Nagel, DSV, Norden Frakt, Trans Nordik, Eco Trans og Dachser.

1.14.2 Statens vegvesen

Statens vegvesen er et forvaltningsorgan underlagt Samferdselsdepartementet, og har sektoransvar for vei og veitrafikk innenfor rammer fastsatt av overordnet virksomhet. Vegdirektoratet, regionene og Vegtilsynet utgjør til sammen Statens vegvesen.

Statens vegvesen godkjenner og fører tilsyn med kjøretøy og trafikanter. De har også ansvar for godkjenning og oppfølging av private kontrollorgan som foretar periodisk kontroll av kjøretøy. Som eier av europaveier og riksveier, samt forvalter av fylkesveinettet, har de ikke tilsynsansvar for veinettet tilsvarende det de har for trafikanter og kjøretøy. De har derimot byggherreansvar overfor entreprenørene som har drifts- og vedlikeholdsansvar for dette veinettet.

1.14.2.1 *Overvåking av dekketilstand i Statens vegvesen*

Statens vegvesen måler veidekkets hjulspordybde og ujevnheter årlig for alle riksveier (inkludert E16 mellom Bergen og Voss) og det meste av fylkesveinettet. Staten er utstyrt med egne kjøretøy påmontert laserskanner som skanner veiprofilet på tvers slik at spordybde og tverrfall (dosering) kan beregnes. I tillegg måler egne laser den langsgående ujevnheten og veidekkestrukturen (i ytre hjulspor).

Det er etablert et system for overføring av beregnede måledata til NVDB (Nasjonal Vegdatabank). Her lagres bl.a. data om spordybde, ujevnheter og tverrfall for hver 20. meter. Disse dataene blir brukt til å generere dekketilstandsstatistikker og som grunnlag for planlegging av dekkevedlikeholdet i PMS (Pavement Management System)

Friksjonsmålinger inngår ikke som en tilstandsparameter i systemet for overvåkning av dekketilstanden på det overordnede veinettet beskrevet over. I sommerhalvåret er det kun mistanke om lav friksjon som utløser tiltak.

I vinterhalvåret blir friksjonsforholdene jevnlig overvåket av den kontraktsfestede entreprenøren som har drift- og vedlikeholdsansvaret. I kontrakten mellom Statens vegvesen og entreprenøren er det blant annet beskrevet hvilke krav til friksjon som utløser tiltak som eksempelvis strøing eller salting. Kravene til friksjons i kontrakten bygger på håndbok 111, jfr. kapittel 1.13.4 *Krav om friksjonsforhold*.

1.14.3 Drifts- og vedlikeholdskontrakt

Entreprenør Eivind Opedal & Sønner ANS innehar drifts- og vedlikeholdskontrakten med Statens vegvesen Region Vest for blant annet strekningen på E16 mellom Dalseid og Bolstad for perioden 1.9.2009-31.8.2014. Kontrakten beskriver i hovedsak rutinemessige driftsoppgaver og mindre vedlikeholdsoppgaver på veinettet. Kontrakten omfatter også inspeksjon og registrering, planlegging av virksomheten, beredskap mht. vinterdrift og generell trafikkavvikling, dokumentasjon, rapportering til Statens vegvesen (som byggherre), informasjon til publikum og håndtering av andre oppgaver som er nødvendige for drift og vedlikehold av veinettet.

For Hyvingstunnelen spesielt, beskriver kontrakten drift- og vedlikeholdsoppgaver av typen;

- fjellsikring, kontroll og inspeksjon
- kontroll av vann og frostsikring
- utførelse ved ras/akutt nedfall
- systematisk spettrensk
- bolting
- statusrapport til byggherre
- helvask av tunnelprofilet (dette inkluderer vask av veibanen)
- vask av teknisk utstyr

Kontrakten beskriver også spesielt oppgaver knyttet til asfaltdekker, men omhandler ikke betongdekker. Videre inneholder kontrakten en instruks for dokumentasjon av friksjonsnivå i forhold til krav i hovedprosessen for vinterdrift. Kontrakten inneholder ikke tilsvarende for sommerhalvåret.

1.15 Andre opplysninger

1.15.1 Tidligere uhell

Den 23. august 2011, ca. 1 mnd. før denne ulykken skjedde, fikk politiet melding om et trafikkuhell på samme sted i Hyvingstunnelen. Et belgiskregistrert vogntog med svensk fører på vei fra Voss i retning Bergen hadde kollidert med tunnelveggen på venstre side av veibanen. Føreren av vogntoget ble ikke fysisk skadet i uhellet, men det var store skader på vogntoget.

Det var regnvær på ulykkestidspunktet og veibanen inne i tunnelen var våt. Spor på stedet, samt vogntogets sluttposisjon tydet på at kjøretøyet hadde mistet veigrepet, fått sleng og deretter sakset før det kolliderte med tunnelveggen. Vogntoget hadde, i følge politiet, gode dekk både på trekkbilen og semitraileren.



Figur 19: Sluttposisjonen til belgiskregistrert vogntog etter skrens i Hyvingstunnelen 23. august 2011. (Foto: Politiet)

Vitner til dette uhellet har forklart at veibanen i Hyvingstunnelen og de andre tunnelene på strekningen mellom Dalseid og Bolstad med betongdekke var kjent for å være svært glatte ved regnvær, noe som også ble bekreftet av politiet som var på stedet rett etter ulykken. Politibetjentene beskrev veibanen som «veldig glatt».

Etter dette uhellet gjennomførte ikke Statens vegvesen ytterligere vurdering av tiltakene som ble iverksatt etter målingene i juli, jfr. kapittel 1.16.

1.16 Iverksatte tiltak

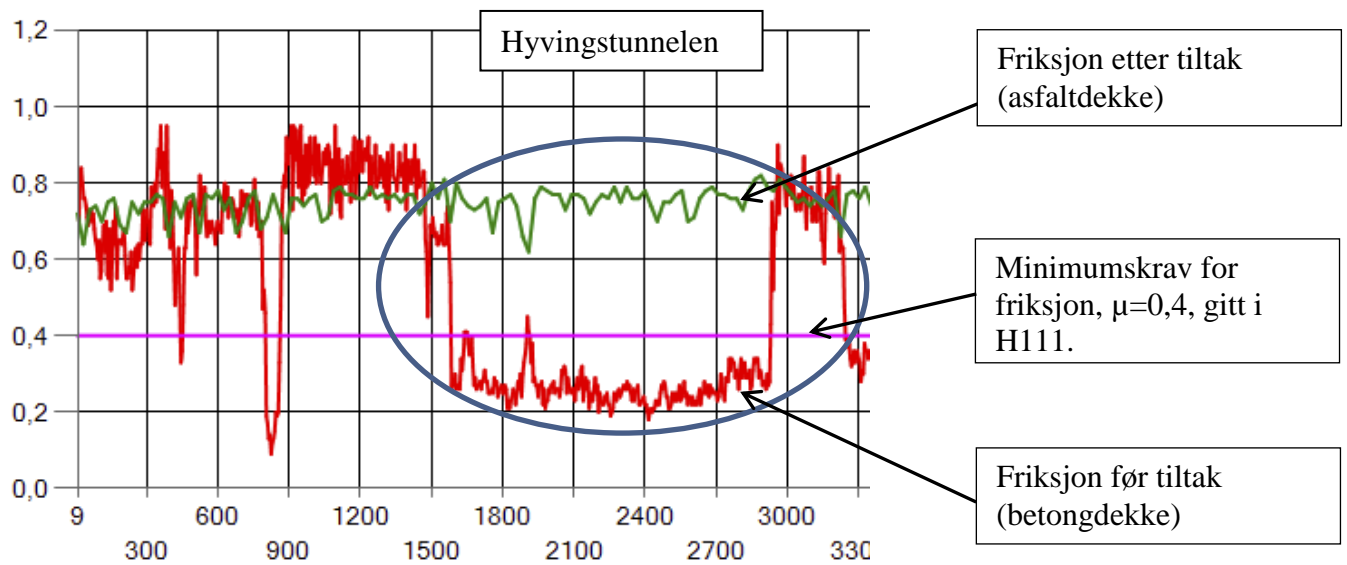
Resultatene fra friksjonsmålingene i juli ble oversendt Vegseksjonen Bergensområdet Region vest, umiddelbart etter at målingene var gjennomført. Det ble konkludert med at friksjonsforholdene i tunnelene var lave og at det måtte gjennomføres tiltak så snart som mulig. Det ble derfor bestilt fresing av tunnelene. Dette er imidlertid en omfattende jobb som krever tungt maskineri og utstyret for å få gjennomført fresingen var ikke tilgjengelig før i oktober. I mellomtiden ble det derfor i samråd med Voss trafikkstasjon vurdert strakstiltak i form av skilting av tunnelene. Det ble valgt å skilte med fareskilt 116 "Glatt veibane" med underskilt 808.133 "Ved våt vegbane" samt underskilt 804 "0,1-6,0 km". Skiltene ble plassert på hver ende av strekningen med tunnelene Hyvingstunnelen, Kluffafjelltunnelen, Trollkonetunnelen og Dalseidtunnelen, en strekning på om lag 6 km. Bestillingen av skiltingen til entreprenør ble sendt fra Statens vegvesen 23.8.2011, samme dag som et belgiskregistrert vogntog fikk skrens i Hyvingstunnelen, jfr. kapittel 1.15.1.



Figur 20: Skilting på strekningen med tunnelene med betongdekke.
(Foto: Arne Hofseth/BT.no)

Det ble ikke vurdert å senke fartsgrensen fra eksisterende fartsgrense på 70 km/t. Det ble heller ikke gjort noen risikovurdering i forbindelse med iverksettingen av strakstiltakene på bakgrunn av friksjonsmålingene.

I oktober 2011 (uke 40) var utstyret for fresing av betongdekket tilgjengelig og dekkene i tunnelene ble frest ned og asfaltert. Etter endt asfaltering gjennomførte Statens vegvesen på ny en måling av friksjonen. Figur 21 viser friksjonskoeffisienten μ før og etter asfaltering. Rød linje markerer friksjonen før tiltak, mens grønn linje markerer friksjonen etter tiltak. Magenta (rosa) linje markerer minimumskravet ($\mu = 0,4$) til friksjon i hht til håndbok 111.



Figur 21: Frikisjon før og etter tiltak i Hyvingstunnelen. X-aksen viser kilometrering og Y-aksen viser friksjonskoeffisienten. Rødt markerer friksjonen før asfaltering og grønn markerer friksjonen etter asfalteringen. Magenta markerer minimumskrav til friksjon i hht Håndbok 111. (Kilde: Statens vegvesen)

2. ANALYSE

SHT valgte å undersøke denne ulykken med bakgrunn i de observasjoner som ble gjort av friksjonsforholdene i tunnelene med betongdekke på strekningen mellom Dalseid og Bolstad. I tillegg hadde SHT opplysninger om den generelle ulykkessituasjonen på E16, og tidligere ulykke med liknende hendelsesforløp på samme sted. SHT har i denne undersøkelsen vurdert at det største læringspotensialet ligger i identifiserte sikkerhetsproblemer knyttet til registrering og oppfølging av avvikende friksjonsforhold i sommerhalvåret generelt, samt oppfølging og vedlikehold av betongdekker spesielt. Identifisering og gjennomføring av kompenserende tiltak synes også å utgjøre et sikkerhetsproblem.

2.1 Vurdering av hendelsesforløp

Ulykken skjedde i en høyrekurve (sett i vogntogets kjøreretning) inne i Hyvingstunnelen på E16. Undersøkelsen har avdekket at trekkbilen mistet veigrepet på drivhjulene og at føreren mistet kontrollen over vogntoget. Kjøretøyet hadde sannsynligvis kontakt med tunnelveggen flere steder før det sakset og kom over i motsatt kjørebane og kolliderte med møtende varebil.

Undersøkelsen har videre avdekket at vogntoget holdt en hastighet tett opp mot fartssperren på 89 km/t gjennom tunnelen. Hendelsesforløpet det siste minuttet før ulykken inntraff er noe usikkert, men førerens forklaring og data fra fartsskriveren til kjøretøyet som også registrerer akselerasjon og retardasjon, viser at føreren fikk problemer allerede 3-400 meter før kollisjonspunktet. Dataene viser også at vogntogets drivhjul mistet alt veigrep umiddelbart før kollisjonen, noe som er forenelig med saksingen av vogntoget og påfølgende kollisjon med varebilen i semitrailerens front og baksida av trekkbilen. Fører av varebil hadde ingen mulighet til å unngå eller avverge kollisjonen.

2.1.1 Hastighetsvalg

Analysene av fartsskriveren i vogntoget viste at føreren valgte å holde en hastighet over den tillatte fartsgrensen på 70 km/t gjennom Hyvingstunnelen. Som det er beskrevet er det knyttet usikkerhet til beregning av kritisk hastighet da forhold som blant annet kjøretøyets kjøreegenskaper, bruk av brems, last og kvaliteten på dekkene til kjøretøyet ikke tas med i regnestykket. SHT mener imidlertid at beregningene viser at det teoretisk sett var mulig å få skrens inne i Hyvingstunnelen med den registrerte hastigheten vogntoget holdt i kurven under de rådende forhold. Med bakgrunn i disse beregningene mener SHT at hastigheten i kombinasjon med den lave friksjonen ikke ga tilstrekkelig sikkerhetsmargin og var de viktigste årsaksfaktorene til at ulykken skjedde.

Selv om føreren valgte å kjøre over tillatt fartsgrense mener SHT at hastighetsvalget må ses i lys av de svært uforutsigbare friksjonsforholdene på strekningen. Slike forhold er vanskelig å oppfatte for trafikantene, spesielt i sommerhalvåret, selv om dette var strekningsvis varslet med fareskilt i dette tilfellet.

2.1.2 Kjøretøy og last

SHT og Statens vegvesen gjennomførte sammen de tekniske undersøkelsene av vogntoget etter ulykke. Undersøkelsene viste at vogntoget var i god teknisk stand. De tekniske undersøkelsene avdekket imidlertid at svingskiven var tørr og at det var noe ujevn bremsefordeling på semitraileren, dog innenfor kravene i forskrift om periodisk kontroll av kjøretøy. Det ble også konkludert med at dekkene som ble benyttet var innenfor kravene.

Ut i fra samtaler med føreren av vogntoget, samt undersøkelser av vogntogets last, mener SHT at tyngdepunktet lå omtrent midt på semitraileren. Dette betyr jevn vektfordeling mellom trekkbilen og akslene på semitraileren. Generelt kan vektfordeling innvirke på hvilken aksel på et vogntog som eventuelt mister veigrepet først i situasjoner hvor kjøretøyets hastighet nærmer seg kritiske hastighet i en kurve. SHT mener imidlertid at vektfordelingen i dette tilfellet ikke hadde avgjørende betydning for at ulykken skjedde.

2.2 **Veiforhold**

2.2.1 Drift- og vedlikeholdstiltak for betongdekker

Betongdekket i Hyvingstunnelen ble frest en gang etter at veien ble anlagt i 1991. Dette skjedde i 1999, i forbindelse med asfalteringen av strekningene i mellom tunnelene mellom Dalseid og Bolstad. Etter dette er det ikke registrert større vedlikeholdsarbeider på betongdekket i tunnelen.

Ut i fra det SHT har fått opplyst var det ikke utarbeidet eller implementert noen form for drifts- eller vedlikeholdsrutiner for betongdekket i tunnelen, selv om dette er presisert i håndbøkene til Statens vegvesen. I kapittel 1.13.4 og 1.13.5 er det vist til håndbøkene 111 og 179 hvor det er beskrevet hvordan vedlikehold av betongdekker skal gjennomføres og hvilke krav som er satt til dette vedlikeholdet.

SHT mener at fraværet av planmessig drift- og vedlikehold samt systematisk oppfølging av friksjonen til betongdekket var uheldig da dette medførte at friksjonsforholdene inne i tunnelen fikk utvikle seg i negativ retning over tid uten å bli oppdaget. Slik oppsto det uakseptable sprang i friksjonsverdiene mellom asfaltdekket utenfor tunnelen og betongdekket inne i tunnelen da veidekket ble vått.

2.2.2 Friksjon

2.2.2.1 *Vurderinger av friksjonsforholdene*

Friksjonsmålingene som ble gjennomført sommeren og høsten 2011 i tunnelene med betongdekke gav resultater som var langt lavere enn kravene satt i håndbok 111, og også lavere enn det man burde kunne forvente av et veidekke i sommerhalvåret.

Enkelte steder inne i tunnelene viste målingene at friksjonskoeffisientene lå helt ned mot $\mu = 0,2$. Dette kan sammenlignes med is - og snøføre på vinteren. Friksjonskoeffisienten for våt og bar vei med asfaltdekke ligger normalt mellom $\mu = 0,4$ og $\mu = 0,9$, mens den for tørr og bar vei er på om lag $\mu = 0,8-1,0$.

Hver av målingene som ble gjort på strekningen i juli og september ble imidlertid gjennomført med samme måleutrustning og kan betraktes som sammenhengende måleserier. SHT mener at data innenfor en måleserie derfor kan sammenlignes innbyrdes og at det utfra målingene med en rimelig grad av sikkerhet kan hevdes at det var store sprang i friksjonen mellom asfaltdekkene utenfor tunnelene og betongdekkene inne i tunnelene på strekningen Dalseid - Bolstad. Enkelte steder var sprangene fra 0,8 og ned til 0,3 over noen få meter.

Ut i fra de målte friksjonsverdiene på strekningen i juli og september, samt observasjoner fra politi og vitner i denne ulykken og tidligere uhell på samme sted, mener SHT at veigrepet i tunnelen var vesentlig lavere enn den man skulle kunne forvente i sommerhalvåret på bart, men vått veidekke.

Videre mener SHT at den lave friksjonen «spiste opp» såpass mye av den tilgjengelige sikkerhetsmarginen, som friksjon i veidekket representerer, slik at det skulle en relativt liten hastighetsøkning over tillatt fartsgrense til før kritisk hastighet ble oppnådd.

2.2.2.2 Tidligere tilrådninger relatert til friksjon

I 2009 sluttførte SHT en rapport om en trafikkulykke på E39 ved Lenefjorden i Lyngdal mellom to vogntog hvor lav friksjon var et sentralt tema. I «*Rapport om møteulykke mellom to vogntog på E39 ved Lenefjorden i Lyngdal 29. september 2006*» (Rapport Vei 2009/04) var en av sikkerhetstilrådingene som følger:

«Sikkerhetstilråding VEI nr. 2009/08T

Etter reasfaltering av veistrekingen i 1999 ble veidekket frest da det viste seg at veien ble spesielt glatt ved nedbør. Etter dette tiltaket har ikke Statens vegvesen fulgt opp friksjonsforholdene før etter ulykken i september 2006. Målinger viser at friksjonen var lavere enn grenseverdiene fastsatt av Statens vegvesen og vesentlig forskjellig fra tilstøtende strekninger. SHT tilrår at Statens vegvesen iverksetter tiltak for å sikre at friksjonsegenskapene til asfalterte veidekker ligger innenfor fastsatte krav».

Statens vegvesen ga følgende lukkingssvar på tilrådingen:

«På det norske vegnettet er det størst og oftest knyttet problemer til lav friksjon når det er vinter. Derfor har det i Norge vært størst fokus rettet mot dette problemet, både når det gjelder overvåking (måling) og friksjonsforbedrende tiltak. Det hender også at det blir lav friksjon på selve vegdekket (asfalten), både på nylagte og eldre vegdekker. Statens vegvesen foretar måling av friksjon på vegdekker når det er mistanke om at friksjonen er for lav. Hver region i Statens vegvesen har eget måleutstyr (RoAR Mark III) som benyttes ved måling av friksjon. Avdeling for Trafikksikkerhet, Miljø og Teknologi (TMT) har i flere år arbeidet med å systematisere og analysere friksjonsdata for vegdekker, og arbeider også med å utarbeide forslag til faste rutiner for varsling og tiltak når det måles lave friksjonsverdier. TMT har også nylig fått gjennomført en analyse av friksjon på vegdekker med tanke på bruk i neste revisjon av vegnormalene (håndbok 017). Analysen inneholder også anbefalinger i fht. måleprogram for friksjon samt et "Pavement Friction Management System" som Statens vegvesen vil bruke i det videre arbeidet for å forbedre metodikken for å avdekke vegdekker

med lav friksjon samt iverksettelsen av riktige tiltak. Det er også nylig lagt til rette for at målte friksjonsverdier på vegdekker kan lagres i Nasjonal Vegdatabank (NVDB), noe som gir en sikrere måte å ta vare på og gjenfinne friksjonsdata.

Saken lukkes.»

Ulykken i Hyvingstunnelen viser at det fortsatt er et potensiale for forbedret trafikksikkerhet ved å sette større fokus på måling av friksjon på utsatte steder sommerstid.

2.2.2.3 Registrering og oppfølging av friksjonsforhold

Veidekkets tilstand blir på veinettnivå⁹ i dag bestemt ut fra måleparameterne spordybde og jevnhet. På parsellnivå¹⁰ skal det i tillegg måles friksjon, sprekkedannelse, tverrfall, hull og nivåforskjeller. Ut i fra de opplysninger som er forelagt SHT har ikke Statens vegvesen rutiner for systematisk oppfølging av friksjonsforhold i sommerhalvåret. Beslutningen om å måle friksjonen inne i tunnelene ble tatt av operatøren av friksjonsmåleren selv, da han fikk mistanke om lav friksjon på betongdekkene i forbindelse med den rutinemessige friksjonsmålingen av det nylagte asfaltdekket i dagsonene mellom tunnelene 26. juli 2011. Det synes i dette tilfellet derfor å være tilfeldig at de dårlige friksjonsforholdene i tunnelene ble avdekket.

SHT har ikke funnet rutiner for kartlegging og oppfølging av dekker og veistrekninger hvor man har dekketyper av materialer og sammensetning som erfaringsmessig har utfordringer med friksjon, eksempelvis betongdekker. SHT mener at det finnes et forbedringspotensial for trafikksikkerheten i systematiske friksjonsmålinger og oppfølging av friksjonsforhold på veistrekninger med ulike dekketyper fremmer en tilrådning knyttet til dette.

2.3 Risikovurdering og iverksettelse av kompenserende tiltak.

Etter at Vegseksjonen for Bergensområdet, Statens vegvesen, mottok resultatene fra friksjonsmålingene ble det umiddelbart bestilt fresing av betongdekkene i tunnelene. Utstyret var imidlertid ikke tilgjengelig før i oktober og det ble derfor vurdert midlertidige kompenserende tiltak i form av skilting mens man ventet på at utstyr og utførende entreprenør skulle bli tilgjengelig.

Som tidligere beskrevet ble det valgt å varsle med skiltene 116 «*Glatt veibane*» med underskilt 808.133 «*Ved våt vegbane*» samt underskilt 804 «*0,1-6,0 km*» på hver ende av strekningen med tunnelene Hyvingstunnelen, Kluftafjelltunnelen, Trollkonetunnelen og Dalseidtunnelen. Statens vegvesen sendte ut denne bestillingen 23.8.2011, samme dagen som et belgiskregistrert vogntog fikk sleng i Hyvingstunnelen, jfr. kapittel 1.15.1.

Den lave friksjonstillene i tunnelen er noe man som trafikant normalt ikke forventer å møte på bare veier i sommerhalvåret. Selv om det ble satt opp fareskilt med utstrekningen mener SHT at skiltingen som eneste midlertidige kompenserende tiltak ikke ga

⁹ Veinettnivå gjelder for hele veinettet i definerte grupper utfra veikategori og ÅDT-intervall, f.eks. «stamveger med ÅDT 1501-500». Dette kan gjelde hele landets veinett, eller veinett innenfor en region, fylke eller kontraktsområde.

¹⁰ Parsellnivå gjelder delstrekninger med ensartet dekketype, dekketilstand og trafikkmengde, vanligvis PMS-parseller (Pavement Management System)

trafikanter tilstrekkelig informasjon om de store variasjonene i friksjonsforholdene på strekningen. Dette gjelder særlig for ukjente trafikanter og situasjonen er spesielt vanskelig i en tunnel hvor dekket blir vått på grunn av at kjøretøy drar inn vann utenfra. SHT mener at prosessen med å iverksette midlertidige kompenserende tiltak tok for lang tid etter at friksjonsmålingene ble kjent. Det ble heller ikke gjennomført risikovurderinger i forbindelse med beslutning og iverksettelse av kompenserende tiltak. SHT mener at en slik vurdering lettere ville ha identifisert sikkerhetsproblemet som den lave friksjonen i tunnelene representerte for trafikantene. En risikovurdering vil også tvinge frem et valg av risikonivå og i større grad bevisstgjøre beslutningstakerne før avgjørelsen om kompenserende tiltak blir tatt. SHT fremmer en tilrådning knyttet til dette.

2.4 Kriterier for bruk av fareskilt

Håndbok 050 «Skiltnormalen» regulerer bruk av offentlige trafikkskilt som beskrevet i kapittel 1.13.5. I del 2 av normalen er anvendelse av fareskilt med underskilt beskrevet. Skiltingen av strekningen hvor ulykken inntraff synes å være gjennomført i tråd med de krav som er satt i håndboken med tanke på bruk av fareskilt i kombinasjon med utstrekning. Som beskrevet over mener imidlertid SHT at denne skiltingen ikke i tilstrekkelig grad informerte trafikantene om de varierende friksjonsforholdene på delstrekningen. SHT mener videre at kriteriene i normalen er uklare for bruk av fareskilt som et kompenserende tiltak i situasjoner hvor den identifiserte faren oppstår over en lengre utstrekning og i ulik grad over strekningen. Til sammenligning er det ved anvendelse av forbudsskilt gitt vesentlig klarere krav i normalen, hvilket også blir underbygget av skisser og eksempler. SHT er av den oppfatning at en tilsvarende presisering av krav til anvendelse av fareskilt bør vurderes ved neste revisjon av håndboken.

2.5 Avvikshåndtering

Undersøkelsen har vist tydelige sprang i friksjonsforholdene over parsellen på E16, og avvik fra friksjonskravene som Statens vegvesen selv har satt. I denne sammenhengen har det også framkommet at det ikke er etablert et system for å håndtere avvik når disse oppdages. Selv om det i dette tilfellet ble besluttet å frese dekket umiddelbart etter at målingene ble kjent, har undersøkelsen vist at prosessen knyttet til avvikshåndtering er uklar i forhold til dokumentasjon, ansvar og beslutningsmyndighet.

Avvikets betydning for trafikksikkerheten ble identifisert gjennom de målte friksjonsverdiene. Bestilling av fresing tilsa også at en risiko for ulykke ble identifisert, men den risikoen som dette representerte for trafikantene ble etter SHTs vurdering ikke behandlet eller dokumentert tilstrekkelig. Dette til tross for at kurvatur og tverrfall var kjent og ved hjelp av friksjonsmålingene kunne kritisk hastighet relativt enkelt tallfestes.

SHT vurderer at et avvikssystem med fastsatte rutiner for f.eks. beregning av kritisk hastighet, vurdering av tilgjengelige sikkerhetsmarginer og større bevissthet på dimensjonering av kompenserende tiltak mangler. En risikovurdering basert på slike data med krav til dokumentert gjennomføring og beslutning ville etter SHTs vurdering kunne gi bidrag til at det ble satt større fokus på behovet for kompenserende tiltak som gav større sikkerhetsmarginer.

SHT mener at et avvikssystem i tillegg til å gi forbedret trafikksikkerhet vil tydeliggjøre ansvarsforhold og også bidra til en læringseffekt innad i organisasjonen. Et slikt system

vil også kunne brukes som verktøy for å etablere erfaringsdatabaser gjennom registrering av «problematiske» punkter eller strekninger.

Innføring av et avvikssystem i Statens vegvesen kan være en omfattende oppgave. SHT mener likevel at denne ulykken og ulykker beskrevet i tidligere rapporter viser at det er behov for at Statens vegvesen som aktør og eier av infrastruktur fokuserer mer på sikkerheten knyttet til avvik som oppstår ved både standarder og tilstand på veinettet. Trafikantene som bruker veinettet skal innrette sin kjøring etter forholdene, men de må også kompensere for feil som kan være svært vanskelige å identifisere. Dette kunne vært unngått dersom avvik ble gjenstand for en systematisk risikovurdering sett i et samspills-perspektiv med både trafikanter og kjøretøy, og hvor de enkelte sikkerhetsbidragene ble tydeliggjort bedre for alle.

3. KONKLUSJON

Havarikommisjonen skiller mellom OPERATIVE OG TEKNISKE faktorer som er hendelser og forhold i hendelsesforløpet som enkeltvis eller i kombinasjon medvirket til ulykken, BAKENFORLIGGENDE faktorer som forklarer hvorfor de operative og tekniske faktorer var tilstede eller oppsto i hendelsesforløpet, og ANDRE UNDERSØKELSESRISIKOFØRTE som vurderes som viktige sikkerhetsmessige opplysninger eller funn (men som ikke betraktes som medvirkende til denne ulykken).

3.1 Operative og tekniske faktorer

- a) Vogntogets hastighet var for høy i forhold til fartsgrensen på stedet og i forhold til friksjonsforholdene i Hyvingstunnelen.
- b) Målt friksjon på ulykkesstedet var lavere enn grenseverdien angitt i Statens vegvesens i interne retningslinjer.
- c) Midlertidig kompenserende tiltak i form av varslings med fareskilt ga ikke trafikantene tilstrekkelig informasjon om de lave friksjonsverdiene i tunnelen og de store variasjonene i friksjonsverdien mellom veistrekingene i dagsonen og tunnelen.

3.2 Bakenforliggende faktorer

- a) Statens vegvesen hadde ikke i tilstrekkelig grad fulgt opp tilstanden til veidekkene av betong i tunnelene etter fresingen i 1999.
- b) Statens vegvesen har ikke et system for registrering og oppfølging av avvik i sitt sikkerhetsstyringssystem.
- c) Statens vegvesen har ikke en systematisk oppfølging av friksjonsforhold sommerstid.
- d) Det er uklare ansvarsforhold internt i Statens vegvesen i forhold til måling og oppfølging av friksjonsforhold på sommerstid.
- e) Det ble ikke gjennomført en risikovurdering av kompenserende tiltak etter at resultatene fra friksjonsmålingene ble kjent i juli 2011 og etter en tilsvarende ulykke på samme sted i august 2011.
- f) Kravene til anvendelse av fareskilt i Håndbok 050 «Skiltnormalen» er uklare i de tilfeller hvor faren det varsles for gjelder for lengre strekninger.

4. SIKKERHETSTILRÅDINGER

Undersøkelsen av denne veitrafikkulykken har avdekket flere områder hvor havarikommisjonen anser det som nødvendig å fremme sikkerhetstilrådinger som har til formål å forbedre trafikksikkerheten.¹¹

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2013/01T

Friksjonsmålingene for Hyvingstunnelen viste friksjonsverdier ned mot $\mu = 0,2$ som er langt lavere enn kravene gitt i håndbok 111. Slike forhold er vanskelig å oppfatte for trafikantene, spesielt i sommerhalvåret, selv om dette var strekningsvis varslet med fareskilt i dette tilfellet. Undersøkelsen har vist at Statens vegvesen har mangelfulle rutiner for registrering og oppfølging av veistreknings eller punkter som i sommerhalvåret kan ha sikkerhetskritisk lav friksjon, spesielt våte betongdekker.

Statens havarikommisjon for transport tilrår Statens vegvesen å etablere rutiner som sikrer bedre oppfølging av veidekker med lav friksjon basert på målinger eller mistanke.

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2013/02T

Statens vegvesen har utarbeidet en veileder, håndbok 271 «Risikovurderinger i vegtrafikken», som tar for seg bruken av risikovurderinger som et verktøy nå det skal fattes beslutninger i mindre og større tiltak og prosjekt i etaten. Da Statens vegvesen registrerte resultatene fra friksjonsmålingene ble det gjennomført midlertidige kompenserende tiltak i form av skilting mens man ventet på at utstyr og utførende entreprenør skulle bli tilgjengelig. Det ble imidlertid ikke gjennomført risikovurderinger i forbindelse med beslutning og iverksettelse av disse tiltakene. SHT mener at bruk av risikovurdering ville ha sikret en bedre oppfølging av sikkerhetsproblemet som den lave friksjonen i tunnelene representerte for trafikantene.

Statens havarikommisjon for transport tilrår Statens vegvesen å benytte risikovurderinger ved beslutning og iverksettelse av kompenserende trafikksikkerhetstiltak.

Statens havarikommisjon for transport

Lillestrøm, 15. februar 2013

¹¹ 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

Statens havarikommisjon for transport (2011): *Winter operations, friction measurement and conditions for friction prediction*. Report SL 2011/10.

Statens vegvesen (2011): *Håndbok 018 – Vegbygging*

Staten vegvesen (1992): *Håndbok 021 – Vegtunneler*

Statens vegvesen (2012): *Håndbok 050 - Trafikkskilt*

Statens vegvesen (2003): *Håndbok 111 – Standard for drift og vedlikehold*

Statens vegvesen (1994): *Håndbok 179 – Betongdekker*

Statens vegvesen (2007): *Håndbok 271 - Risikovurderinger i vegtrafikken*

Statens vegvesen, Region vest, Avdeling Hordaland (2011): *Rapport: Tiltak mot møteulykker. E16 Voss – Trengereid*

Statens vegvesen (2011): *Lærebok. Drift og vedlikehold av veger*. VD rapport nr. 53