

RAPPORT

Vei 2013/04



RAPPORT OM MØTEULYKKE MELLOM VOGNTOG OG PERSONBIL PÅ E39 VED VINJEØRA I HEMNE 12. DESEMBER 2011

 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.

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 kjøretøyene.....	7
1.5 Andre skader	8
1.6 Ulykkesstedet.....	8
1.7 Trafikanter.....	9
1.8 Kjøretøy og last.....	10
1.9 Vær- og føreforhold	16
1.10 Vei- og trafikkforhold	16
1.11 Tekniske registreringssystemer.....	17
1.12 Medisinske forhold	17
1.13 Andre undersøkelser	18
1.14 Lover og forskrifter.....	19
1.15 Myndigheter, organisasjoner og ledelse	22
1.16 Andre opplysninger.....	25
1.17 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder.....	26
1.18 Iverksatte tiltak.....	26
2. ANALYSE.....	27
2.1 Innledning	27
2.2 Analyse av hendelsesforløp	27
2.3 Analyse av føreradferd.....	27
2.4 Veiens tilstand og friksjonsforhold.....	28
2.5 Analyse av forhold ved kjøretøyene	29
2.6 Oppfølging av sikkerhetskritiske forhold ved transporten.....	31
3. KONKLUSJON	35
3.1 Operative og tekniske faktorer.....	35
3.2 Bakenforliggende faktorer	35
3.3 Sikkerhetstilrådinge r.....	37
REFERANSER	38
VEDLEGG.....	38

RAPPORT OM VEITRAFIKKULYKKE

Dato og tidspunkt:	Mandag 12. desember 2011, kl. 1915	
Ulykkessted:	Haukvika, Hemne i Sør-Trøndelag	
Vegnr, hovedparsell (hp), km:	Ev 39, hp 05, km 5,370	
Ulykketype:	Møteulykke i kurve	
Kjøretøy type og kombinasjon:	Lastebil Volvo, 2008 modell, reg. CV 50493. Tilhenger (slepevogn) Renders, 2002 modell, reg. AZ 1692	Personbil Ford Galaxy, 2010 modell
Type transport:	Kommersiell transport	Privat transport
Trafikanter:	Fører	Fører og fire passasjerer

MELDING OM ULYKKEN

Statens havarikommisjon for transport (SHT) ble varslet av Vegtrafikkentralen i Sør-Trøndelag og politiet i Sør-Trøndelag den 12. desember 2011 kl. 1936. SHT fikk opplyst fra politiet at en personbil hadde kollidert med en tilhenger til et vogntog. Det var to omkomne i personbilen. På bakgrunn av opplysninger og registreringer som ble gjort av politiet i samarbeid med Statens vegvesen på ulykkesstedet og stipulert reisetid, valgte SHT å ikke iverksette umiddelbar utrykning. SHT gjennomførte de første tekniske undersøkelsene av kjøretøyene 14. desember 2011 og befarte ulykkesstedet 1. februar 2012.



Figur 1: Kartutsnitt som viser vogntogets kjørerute fra Trondheim (rødt merke) til Bud (grønt merke) og tilbake mot Trondheim. Ulykken skjedde ved Haukvika (rød stjerne.) Kartgrunnlag: Statens kartverk, Geovekst og kommuner

SAMMENDRAG

Mandag 12. desember 2011 kjørte et vogntog (lastebil og slepvogn) lastet med to tomme containere fra Bud i Møre og Romsdal mot Trondheim. Etter å ha kjørt av fergen på Halså fulgte vogntoget E39 mot Trondheim. Det var oppholdsvær, med lufttemperatur omkring 0 ° C, delvis glatt og snøslaps på veien.

Kl. 1915 nærmet vogntoget seg Haukvika i Hemne kommune. Da vogntoget kjørte inn i en høyrekurve så føreren at det kom en bil i motgående kjøretning. Føreren slapp gassen og bremsset lett. I kurven mistet forakselen på tilhengeren veigrepet hvor fronten på tilhengeren kom over i venstre side av kjørebanelen og kolliderte med den møtende personbilen med fem personer.

Sammenstøtet mellom tilhengeren og personbilen var så kraftig at forakselen/tilhengerdraget på tilhengeren ble revet løs fra innfestingen i tilhengerens ramme. Tilhengeren og personbilen stanset i en skråning ned fra veien på venstre side i forhold til vogntogets kjøretning, mens lastebilen ble stående på veien. Personbilens front ble kraftig deformert, og to av passasjerene i personbilen omkom. De to andre passasjerene i personbilen ble alvorlig skadet og føreren ble lettere skadet. Føreren av vogntoget ble ikke fysisk skadet.

Fartsskriverdata viste at hastigheten til vogntoget var noe over 80 km/t på rettstrekningen rett før ulykkesstedet, ca 70 km/t før ulykkeskurven, og litt over 60 km/t i kollisjonsøyeblikket. Data fra lastebilens fartsskriver de siste 40 kilometerne før ulykken viste at vogntoget i store trekk hadde holdt seg innenfor fartsgrensene, men at vogntoget på deler av strekningen også hadde ligget noe over fartsgrensene.

Undersøkelsen har avdekket at det var mangelfull bremsvirkning på tilhengeren som følge av feil knyttet til både bremskløkker og antiblokkeringsystemet (ABS-systemet). Disse feilene ble ikke synliggjort gjennom lastebilens varselamper i instrumentbordet. Tilhengerens dekk hadde dårligere vinteregenskaper enn lastebilens selv om mønsterdybden lå innenfor gjeldende krav. Føreren av vogntoget hadde kjørt dette i rundt tre uker, men hadde tidligere ikke registrert at det var feil ved tilhengerens brems.

Med noe usikkerhet har friksjonsmålinger og -beregninger indikert at det var friksjonsverdier under minimumsverdien i driftskontrakten på ulykkesstedet da ulykken skjedde.

Tilhengerens konstruksjon (slepvogn), feil på bremsesystemene på tilhengeren, ulike dekkegenskaper på lastebil og tilhenger, førerens hastighetsvalg på det aktuelle føret, samt veiens utforming og friksjonsforhold har påvirket sikkerhetsmarginene negativt. Ulykken må derfor forklares med brist i det totale samspillet mellom vogntogførerens adferd, kjøretøyenes egenskaper, samt veiens utforming og tilstand.

SHT mener at Elvrum Transport AS sine systemer og kompetanse i forbindelse med verksteddrift, samt virksomhetens oppfølging av førernes hastighetsvalg på vinterføre har potensiale for sikkerhetsmessige forbedringer. SHT mener også at Statens vegvesen bør vurdere å innføre hyppigere kontroll av bremsesystemene på tunge tilhengere.

Som følge av denne undersøkelsen har SHT gitt to sikkerhetstilrådinger.

ENGLISH SUMMARY

On Monday, 12 December 2011, a road train (consisting of a lorry coupled to a drawbar trailer) loaded with two empty containers drove from Bud in Møre og Romsdal County towards Trondheim. After having driven off the ferry at Halså, the road train followed Road E39 towards Trondheim. There was no precipitation in the air, the temperature was about 0 °C, partially slippery and slush on the road.

At 1915, the road train approached Haukvika in Hemne Municipality. When the road train drove into a right curve, the driver saw an oncoming car coming in the opposite direction. The driver let up on the gas pedal and braked slightly. In the curve, the front axle of the trailer lost its grip on the road and slid into the opposite side of the road, where the front of the trailer collided with the oncoming car with five people inside.

The collision between the trailer and the passenger car was powerful enough to tear the front axle/drawbar on the trailer from the fasteners on the trailer chassis. The trailer and the passenger car came to rest on a slope leading down from the road on the left side of the road train's direction of travel, while the lorry remained standing on the road. The front of the passenger car was severely deformed, and two of the passengers died. The two other passengers in the passenger car suffered serious injuries and the driver suffered minor injuries. The driver of the lorry truck suffered no physical harm.

Data from the tachograph showed that the road train had a speed a bit above 80 km/h on the stretch before the accident site, about 70 km/h in the curve, and a bit above 60 km/h when it collided. Data from the lorry's tachograph from the last 40 kilometres before the accident show that the road train had mainly kept to the speed limit, but that it had exceeded the speed limits for parts of the distance.

The investigation has uncovered deficient brake effect on the trailer as a result of faults in connection with both the brake cylinders and the anti-lock braking system (ABS system). These faults were not shown on the lorry's dashboard warning lights. The tires of the trailer had poorer winter characteristics than the lorry, but the tread pattern was within required limits. The driver of the lorry truck had driven the lorry for about three weeks, but had not previously noticed any faults with the brakes.

With some uncertainty, friction measurements and calculations have indicated that the friction values were below the minimum values stipulated in the road operation contract at the time of the accident.

The construction of the trailer (drawbar trailer), faults in the trailer braking systems, different tire characteristics for the lorry and the trailer, the speed chosen by the driver for the road conditions, as well as the design of the road and friction conditions had a negative impact on the safety margins. The accident must therefore be explained as a failure in the overall interaction between the behaviour of the driver, the characteristics of the vehicles, as well as the design and condition of the road.

The AIBN is of the opinion that Elvrum Transport AS' systems and expertise in connection with garage operation, as well as the firm's follow-up of the speeds drivers choose on winter roads can be improved upon as regards safety. The AIBN also believes that the Norwegian Public Roads Administration should consider introducing more frequent inspections of the braking systems of heavy vehicles.

1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

1.1 Hendelsesforløp

En fører fra Elvrum Transport AS startet kjøring med vogntog fra Trondheim på formiddagen den 12. desember 2011 etter å ha hatt ca. 10 timers hviletid. Vogntoget besto av en 3-akslet lastebil og en 3-akslet tilhenger/slepevogn som føreren hadde fått utlevert ca. tre uker før ulykken. Vogntoget fraktet ISO-containere på både lastebil og tilhenger. Disse var lastet med tørrfisk som ble levert på Bud i Nordmøre. På returen fra Bud var containerne på bil og henger tomme. Etter fergestedet ved Halså kjørte vogntoget på E39 i østlig retning mot Trondheim. I motsatt retning kjørte en personbil med en familie på fem personer.

Føreren av vogntoget har opplyst at det var lite trafikk fra Halså mot Vinjeøra, det var mørkt og ikke nedbør. Han anså at det ikke var spesielt glatt, og han oppfattet at det var saltet.

På en rett strekning (se figur 2) før ulykkesstedet hadde lastebilens fartsskriver registrert en hastighet¹ på over 80 km/t (maksimalt 86 km/t). Før vogntoget kom til en høyrekurve hvor ulykken skjedde forteller føreren av vogntoget til SHT at han slapp gassen og bremsset, og at hastigheten var redusert til under 70 km/t. I denne kurven kom forakselen på tilhengeren over på venstre side av kjørebanelen i en hastighet på litt over 60 km/t, og fronten på tilhengeren kolliderte med den møtende personbilen.



Figur 2: Viser veistrekningen hvor ulykkesstedet er markert. Kartgrunnlag: Statens kartverk, Geovekst og kommuner

Sammenstøtet mellom tilhengeren og personbilen var så kraftig at forakselen/tilhengerdraget på tilhengeren ble revet løs fra innfestingen i tilhengerens ramme, og denne ble hengende i lastebilens tilhengerkobling. Personbilens front ble kraftig deformert. Tilhengerdraget og forakselen ble slept videre etter lastebilen i ca. 100 m før den stanset. På denne strekningen har høyre side av lastebilen og fremre aksel på tilhenger vært i grøften, men føreren klarte å styre den inn på veien igjen.

Tilhengerrammen med containeren traff over motorpanseret på personbilen, og kupeen til bilen ble deformert i sammenstøtet. Videre fortsatte tilhengeren med personbilen fastklemt under fronten ca. 50 m mens begge enhetene roterte nesten 180 grader. Begge kjøretøyene stanset i en skråning ned fra vegen på venstre side i forhold til vogntogets

¹ Registrert hastighet fra bilens fartsskriver brukes i rapporten hvis ikke annet er nevnt, se kapittel 1.11

kjøreretning. Personbilen ble fastklemt under fremre del av tilhengeren helt til den veltet over på høyre side og ble liggende mot noen trær.

1.2 Personskader

Føreren av vogntoget ble ikke fysisk skadet. Føreren av personbilen ble i følge politiet lettere skadet. Passasjerer på høyre side i baksetet (en gutt på 11 år) og passasjerer i midten (en gutt på fire år) ble alvorlig skadet. Passasjerer i forsetet, (en mann på 39 år) og passasjerer på venstre side i baksetet (en gutt på åtte) år omkom.

Tabell 1: Personskader

Skader	Fører	Passasjerer	Andre	Totalt
Omkommet		2		2
Alvorlig		2		2
Lett	1			1
Ingen	1			1

1.3 Overlevelsesaspekter

1.3.1 Redningsarbeidet

Akuttmedisinsk kommunikasjonssentral (AMK) fikk melding om ulykken kl. 1915. Den første ambulansen og luftambulanse ankom ulykkesstedet henholdsvis kl. 1933 og kl. 1950.

1.3.2 Overlevelsesrom²

I personbilen omkom passasjerer som satt på høyre side foran og på venstre side bak. På venstre side bak var det overlevelsesrom. Foran på høyre side var det ikke overlevelsesrom i hodeområdet fordi A stolpen ble presset bakover av tilhengerramme/containerer.

1.3.3 Sikkerhetsutstyr

Personbilen var utstyrt med kollisjonsputer og bilbelter med beltestrammere og kraftbegrensere. Denne Ford-modellen fra 2010 var ikke testet i Euro NCAP-testen. Den nærmeste sammenliknbare testen er en eldre modell av samme bil fra 2006 som fikk 5-stjerner. Det ble ikke påvist feil ved noe av sikkerhetsutstyret i bilen. Alle i bilen brukte bilbelte, og to av barna brukte barnesikringsutstyr i tillegg.

I følge belastningsmerker på bilbelte brukte begge de to omkomne 3-punktsbelte og i tillegg satt barnet på sittepute.

1.4 Skader på kjøretøyene

1.4.1 Lastebilen og tilhenger inklusiv containere

Lastebilen ble påført skader på tilhengerfeste og trekkbjelke. Tilhengerens drag, foraksel med oppheng og ytre felg på fremre aksel ble også skadet i sammenstøtet med

² Det tilgjengelige rommet, etter deformasjon eller inntrykking av karosserideler ved en kollisjon, som bilfører og passasjerer har igjen i kupéen for å kunne overleve ulykken.

personbilen. Det var skrapespor to steder på undersiden av draget. I tillegg ble nedre lagerbanen til svingkransen delt og noen av festboltene ble slitt av, slik at foraksel/tilhengerdraget ble revet løs fra innfestingen i tilhengerens ramme (se figur 3). Braketten til venstre markeringslys var røket av og denne ble funnet inne i personbilen. I fremkant var det skader på tilhengerens ramme og på container.



Figur 3: Tilhengerdraget er deformert, og viser de deler av draget som hadde merker fra berørte med vegbanen. Foto: Politiet



Figur 4: Tilhenger med container. Viser merker den fikk ved kollisjonen med personbilen. Foto: Statens vegvesen

1.4.2 Personbilen

Figur 5 viser personbilens omfattende skader i fronten. A-stolpen fikk skader på begge sider og fremre del av tak/kupé ble deformert. I bilens motorrom og kupé ble det funnet fire metallkuler fra tilhengerens svingkrans.



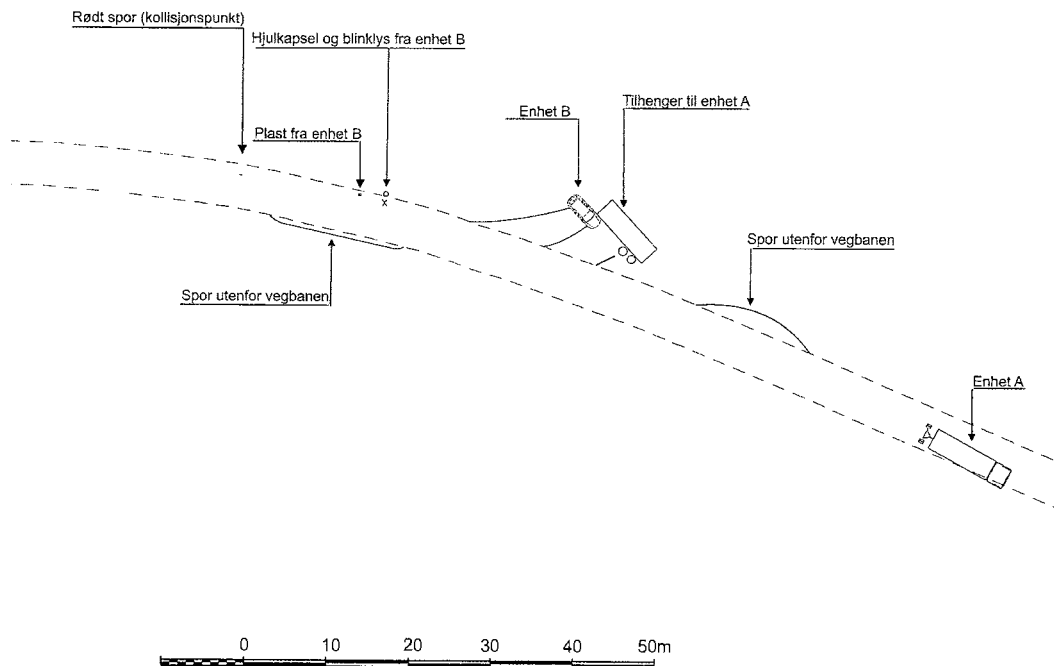
Figur 5: Viser de omfattende skadene på personbilen. Foto: SHT

1.5 Andre skader

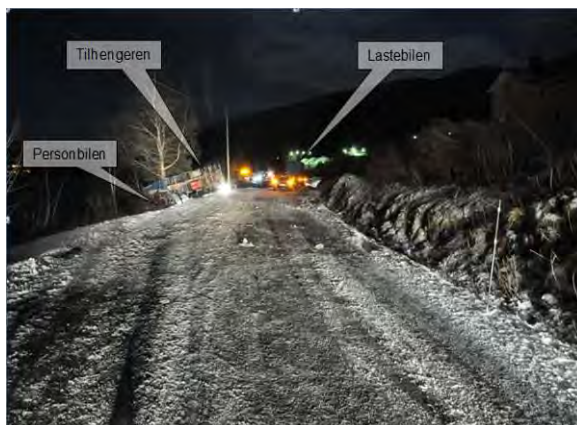
SHT kjenner ikke til andre skader som følge av ulykken.

1.6 Ulykkesstedet

Figur 6 viser registreringer på ulykkesstedet som ble målt opp og inntegnet på skisse av representanter fra politiet og Statens vegvesen. Asfaltert vegbredde var ca. 6,5 m, med ca. 5,3 m mellom senter på kantlinjene.



Figur 6: Skisse av spor og kjøretøyenes posisjoner etter ulykken. Kilde: Politiet



Figur 7: Ulykkesstedet sett i vogntogets kjøreretning. Kjøretøyenes plassering framgår av forklaringene i bildet. De øvrige kjøretøyene på bildet kom til stedet etter ulykken. Bildet gir også et inntrykk av føreforholdene på ulykkesstedet. Kilde: Statens vegvesen/SHT



Figur 8: Viser sluttposisjonen og noe av skadene på personbilen og tilhengeren. Foto: Politiet

1.7 Trafikanter

1.7.1 Fører av vogntoget

Føreren var en norsk mann og 23 år. Han hadde førerrett i klassene BECEMST. Førerkortet i klasse B ble ervervet den 31. januar 2006, og førerkort i klasse C i 2007 ved (Kristiansund) Videregående skole. Klasse CE ble ervervet 12. mai 2009 og ble fornyet med gyldighet til 1. november 2017. Han har kompetansebevis for ADR³ stykk gods fra 18. mai 2007 med gyldighet i fem år. Fagbrev som yrkessjåfør på buss og lastebil ble gjennomført i regi av Forsvaret.

³ Transport av farlig gods

Føreren var fast ansatt hos Elvrum Transport AS siden sommeren 2010. Han hadde kjørt mest distribusjon i Trondheim, men også noen langturer. Føreren hadde erfaring fra Forsvaret, hvor han fikk grundig systematisk opplæring på tungtransport opptil 100 tonn. Han beskriver opplæringen i Elvrum Transport AS som god, og at han tidlig fikk opplæring i bruk av kjøretøyene sammen med en annen person i samme firma.

Føreren hadde disponert det aktuelle vogntoget ca. tre uker før ulykken og opplyser til SHT at han fikk beskjed fra arbeidsgiver om at det var i god teknisk stand. Bak på tilhengeren var det to aksler, hvor den fremre var mulig å løfte. I følge føreren var denne akselen i nedsenket posisjon, noe som tekniske funn også støtter. Han hadde kjørt tilsvarende lastebil siden sommeren 2010.

Han følte seg uthvilt da han startet kjøringen fra Trondheim til Bud. Dette var hans andre arbeidstur på strekningen, som han kjente litt fra før.

1.7.2 Fører av personbil, Ford Galaxy

Føreren var norsk kvinne og 35 år. Hun hadde førerrett i klassene BEMST, og hadde hatt førerkort siden 1994. Føreren var uthvilt før avreisen fra Ler i Melhus kommune i retning hjemstedet i Hemne kommune. Hun kjørte en bil hun kjente godt.

Føreren har opplyst til SHT at hun etter ca. en times kjøring opplevde å møte "en vegg" som hun tenkte hun måtte kjøre rundt for å unngå kollisjonen. I samtale med SHT la hun vekt på at hun oppfattet at hengeren var ca. 90 grader på lastebilen, og at hengeren fylte hele hennes del av kjørebanelen slik at hun ikke hadde noen mulighet til å unngå kollisjonen. Hun har videre opplyst at det ikke var spesielt glatt i veibanen.

1.8 **Kjøretøy og last**

Lastebilen, tilhengeren og personbilen ble undersøkt ved Trondheim trafikkstasjon av SHT og Statens vegvesen. SHT organiserte bistand fra teknisk representant fra forhandler av Wabco bremsesystem, MoRek a.s ved undersøkelse av vogntoget.

1.8.1 Lastebilen

Lastebilen var en treakslet Volvo FH480/6x2, 2008 modell, eid av Santander Consumer Bank AS hvor leietager var Elvrum Transport AS. Den var utstyrt med containerpåbygg, for frakt av ISO-container. Egenvekten var på 10 120 kg og tillatt totalvekt var på 27 000 kg.

Vedlikeholds kontrakten mellom Volvo Norge AS og Elvrum Transport AS beskriver at lastebilen skal inn til service hver 85 000 km (men minimum en gang hver sjuende måned). Lastebilen var sist godkjent i periodisk kontroll 28. april 2011 med kilometerstand 403 659 km. Den 12. september 2011 hadde den fått grunnservice hos Wist Last & Buss AS. Hastighetsbegrensere var justert ned til 85 km/t den 23. februar 2010. Ved undersøkelsen var kilometerstanden 489 949.

Bremsevirkningen ble kontrollert i bremseprøver på Trondheim trafikkstasjon, se Tabell 2

Det ble ikke funnet mangler ved siktforholdene gjennom side- og frontvindu, styring, fjæring og lys. På displayet i lastebilen var det et feilvarsel med teksten "*Kontrollera*

bromssystem vid nesta stopp”. Denne feilmeldingen indikerer ulik slitasje på tredje aksel. Lampen som varsler feil med ABS på tilhenger ble kontrollert og funnet i orden.

Tabell 2: Viser testing av bremses på lastebil

Bremsetest lastebil						
Styretrykk bar	Målte bremsekrefter (kp) og avbremsing (%)					
	Foraksel	Avbr. %	Drivaksel	Avbr. %	Sum	Avbr. %
1	290	3	850	8	1140	6
1,5	850	9	1300	13	2150	11
2	1300	14	1900	19	3200	16
2,5	1750	18	2450	24	4200	21
3	2450	26	3000	29	5450	28
3,2	2600	27				
3,8			3800	37		

Det var vinterdekk på fram- og drivaksel som hadde “godt mønster” (se figur 9 og figur 10). Dekkdimensjonen på drivaksel var 295/80 – R22,5, det samme som er angitt i lastebilens vognkort.



Figur 9: Bilde av høyre framhjul. Foto: Statens vegvesen



Figur 10: Bilde av drivhjul på venstre side. Foto: Statens vegvesen

1.8.2 Tilhengeren

Tilhengeren var en treakslet slepvogn, med to akser bak hvor den fremre var mulig å løfte. Den var av typen Renders RAC 10.20 2002 modell, registrert på Santander Consumer Bank AS den 31. jan 2006. Leietager var Elvrum Transport AS.

Den var utstyrt med påbygg og låser for transport av ISO containere, hadde en egenvekt på 4600 kg og tillatt totalvekt på 30 000 kg. Containeren hadde en egenvekt på ca. 4300 kg. I følge diagnoseprotokollen (se vedlegg D) hadde hengeren totalt tilbakelagt en strekning på 668119,6 km.

1.8.2.1 *Undersøkelse av bremses*

Statens vegvesen utførte kontroll av bremsevirkning på første og tredje aksel på rulleprøver, se Tabell 3. Fordi aksel nummer to var slått skeiv ble det kun foretatt en funksjonstest. Siden det ikke ble funnet noen mangler har SHT forutsatt samme bremsevirkning som første aksel, og dette er brukt i simuleringer for rekonstruksjon av hendelsen beskrevet i kapittel 1.13.1.

Tabell 3: Viser testing av bremses på tilhenger

Bremsetest tilhenger							
Styrettrykk bar	Klokketrykk bar	Målte bremskrefter (kp) og avbremsing (%)					
		1. aksel	Avbr. %	3. aksel	Avbr. %	Sum	Avbr. %
1	0		0	0	0	0	0
1,5	0		0	0	0	0	0
2	0,8	560	14	0	0	560	6
2,5	1,1	820	21	0	0	820	9
3	2,3	1450	37	0	0	1450	16
3,5	2,5	2000	51	0	0	2000	22

Bremsesystemet hadde følgende mangler i forhold til kontrollveiledning for periodisk kjøretøykontroll:

- Det ble ikke målt noen bremsevirkning på tredje aksel. På venstre side var det slakk i bremsehevarmen og i S-kammen som har ført til at det var lange slaglender⁴ med bunnslag⁵ i bremseklokken. På høyre side var det brudd i fjærbremsen.
- Bremsevirkning på tilhenger begynte ved to bars styrettrykk. Fjærbremsen (parkbremsen) på høyre hjul fremre aksel og høyre side siste aksel var defekt.
- Begge de lasteavhengige ventilene ble kontrollert mot oppgitte verdier på skiltplaten, og disse styrte ut for lavt bremsetrykk til bremseklokkene ved simulert “full last”.

1.8.2.2 Undersøkelse av systemet og tilstanden på ABS systemet

På tilhengeren var det montert et ABS-system fra Wabco av type VCS 4S/3M, som beskriver at det var fire hjulsensorer (fremre og bakre aksel) og tre modulatorer. Dette ABS-systemet har en reguleringsyklus på tre– fem sykluser pr. sekund avhengig av de dynamiske forholdene (hvor mye det bremses). VCT- elektronikkenheten har et internt feilminne som lagrer alle registrerte elektriske feil opptil ni ganger. Den har ingen klokkefunksjon som kan fortelle om feilen er gammel eller av nyere dato. Feilkodene må slettes med et diagnoseverktøy. Beskrivelse av systemet finnes i vedlegg C.

SHT har fra MoRek a.s fått opplyst at ved kontroll av ABS modulatorer, som alle har to trinn, skal det på Wabco sine ventiler komme to “klikkelyder” fra hver modulator under oppstartsekvensen. For å starte denne sekvensen må tenning være på, eventuelt starte motor eller innkobling av ABS kontakt mellom bil og tilhenger vil holde- og avluftingsfunksjonen i modulatorene gjennomgå en kontroll syklus. ABS- systemet ble undersøkt av SHT i samarbeid med MoRek a.s som lastet ned feilkoder fra styreenheten (se vedlegg D) hvor følgende gjengis:

- I ABS-Systemets var følgende feil lagret ≥ 9 ganger:

⁴ Den lengden som bremsearmen beveger seg fra 0-stilling (avlastet) til bremsebånd er i berøring (tilsluttet) med bremsetrommel.

⁵ En uønsket tilstand hvor bremsearmen stoppes av bakvegg i bremseklokken og forhindrer at bremsebånd kan berøre bremsetrommel. Dette skyldes vanligvis feil justering, slitt bremsebelegg eller en kombinasjon av dette.

- *ABS Sensor C (brudd), ABS sensor D (mekanisk feil, evt. Avstand til polhjul, ABS modulator A (kortslutning til jord/for lav spenning, ABS modulator B og C (elektrisk feil)*
- *Det fremkommer nå feil ved sluttsteget i elektronikkenheten ved aktivering av modulator A (foraksel). Om dette er en feil som har vært aktiv tidligere eller om dette skjedde etter ulykken er umulig å konstatere. Men feilkoden er registrert ≥ 9 ganger.*
- *Den mekaniske feilen som ble konstatert på ABS-Reléventilen kan elektronikkenheten ikke registrere. En slik feil vil sjåføren ikke bli varslet om. En modulortest eller en "igangkjøring" av systemet kunne avdekket denne feilen.*

Ved undersøkelse av tilhengeren ble det også avdekket at ABS- kabel mellom bil og tilhenger var reparert flere steder.

Alle tilhengerens aksler hadde feil ved ABS funksjon. På fremre aksel skyldtes dette mekanisk feil på ABS modulatorene. På bakre aksel var det ikke bremsevirkning. Denne bakre akslingens hjulsensorer styrer ABS-systemet for begge de to bakre akslene og det medførte at ABS funksjon på disse akslene heller ikke fungerte. Disse manglene ble ikke registrert av lastebilenes varsellamper.

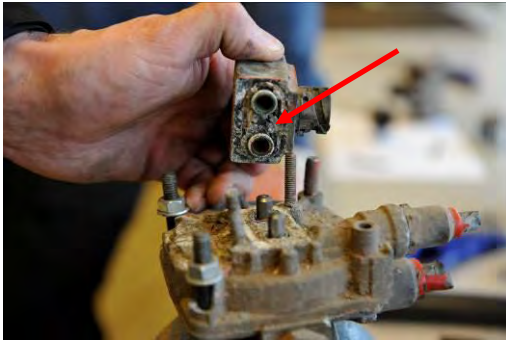
1.8.2.3 *Undersøkelse av ABS modulator fremre aksel*

SHT undersøkte ABS modulatorene som var plassert slik som figur 11 viser. Det ble avdekket at ventilene som regulerte ABS funksjonen var korrodert fast.



Figur 11: Viser hvor ABS modulator (blå pil), lastavhengig ventil og andre ventiler til fremre aksel er montert på tilhengeren. Foto: SHT

Ved nærmere undersøkelse ble det avdekket saltpartikler innvendig i ventilen (se kapittel 1.13.2), se figur 12 og figur 13. Dette påskynder korrosjonsprosessen og gjør at ventilen setter seg raskere fast.



Figur 12: Viser ABS modulator (produsert i 2002) til fremre aksel hvor magnetventil er demontert fra ventilen. Foto: SHT



Figur 13: Viser en ny magnetventil og den som er vist i figur 12. Påvist salt partikler, se pil. Foto: SHT

1.8.2.4 Hjulutrusting

Tilhengeren var utstyrt med vinterdekk av merke Dubble Coin RLG 490 på samtlige hjul. Dekkene var produsert i uke 25 i 2010. Mønsterdybden var fra 3 til 9 mm på den første akselen (se figur 14 og figur 15), på andre akselen var det fra 10 til 13 mm og på siste akselen var det fra 4 til 8 mm. Dekkene var noe mer slitt enn på lastebilen, men var innenfor forskriftenes krav til mønsterdybde. På fremre aksel var dekkene seipet med en avstand på ca. 20 mm.



Figur 14: Bildet viser dekkutrustningen på venstre side fremre aksel på henger. Foto: SHT



Figur 15: Bildet viser dekkutrustningen på høyre side fremre aksel på henger. Foto: SHT

1.8.2.5 Andre mangler

- Hjullager på venstre side foran hadde en slakk på ca. 1 mm mens den var noe mindre på høyre side. Ved for stor hjullagerklaring vil ABS systemet ikke få nødvendig hastighetssignal.
- Tilhengerens svingkrans hadde slitasjespor på både indre og ytre lagerbaner fra lagerkulene, men det var ingen synlige spor som viste at indre- og ytre lagerbaner hadde gnisset i hverandre. Det ble funnet flere lagerkuler som var korrodert. Fordi ytre lagerbanen hadde delt seg i ulykken var det ikke mulig å måle slitasje i svingkransen. Lagerbanene var helt uten smørefett (svingkransen var utstyrt med smørenipler). SHT har ikke gjort ytterligere undersøkelser eller tester for å avdekke om svingkransens friksjon påvirket svingegenskapene.

1.8.3 Kontroll og vedlikehold av tilhengeren før ulykken.

Kjøretøy som brukes i trafikken er underlagt kontroll både i kontrollhaller/verksted og langs veien. I tillegg er det vedlikeholdsbehov knyttet til produsentens anvisning og til kjøretøyeiers oppfølging av vedlikehold. Under er denne tilhengerens status beskrevet.

1.8.3.1 *Periodisk kontroll*

Tilhengeren var sist inne til periodisk kontroll 17. mars 2011 hos Wist Last & Buss AS, der ble det blant annet påvist for lav bremsevirkning med en Zt^6 verdi på 0,35 og det ble gitt anmerkning med kode 2⁷ på driftsbremsen. Det ble også påvist slakk/slitasje i hjullager på fremre aksel. Punktene som innebærer ABS brems, slaglengder og parkbrems (fjærbrems) ble funnet i orden.

Tilhengeren ble godkjent i en oppfølgende etterkontroll den 4. april 2011 hvor mangler med kode 2 hadde fått bedømmingen 0. Slakk/slitasje i hjullager, som hadde en bedømming med kode 1, var fortsatt oppført på kontrollseddelen. Det vil si at denne feilen ennå ikke var dokumentert utbedret.

1.8.3.2 *Vedlikehold og reparasjoner av tilhengeren på eget verksted hos Elvrum Transport AS*

SHT har mottatt den interne service-smøreplanen for 2011 som viser at den aktuelle hengeren skulle inn til service på eget verksted i januar, mars og august. SHT har ikke mottatt noen informasjon som dokumenterer at dette var gjennomført. Svingkransen er dokumentert skiftet i april 2010.

SHT er forelagt avviksmeldinger som førerne av kjøretøyene har fylt ut og som skal leveres eget verksted. Lukking av avvikene er dokumentert ved at det er kvittert på eget skjema. Disse dokumenterer at bremseklokke på venstre side på bakre aksel ble skiftet 23. mai 2011 og ABS-kabelen ble reparert 9. juni 2011 og 2. oktober 2011 på eget verksted.

1.8.4 Vedlikeholdsbeskrivelse fra aksel- og hjulbremsefabrikant

SHT har fra Elvrum Transport AS mottatt vedlikeholds- og garantibestemmelser for BPW tilhengeraksler som Hofstad AS utgav i mai 2000 (se vedlegg E). I følge disse bestemmelsene skal blant annet lagring av overføringsaksler og bremsearmer smøres hvert kvartal. Bremsebelegg skal kontrolleres hvert kvartal og hjullagerklaring skal kontrolleres og eventuelt justeres hvert halvår. Det anbefales bytte av smørefett ved 350 000 km eller hvert andre år.

⁶ I følge kontrollveiledningen: $Zt = \frac{\text{Maks bremsekraft}}{\text{Tillatt totalvekt}}$

⁷ Kontrollveiledningen for periodisk kontroll av kjøretøy bruker en bedømming fra 0 til 4:

0: Kontrollert og funnet i orden.

1: Feil/mangel som må rettes, men som ikke har betydning for om kjøretøyet kan godkjennes.

2: Feil/mangel som vil føre til at vegkontoret ikke kan godkjenne kjøretøyet.

3: Feil/mangel som vil føre til at vegkontoret ikke kan godkjenne kjøretøyet og som kan innebære at det vedtas bruksforbud umiddelbart.

4: På kontrolltidspunktet ikke mulig å måle på grunn av klimatiske forhold. Ved senere kontroll av kjøretøyet og hvis det klimamessig er mulig skal kontrollpunktet måles.

Fra BPW Hofstad A/S har SHT mottatt dokumentasjon på blant annet “*BPW Trailer axles*”, hvor det er omtalt at den automatiske bremsenøkkelen må grunninnstilles ved blant annet skifte av bremseklokke for at den automatiske bremsenøkkelen skal fungere optimalt.

1.8.5 Personbilen

Personbilen var en Ford Galaxy 2010 modell som var utstyrt med vinterdekk med pigger og hadde en mønsterdybde på mellom 8 og 9 mm. Tekniske undersøkelser gjennomført av Statens vegvesen avdekket ingen tekniske feil eller mangler som kan knyttes til ulykken.

1.9 **Vær- og føreforhold**

Det var mørkt, og i følge politiet oppholdsvær med en lufttemperatur ca. 0 °C da ulykken skjedde. I følge politiet var det lett snøslaps og delvis is i vegbanen. I Statens vegvesen sin rapport til politiet står det følgende om føreforholdene:

Den asfalterte vegbanen var dekket med lett snøslaps og var delvis iset. Hjulsporene fremsto som delvis bar asfalt med en ishinne på. Føret opplevdes som normalt vinterføre, og ikke spesielt glatt.

Veidekke Industri AS, som har vedlikeholdskontrakten på strekningen, har om kjøreforholdene innrapportert til Statens vegvesen at det var bart, vått og snøslaps på E39 mellom Halsanaustan og Stormyra den 12. desember 2011 kl. 1800.

Sammenstilling av informasjon om vær- og føreforhold tyder på at det var vått og delvis saltblandet snøslaps på ulykkesstedet da ulykken inntraff.

1.10 **Vei- og trafikkforhold**

I følge Statens vegvesen (2011) utgjør strekningen hvor ulykken skjedde en del av kyststamvegen mellom Stavanger og Trondheim. Strekningen er også en del av TEN-T, det transeuropeiske transportnett. Fartsgrensen på strekningen er 80 km/t og ÅDT⁸ på ca. 1000 kjøretøy/døgn.

Vogntoget kom kjørende fra en nyåpnet veistrekning med en bredde på veibanen på 8-9 meter med to kjørefelt adskilt med oppmerket midtlinje over på en strekning hvor kjørebanebredden varierte fra 5,0 til 5,5 uten oppmerket midtlinje. Etter å ha kjørt på den landeveispregede veistandarden med noen kurver og spredt bebyggelse i ca. 2,5 km skjedde ulykken i en høyrekurve, sett fra vogntogets kjøreretning. Høyrekurven hadde en kurveradius på ca. 260 meter. Kurven var ikke varslet med fareskilt eller markert med bakgrunnsmarkering.

Sett i vogntogets kjøreretning var det en lav fjellskjæring med vegetasjon i innerkurven (høyre side) som hindret sikten, og i følge Statens vegvesen var siktforholdene i kurven mindre enn stoppsikt lengden⁹ på 115 meter. I og etter kurven var det en grøft på høyre side, og en skråning på venstre side, ned mot fjorden, med små og mellomstore trær.

⁸ Årsdøgntrafikk: Det totale antall kjøretøy som passerer strekningen i løpet av ett år, dividert med 365.

⁹ Stoppsikt er definert som: Nødvendig sikt lengde fram til et objekt for at bilføreren skal kunne oppdage objektet, reagere, vurdere om han skal bremse og bremse kjøretøyet til stopp

1.10.1 Drift- og vedlikeholdsinnsett på strekningen ulykken skjedde

Driftskontrakten som omfatter E 39 driftes etter Statens vegvesen definisjon "strategi vintervei" i Håndbok 111 hvor Veidekke Industri AS har kontrakten. Det er ikke gitt spesielle krav utover de krav som er gitt i Håndboken. I følge Statens vegvesen er det kravene i kategori stamvei som gjelder og det skal punktstrøs ved friksjonskoeffisient (μ) under 0,30 og dette skal være fullført innen en time. Helstrøing skal startes ved en friksjonskoeffisient 0,20 og fullføres innen to timer. Det står videre at punktstrøing foretas i kurver, bakker, kryss og på rettstrekninger med uoversiktlige avkjørsler.

Veidekke Industri AS gjennomførte friksjonsmåling opp mot angitte krav i driftskontrakten på den aktuelle veistrekningen den 12. desember 2011, med start kl 0502. Målingen ble gjennomført fra HP 05, km 3,953 til 14,000 i felt 1 (retning vestover). Friksjon ble målt til mellom 0,19 og 0,38, med et gjennomsnitt på 0,28. På grunnlag av disse måleresultatene ble salting iverksatt.

Samme dag kl. 2115 (2 timer etter ulykken) ble det igjen målt friksjon på deler av den samme strekningen, med start 500 meter fra ulykkesstedet og vestover (ikke forbi ulykkesstedet). Friksjonen var nå mellom 0,22 og 0,37 og salting ble igjen iverksatt. Gjennomsnittsfriksjonen for hele strekningen var 0,31

Samme kveld målte Statens vegvesen friksjonen på tilnærmet samme strekning i østgående retning. Friksjonen ble målt til mellom 0,19 og 0,89. Gjennomsnittlig friksjon på strekningen var 0,28

Det ble ikke foretatt friksjonsmålinger som kan beskrive friksjonsforholdene på ulykkesstedet nært tidspunktet da ulykken skjedde.

1.11 Tekniske registreringssystemer

De nedlastede dataene (registrerer hvert sekund) fra den digitale fartsskriveren som var montert i lastebilen ble sendt til fartsskriverrepresentantens laboratorium for analyse fordi SHT ønsket mer detaljert oversikt (fire registreringer per sekund) over hastighetsforløpet. I tillegg er det avlest data fra styringsenheten til bremsene på tilhengeren som er omtalt i kapittel 1.8.2.2.

Ved bestillingen av analyse oppga SHT at fartsskriveren var kalibrert 24. februar 2010 med dekkdimensjon 315/70 R22,5 mens det på ulykkestidspunktet var montert dekk på drivaksel med dimensjon 295/80 R22,5.

I analyseresultatet fra VDO Kast GmbH er det beregnet at hastigheten vist på speedometeret var 2,41 % for lavt og hastigheten har derfor blitt justert tilsvarende oppover (presenteres i vedlegg F og er ytterligere omtalt i kapittel 1.13.1).

Data fra fartsskriveren som viser vogntogets registrerte hastighetsforløp de siste 40 km før ulykken presenteres i vedlegg H. Fartsgrensen er også markert i vedlegget som er mottatt fra Statens vegvesen.

1.12 Medisinske forhold

Resultatene fra blodprøver tatt av fører av vogntoget var negative. SHT har ingen indikasjoner på bruk av rusmidler eller medikamenter.

1.13 Andre undersøkelser

1.13.1 Simulering av hendelsesforløpet i Scan-Crash

Ingeniørfirmaet Rekon DA har på oppdrag fra SHT utført simuleringer av det antatte hendelsesforløpet hvor medvirkende faktorer til hengerens bevegelser hadde fokus. Videre er det simulerte/beregnet kritisk hastighet for vogntoget i kurven hvor ulykken skjedde med aktuell vekt, friksjonsforhold og en friksjonskoeffisient mellom vogntogets hjul og veibane på 0,3.

Fra rapporten (vedlegg B) utarbeidet av Rekon DA gjengir SHT følgende:

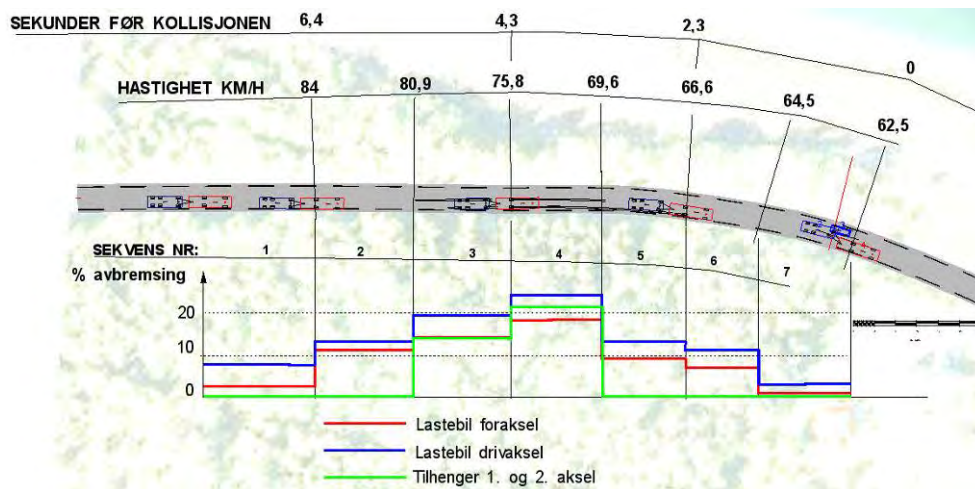
- Rekonstruksjon av hendelsesforløpet:

Lastebilen styres gjennom svingen slik at dens høyre forhjul tilnærmet følger høyre kantlinje.

Vogntoget bremses slik at lastebilens hastighetsutvikling blir tilnærmet som vist i figur 16 med utslag på tilhengeren ved rødmerket i antatt område.

Friksjonskoeffisienten mellom tilhengerens dekk og underlaget varieres mellom verdier som gir utslag på tilhengeren mellom 0 og ca. 2,8 meter.

Friksjonskoeffisienten mellom lastebilens dekk og underlaget velges til 0,01 høyere enn på tilhengeren.



Figur 16: Viser vogntogets hastighetsutvikling (beregnet hastighet) fram til kollisjonen og bremseforløpet på vogntoget. Kilde: Rekon DA

- Konklusjoner:

Hastighetsutvikling på vogntoget som tolket ut fra fartsskriverutskriften kombinert med skrens på tilhengeren omtrent midt i området som antatt ut fra skadene, ble oppnådd ved å styre lastebilen slik at forhjulene tilnærmet fulgte høyre kantlinje med friksjonskoeffisient mellom tilhengerens hjul og underlaget på 0,21 og utkobling av ABS-funksjonen på tilhengeren.

Beregninger foretatt ved å legge lastebilens mest sannsynlige kollisjonshastighet til grunn kombinert med at den bremses slik at ABS slår inn på drivhjulene fra kollisjonsøyeblikket til den stopper, viser friksjonskoeffisient i brems for lastebilens hjul mot underlaget på mellom 0,17 og 0,21.

Dersom ABS-funksjonen hadde vært i orden på tilhengerens foraksel, ville tilhengerens skrens ved de mest sannsynlige bevegelser blitt redusert så mye at kollisjonen med personbilen kunne vært unngått. Dersom hastigheten inn i svingen hadde vært redusert med ca. 2,5 km/h, ville tilhengeren ikke skrenset med det aktuelle bremseforløpet.

Dersom vogntoget ikke hadde vært bremsset gjennom svingen, kunne det ha holdt en hastighet på ca. 74 km/h ved den aktuelle friksjonskoeffisienten på 0,21 og ca. 79 km/h ved friksjonskoeffisient på 0,30 uten vesentlig skrens på lastebilen eller tilhengeren.

1.13.2 Undersøkelser av partikler utført av Forsvarets laboratorietjenester (FLO/TV/LKV)

På oppdrag fra SHT har FLO/TV/LKV gjennomført undersøkelser av partikler som ble funnet innvendig i ABS modulator (se figur 12) til fremre aksel på henger. Analyseresultatet viste at det ble funnet klorider som mest sannsynlig kommer fra veisalt.

1.14 **Lover og forskrifter**

1.14.1 Lov 17. juni 2005 nr. 62 om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv. (arbeidsmiljøloven)

Følgende underliggende forskrifter til lov 17. juni 2005 nr. 62 om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv. (arbeidsmiljøloven) er relevant for undersøkelsen:

1.14.1.1 *Forskrift 6. desember 1996 nr. 1127 om systematisk helse -, miljø – og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften)*

Arbeidsgiveren har ansvaret for at arbeidsmiljøet er forsvarlig og i samsvar med regelverket som er gitt i arbeidsmiljøloven med forskrifter. Arbeidet med helse, miljø og sikkerhet skal være systematisk og løpende. Dette er fastslått i internkontrollforskriften. Arbeidsgiver har ansvar for å innføre og vedlikeholde et system for internkontroll.

1.14.2 Lov 18. juni 1965 nr. 4 om vegtrafikk (vegtrafikkloven)

Vegtrafikkloven regulerer all trafikk med motorvogn og SHT gjengir følgende relevante momenter fra lovteksten:

§ 23 Ansvar for kjøretøyets stand m.m.

Før kjøringen begynner, skal føreren forvise seg om at kjøretøyet er i forsvarlig og forskriftsmessig stand og at det er forsvarlig og forskriftsmessig lastet. Han skal sørge for at kjøretøyet også under bruken er i forsvarlig stand og forsvarlig lastet.

Eier av kjøretøy eller den som på eierens vegne har rådighet over det, plikter å sørge for at kjøretøyet ikke brukes dersom det ikke er i forsvarlig stand.

§ 19a Kjøretøyverksteder m.m.

Bare kjøretøyverksteder som er godkjent av Statens vegvesen kan utføre reparasjons-, vedlikeholds-, ombyggings-, oppbyggings- og påbyggingsarbeid på motorvogn og tilhenger til motorvogn.

Departementet kan ved forskrift fastsette at visse kjøretøygrupper eller visse typer arbeid faller utenfor reglene i første ledd. Det kan også fastsettes særregler eller unntaksregler for visse verksteder, kjøretøykategorier og visse typer arbeid.

Departementet kan gi nærmere bestemmelser til gjennomføring og utfylling av paragrafen, herunder om vilkår for godkjenning av kjøretøyverksteder, om plikter godkjenningen fører med seg, om tilbakekall av godkjenning og om kontroll av kjøretøyverksteder.

1.14.2.1 *Forskrift 13. mai 2009 nr. 589 om kjøretøyverksteder (forskrift om kjøretøyverksteder).*

Forskrift om kjøretøyverksteder omhandler kjøretøyverksteder som blant annet skal utføre reparasjons- og vedlikeholdsarbeid på kjøretøyet, herunder nevnes bremseanlegg, styreinnretning og hjuloppheng. Det stilles blant annet krav til verkstedutstyr, nødvendige tekniske data for de kjøretøyer som repareres og kompetanse til personale og teknisk leder på verkstedet. For kjøretøyverksted som skal utføre arbeid som nevnt over på kjøretøy med tillatt totalvekt over 7500 kg skal teknisk leder ha fagbrev som "bilmekaniker tunge kjøretøy" og fire års relevant praksis etter bestått fagprøve, alternativt 10 års relevant praksis i tillegg til bestått fagprøve.

Unntakene fra krav til godkjenning av kjøretøyverksted som for øvrig er endret flere ganger, er i denne forskriften samlet i § 5, der det er tatt inn følgende bestemmelse:

Følgende arbeid er unntatt fra krav til godkjenning:

g) reparasjons og vedlikeholdsarbeid som blir utført av eieren eller medlemmer av eierens husstand på kjøretøy som er registrert på eieren, eller har vært registrert i eierens navn på tidspunkt for eventuell avskilting.

Unntaket er begrenset til firmaer som eier kjøretøyet. Det gjelder således ikke når kjøretøyet er leid eller leaset.

Hjemmel for å føre tilsyn med kjøretøyverksteder finnes i § 16 i forskriften. Første ledd sier følgende:

Regionvegkontoret skal føre tilsyn med kjøretøyverksteder som utfører godkjenningspliktig arbeid, jf. forskriftenes § 2 og virksomheter med arbeidstillatelse etter § 4.

Statens vegvesen har dermed også hjemmel til å føre tilsyn der virksomheter utfører godkjenningspliktig arbeid uten å ha søkt eller fått godkjenning av regionvegkontoret til Statens vegvesen.

Statens vegvesen har sendt forskrift om kjøretøyverksteder ut på høring med frist 1. september 2013 hvor det blant annet foreslås at alt reparasjons- og vedlikeholdsarbeid skal foretas på forsvarlig måte av kompetent person. Uttrykket "på forsvarlig måte av kompetent person" vil i denne sammenheng bety at vedkommende som utfører arbeidet har tilstrekkelig kunnskaper og ferdigheter til å utføre det aktuelle arbeidet på kjøretøyet etter faglig anerkjente metoder og med det utstyr som kreves for formålet.

Det foreslås også å utvide unntaket fra å gjelde egne kjøretøyer til også å omfatte kjøretøyer de har rådighet over gjennom en leasingavtale.

1.14.2.2 *Forskrift 13. mai 2009 nr. 591 om periodisk kontroll av kjøretøy (forskrift om periodisk kjøretøykontroll)*

Forskrift om periodisk kjøretøykontroll omhandler periodisk kontroll av norskregistrerte kjøretøy og krav til kontrollorgan som skal gjennomføre kontrollen. Periodisk kjøretøykontroll foretas på verksteder eller teststasjoner som er gitt spesiell godkjenning. Statens vegvesen godkjenner disse, og kontrollpunkter og hyppighet er beskrevet i tilhørende kontrollveiledning.

Den periodiske kjøretøykontrollen er etablert for å sikre at kjøretøyene som brukes skal være i forskriftsmessig stand. Når det gjelder kontroll av bremsesystemet beskriver kontrollveiledningen i hovedsak kontroll av mekaniske og pneumatiske funksjoner. De blokkeringsfrie bremsene (ABS) kontrolleres gjennom lastebilens egne varsel-innretninger. Denne metoden avdekker ikke mekaniske feil i ABS systemet.

I denne undersøkelsen er det særlig § 4 bokstav a og b som gjør seg gjeldene, biler med tillatt totalvekt over 3500 kg og tilhengere med tillatt totalvekt over 3500 kg som skal inn til årlig kontroll. Kontrollveiledningen er gitt som vedlegg 1 til denne forskriften. Under punkt 1.1.12, underpunkt tilhenger, er kontroll av ABS omtalt med følgende kontrollmetode/virkning:

“Kontroller at ABS-systemet kontrollerer seg selv på følgende måte:

Mateledningen kobles av slik at den automatiske brems går på. Deretter kobles ABS-kontakten. Da skal det kunne høres at ventilene opererer og slipper ut luft. Bilens “tenningsbryter” må være på. (På noen biler må motoren gå) Det gis mangel hvis ABS ventilene ikke opererer.”

Fra 1. desember 2012 er forskriften endret, og med ikrafttredelse 1. januar 2015 for kontrollinstruksen. Punktet som omhandler kontroll av blokkeringsfrie bremsesystemer (ABS) er endret slik at det fra 1. januar 2015 kun skal foretas en visuell kontroll av varslingsinnretningene. Det vil ikke lenger bli et kontrollpunkt å sjekke ABS ventilene.

1.14.2.3 *Forskrift 13. mai 2009 nr. 590 om kontroll av kjøretøy langs veg*

Forskrift om kontroll av kjøretøy langs veg gjelder for blant annet biler og tilhengere med tillatt totalvekt over 3500 kg. Statens vegvesen¹⁰ har utarbeidet en egen utekontrollveiledning. Kontroll av bremsesystemet er beskrevet i vedlegg 5 i veiledningen. Under prosedyre for gjennomføring av kontrollen skal det hvis det varsles om eventuelle feil på ABS/EBS systemet på tilhenger sjekkes ved å følge samme prosedyre som periodisk kjøretøykontroll eller ved prøvekjøring, (se kursiv tekst i veiledningen kapittel 1.14.2.2.).

1.14.2.4 *Forskrift av 1. oktober 2004 nr. 1339 om trafikkopplæring og førerprøve m.m. (trafikkopplæringsforskriften).*

Trafikkopplæringsforskriften gjelder trafikkopplæring og førerprøve for personer som vil erverve eller fornye en førerrett som må dokumenteres med førerkort.

Hovedmålene etter § 20-1 for klasse CE er at eleven etter gjennomført opplæring skal ha den kompetansen som er nødvendig for å kunne kjøre vogntog forsvarlig og for å kunne

¹⁰ Versjon 5, gyldig fra 15. februar 2011

ivareta de oppgaver som er bilføreres ansvar. Videre står det at eleven skal ha de kunnskaper og ferdigheter, den selvinnsikt og risikoforståelse som er nødvendig. Et av punktene er at man skal kjøre på en måte som er trafikksikker. Et annet punkt er at eleven skal kunne oppfylle førers ansvar ved å utføre kontroll og tilsyn med kjøretøyet.

1.15 Myndigheter, organisasjoner og ledelse

1.15.1 Statens vegvesen

Statens vegvesen er underlagt Samferdselsdepartementet og er et forvaltningsorgan som blant annet fører tilsyn med trafikantene og kjøretøyene på veiene. Det gjelder også godkjenning av alle typer kjøretøy som er registreringspliktige. Etaten har også ansvar for godkjenning og oppfølging av private kontrollorgan som foretar periodisk kontroll av kjøretøy etter vegtrafikkloven. Statens vegvesen godkjenner verksteder som utfører reparasjoner av kjøretøyer.

Statens vegvesen, Møre og Romsdal distrikt har byggherreansvar for driftskontrakten.

1.15.2 Veidekke Industri AS

Veidekke Industri AS er ansvarlig entreprenør for drift og vedlikehold av E 39 fra Halså fergekai i Møre og Romsdal til krysset ved Fv 680 (Stormyra) i Sør-Trøndelag, gjennom en driftskontrakt (1506 Surnadal), inngått med statens vegvesen for perioden 2010 til 2015.

1.15.3 Arbeidstilsynet

Arbeidstilsynet forvalter arbeidsmiljøloven med tilhørende forskrifter, og fører tilsyn med at virksomhetene følger regelverkets krav. SHT har fått opplyst fra Arbeidstilsynet at de fikk melding om ulykken, men at de ikke gjennomførte tilsyn i virksomheten i forbindelse med ulykken.

1.15.4 Elvrøm Transport AS

Elvrøm Transport AS er en familieeid transportbedrift som ble stiftet i 1975 i Trondheim. I 1992 utvidet firmaet betydelig og de disponerer pr. i dag 26 containervogntog, 8 trekkbiler, en 16-seters minibuss og en lastebil med kran.

Firmaet har femti ansatte hvor fem personer er tilknyttet administrasjonen hvor daglige leder, kvalitetsleder og trafikkleder i tillegg til merkantilt ansatte er plassert. Kvalitetslederen ble ansatt i 2011 og har HMS som sitt arbeidsfelt og har ansvaret for opplæring av de nyansatte førerne og oppfølging av disse. Firmaet bruker Norges Lastebileier-Forbund (NLF) sitt forslag til systemhåndbok som er tilgjengelig på NLFs nettsider, se kapittel 1.15.6.1.

1.15.4.1 *HMS – kjøretøy*

SHT har fått opplyst fra Elvrøm Transport AS at ca. årlig gjennomsnittlig kjørelengde på lastebilene er rundt 120 000 km og på tilhengerne rundt 100 000 km. Firmaet har serviceavtaler med autoriserte bilverksteder på lastebilene, men på tilhengerne utfører de vedlikehold og reparasjoner på eget uautorisert verksted eller de bruker autoriserte

bilverksteder. SHT har blitt forelagt en del dokumenter fra Elvrum Transport AS og nevner her noen:

- Tre typer rapportering av avvik som er fra forskrift om kjøre- og hviletid og mindre eller alvorlige mangler ved kjøretøyene, henholdsvis grønt og rødt skjema som fylles ut av fører.
- Kjøreplan for førere som viser en kjørerute utarbeidet av kvalitetsleder.
- Kopi av serviceplan og fakturer fra verkstedreparasjoner for lastebilen med firmaet Wist Last & Buss AS, parametere for servicevarsel er en strekning på 85 019 km.
- Service-smøreplan over tilhengere for 2011.
- Skjema for uttak av kjøretøy fylles ut av førerene ved mottak av kjøretøy hvor olje, kjølevæske, dekk, hjulmuttere, rammesprekker, tilhengerkobling, svingkrans, drenering luft, kabler, lys og kjettinger skal kontrolleres.

1.15.4.2 *Verksteddrift i Elvrum Transport AS*

SHT har fått opplyst fra Statens vegvesen at firmaet ikke har godkjent verksted etter § 2 i forskrift om kjøretøyverksted. Firmaet har heller ikke særlig arbeidstillatelse i henhold til § 4 i samme forskrift. I følge Elvrum Transport AS driftes verkstedet etter unntaksregelen § 5 “Unntak fra krav til godkjenning” bokstav g.

Dagens verkstedsorganisering ble etablert i 1997 og består av tre ansatte inkludert leder. Leder av verkstedet har fagbrev for reparasjon av lette kjøretøy, førerkort i klassene CE og har jobbet med reparasjoner av tunge kjøretøy i firmaet siden 2002. I en ti års periode før det har han jobbet som bilmekaniker hos verksteder og transportfirmaer, men ikke på godkjente verksteder med tyngre kjøretøy. De to andre ansatte har mekanisk bakgrunn. De utfører service og vedlikehold på firmaets egne og leasede kjøretøy som de disponerer. Verkstedet utfører blant annet reparasjoner på bremseanlegg.

SHT har på forespørsel mottatt avviksmeldinger som førere har fylt ut og fakturaer på deler til tilhengere. Det er ikke mottatt noen dokumentasjon på hva verkstedet har utført av egne reparasjoner utover avviksmeldingene som er lukket ved at verkstedet har kvittert på skjema.

1.15.4.3 *HMS – fører*

Firmaet har opplyst til SHT at de er med i prosjektet “På rett side” (av 80 km/t) som ble startet på Rv 3 i 2010 i regi Norges Lastebileier-Forbund (NLF) og IF forsikringsselskap. Det er dokumentert at hastighetsbegrenseren i lastebilen som var med i ulykken var justert ned til 85 km/t i februar 2010.

Tabell 4 gir en grov oversikt over førerens aktivitet de siste fem dagene før ulykken. SHT har ikke avdekket brudd på kjøre- og hviletidsbestemmelsene, eller bestemmelser for arbeidstid i tiden før ulykken. I tiden før fridagen (lørdag 10. desember 2011) gjennomførte føreren en type kjøring med mye start og stopp, samt stor grad av annet arbeid. Etter fridagen ble kjøremønstret endret til å omfatte færre start og stopp, lengre perioder med kjøring og minimale perioder med annet arbeid.

Tabell 4: Grov oversikt over førerens aktivitet de siste fem dagene før ulykken

Dato	Tid	Aktivitet
Torsdag 08.12.2011	0545-1745	Kjøring, pauser og annet arbeid
Fredag 09.12.2011	0530-1800	Kjøring, pauser og annet arbeid
Lørdag 10.12.2011		Fri - Redusert ukehvile
Søndag 11.12.2011	1300-0000	Kjøring, pauser og annet arbeid
Mandag 12.12.2011	0930-ulykke	Kjøring, pauser og annet arbeid

Fører gjennomførte pause på ferja ca. 45 minutter før ulykken skjedde.

1.15.5 MoRek a.s.

MoRek a.s.¹¹ er en etablert handelsbedrift som leverer produkter til transportnæringen, skip og industri. I tillegg til kursvirksomhet innen bremsesystemer leverer de alt av utstyr og deler til blant annet tilhengerprodusenter.

SHT har også fått opplyst fra MoRek a.s. at det har forekommet at ABS sensorer mellom hjul og styreenhet har vært feilkoblet. Dette fanger ikke ABS lampen opp. Denne feilen medfører at ABS systemet ikke fungerer slik det skal.

1.15.6 Norges Lastebileier-Forbund (NLF)

NLF¹² er et forbund som organiserer lastebileiere. De tilbyr sine medlemsbedrifter et fullverdig kvalitets- og HMS system for transportbedrifter hvor oppfølging av arbeidsgiveransvaret blir ivaretatt. Systemet er basert på et rammeverk satt av krav fra oppdragsgiverne med kvalitetsstandarden NS-EN ISO 9001:2000 og må tilpasses den enkeltes virksomhet. NLF gir opplæring i bruk av systemet.

1.15.6.1 *Kvalitet og miljø på vei.*

NLF tilbyr systemhåndboken «Kvalitet og miljø på vei» til sine medlemsbedrifter. Dette er et tilbud som Elvrum transport AS benytter. Systemhåndboken gir føringer for førerens månedlige egenkontroll av bil og tilhenger etter et fastlagt skjema, herunder kontroll av bremseslaglengder, bremsebånd og automatisk bremsekraftregulator.

1.15.6.2 *Prosjektet kjør «På riktig side»*

NLF og IF forsikringsselskap startet i 2010 et prosjekt på Rv 3 i Østerdalen hvor målsetningen var å redusere antall trafikkulykker ved at fartssperren på lastebilene reguleres ned til 80 km/t hos flere store transportører.

SHT har fått opplyst fra NLF at prosjektet fra 2013 er utvidet til hele landet hvor det i oppstarten blir en referansebedrift fra hvert fylke hvor det inngås kontrakt mellom prosjektet, bedrift og fører. Det overordnede målet er at alle skal kjøre på riktig side av alle fartsgrensene for blant annet å bedre trafikksikkerheten.

¹¹ <http://www.morek.no/>

¹² www.lastebil.no

1.16 Andre opplysninger

1.16.1 Informasjon fra Statens vegvesen

1.16.1.1 *Oppfølging av reparasjoner i andre land*

I møte mellom Statens vegvesen og SHT ble vi informert om at i Tyskland kreves inn- og utgangsprotokoll fra verkstedet hvis ABS systemet repareres.

1.16.1.2 *Periodisk kjøretøykontroll av tilhengere med tillatt totalvekt over 7,5 tonn - 2012*

SHT har fra Statens vegvesen mottatt resultatene fra periodisk kjøretøykontroll av alle kjøretøy med tillatt totalvekt over 7500 kg gjennomført i 2012. I denne undersøkelsen er det mest relevant å gjengi resultatene fra tilhengere (påhengsvogn, slepvogn og semitrailer). Av 20173 kontrollerte hengere var det 7201 kjøretøyer (35,7 %) som hadde mangel på bremsevirkning punkt 1.2.1 og 2520 kjøretøyer (12,5 %) som hadde mangel på ABS punkt 1.1.12 på kontrollseddelen.

1.16.2 Nasjonal tiltaksplan for trafikksikkerhet på veg, 2010-2013

Nasjonal tiltaksplan for trafikksikkerhet på veg 2010-2013 er utarbeidet av Veg-, Politi-, Helse-, Utdanningsdirektoratet, og Trygg Trafikk. Planen bygger på Nasjonal transportplan (NTP) 2010-2019. Fra kapittel 3 som omhandler kjøretøytiltak siteres:

Kjøretøyets sikkerhetsmessige standard er av vesentlig betydning dersom vi skal nå målet for redusert antall drepte og hardt skadd.

Statens vegvesens tilstandsundersøkelse fra 2009 viser at 82,6 % av alle tunge kjøretøy hadde godkjente bremses. Det er et mål at andelen skal økes til 90 % innen 2014.

Et av 152 tiltak som er beskrevet i planen er:

Statens vegvesen vil gjennomføre bremsekontroll i minst 10 % av alle utekontroller som gjøres av tunge kjøretøyer

1.16.3 Trafikksikkerhetshåndboka

I Trafikksikkerhetshåndboka¹³ står det blant annet at for at kjøretøy skal være i forskriftsmessig stand må det vedlikeholdes. Reparasjoner for kommersiell transport gjøres oftest på et verksted, og i følge Trafikksikkerhetshåndboka spiller de en stor rolle for at kjøretøyene holdes i en forskriftsmessig og trafikksikker stand.

Følgende siteres fra Trafikksikkerhetshåndboka:

Det er imidlertid dokumentert at verksteder ikke alltid utfører tilfredsstillende arbeid. For å sikre at bilverkstedenes arbeid holder en viss standard, er det gitt en egen lov om godkjenning av kjøretøyverksteder. Tanken bak loven, er at ved å stille visse krav til verkstedene, vil man sikre at verkstedenes arbeid holder en høy kvalitet, noe som igjen skal gi kjøretøyene lavere ulykkesrisiko.

¹³ Trafikksikkerhetshåndbok – Rune Elvik, Anne Borger Mysen, Truls Vaa. ISBN: 82-480-0027-3

Godkjenning og tilsyn med verksteder og kontrollorgan skal sikre høy kvalitet på reparasjoner og beskytte verkstedenes kunder mot ukyndig utført arbeid.

1.16.4 Trafikkulykke 29. september 2006 ved Lenefjorden – SHT Rapport VEI 2009/04

I ulykken ved Lenefjorden mistet også fremre aksel på tilhengeren (slepvoan) veigrepet og kom over i motgående kjørefelt og kolliderte med møtende vogntog. Resultatet av undersøkelsen viste at det også her var flere forhold som hadde medvirket, men likhetstrekkene med denne ulykken er at det var en slepvoan og det ble funnet tekniske feil på bremsene på tilhengeren til det vogntoget som utløste ulykken.

1.17 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder

Det har ved denne undersøkelsen ikke blitt benyttet metoder som kvalifiserer til spesiell omtale.

1.18 Iverksatte tiltak

1.18.1 Utbedring av siktforhold

SHT har fått opplyst fra Statens vegvesen at det er bevilget penger til å gjennomføre trafikksikkerhetstiltak på ulykkesstedet. Tiltaket vil i all hovedsak dreie seg om å utbedre siktforholdene i innerkurven for å sikre minimum stoppsikt.

1.18.2 Elvrøm Transport AS

Etter ulykken har firmaet endret på sin oppfølging av service-smøreplaner slik at det må kvitteres på skjema når service er utført. Det er også utarbeidet et serviceskjema (se vedlegg G) med kontrollpunkter, hvor ABS-systemet er et kontrollpunkt, som benyttes når tilhengerne er inne på eget verksted. De har også kjøpt inn utstyr slik at de kan laste ned data fra styreenheten til ABS systemet på tilhengere og skal på kurs hos leverandøren av utstyret.

Firmaet opplyste i møte med SHT at de etter ulykken har gjennomført møter med førerne hvor det har vært fokus på bruk av motorbrems/retarder på vinterføre, samt uønsket kjørestil hvor valg av hastighet og kjøre- og hviletidsbestemmelser har vært tema. Det har også vært fokus på å kontrollere kjøretøyene når de overtas. Firmaet har også iverksatt et prøveprosjekt med bruk av en nettbrettløsning hvor deler av styringssystemet er integrert, og som flere førere benytter.

2. ANALYSE

2.1 Innledning

SHT har erfart at møteulykker hvor vogntogtilhengere skrenser over i motgående kjørefelt ofte har høy alvorlighetsgrad. Slepvoan, som ble brukt i denne ulykken, kan også skrense ut med forhjulene og dette medfører at hele veibanen blir blokkert for møtende trafikk. SHT har tidligere undersøkt en liknende ulykke som skjedde på sommerføre med våt veibane (SHT Rapport VEI nr. 2009/04).

Analysen innledes med SHTs vurdering av hendelsesforløpet og de ulike faktorer som medvirket til at ulykken skjedde. På bakgrunn av disse faktorene vil analysen videre vektlegge de bakenforliggende faktorer som kan ha bidratt til at ulykken kunne skje, og som kan ha et sikkerhetsmessig forbedringspotensial. Analysen vurderer hvilke mulige barrierer som kunne forhindre at ulykken skjedde. Disse er i hovedsak rettet mot kjøretøyets tilstand, men forhold knyttet til både trafikant og veiforhold blir også vurdert. I tillegg drøftes organisatoriske forhold, gjeldende forskrifter og oppfølging av disse.

2.2 Analyse av hendelsesforløp

Analysen av hendelsesforløpet er basert på dokumenterte funn, observasjoner på ulykkesstedet og kommunikasjon med involverte. I tillegg har Rekon DA på oppdrag fra SHT utført simulasjoner og det er gjennomført en samlet rekonstruksjon av hendelsesforløp og bevegelser i dataprogrammet «Scancrash». I denne ligger også beregnede teoretiske friksjonsverdier basert på retardasjon nedtegnet fra fartsskriver, oppmålte strekninger og dokumenterte kjøretøydata.

Undersøkelsen viste at veiens utforming og tilstand gav trafikantene svært liten sikkerhetsmargin, og valgt hastighetsnivå i kombinasjon med feil ved bremsene krevde marginer som ikke var tilgjengelige. Likeledes er det påvist at vogntoget hadde ulike dekkegenskaper på lastebil og tilhenger. Føreren hadde ikke kjennskap til at tilhengerens bremses hadde tekniske mangler, og ulykken må derfor forklares med brist i det totale samspillet mellom vogntogførerens adferd, kjøretøyenes egenskaper, samt veiens utforming og tilstand.

2.3 Analyse av føreradferd

2.3.1 Vogntogførers adferd

Fører av vogntoget hadde vært ansatt i firmaet i ca. halvannet år og hadde også noe kjøreefaring fra tidligere. Han hadde kjørt det aktuelle vogntoget i ca. tre uker før ulykken og hadde også kjørt denne strekningen tidligere.

Umiddelbart før ulykken hadde vogntoget kjørt på en nyåpnet veistrekning med god standard og kom gradvis over på et smalere vegnett. Ulykken skjedde i den første relativt krappe kurven i enden av strekningen. Kurven var ikke varslet med fareskilt eller markert med bakgrunnsmarkering.

Fartsskriveren viste at hastigheten som var synlig for føreren på lastebilens speedometer var noe over 80 km/t på rettstrekningen, og denne ble redusert til under 70 km/t før

kurven. I kollisjonsøyeblikket var hastigheten litt over 60 km/t. Føreren har forklart at han reduserte farten ved å slippe opp gassen og bremse noe før og i kurven. Funn bekrefter at lastebilen holdt sin plass på høyre side av kjørebanelen, mens tilhengeren kom over på venstre side av kjørebanelen.

Det var synlig for føreren at det var noe snø og slaps i veibanen og temperaturen i lufta var rundt 0 °C. Tilhengeren hadde tekniske mangler som føreren ikke ble varslet om via instrumentbordet. I tillegg hadde tilhengeren noe dårligere dekkutrustning enn lastebilen, og føreren valgte hastighet med referanse til opplevelsen av lastebilens veigrep.

Valg av hastighet i denne situasjonen er et viktig bidrag for å kompensere for ulike tekniske feil ved kjøretøyet og krevende føreforhold. Rekon DA har i sine beregninger kommet til at dersom hastigheten inn i kurven hadde vært redusert med ca. 2,5 km/h, ville tilhengeren ikke skrenset med det aktuelle bremseforløpet.

Føreren av vogntoget reagerte etter SHTs vurdering riktig da han ble klar over at hastigheten var for høy, ved å bruke bremsen forsiktig i denne situasjonen. Vogntogets tilstand og tilgjengelig friksjon mellom dekk og veibanen medførte imidlertid at tilhengeren mistet veigrepet i den farten som var valgt før kurven. Det var derfor ikke noe restveigrep tilgjengelig, og vogntogføreren hadde etter SHTs vurdering begrenset mulighet til å forhindre at tilhengeren kom over på venstre side av kjørebanelen da han ble klar over at hastigheten var for høy. Vogntogførerens håndtering av lastebilen etter kollisjonen til en kontrollert stans indikerer etter SHTs vurdering at han var fokusert på kjøringen.

2.3.2 Fører av personbilen

SHT har ingen opplysninger som tyder på at personbilen holdt for høy hastighet etter forholdene. Bilen holdt sin plass i kjørebanelen i kurven. Føreren av personbilen hadde cirka ett sekund å reagere på fra hun oppdaget at hengeren hadde kommet over på hennes side av kjørebanelen og til kollisjonsøyeblikket. Fører hadde etter SHTs vurdering ingen mulighet til å unngå kollisjonen innen tilgjengelig tidsramme.

2.4 **Veiens tilstand og friksjonsforhold**

2.4.1 Veiens utforming

Veistrekningen hvor ulykken skjedde hadde en bredde på mellom 5 og 5,5 meter. SHT mener at veien, geometrisk sett gjennom linjeføring og veibredde, er av en relativt lav standard. Føreren av vogntoget hadde kjørt på denne standarden i ca. 2,5 km før ulykken inntraff. Før dette hadde han kjørt over en lengre strekning med relativt høy standard. Selv om det var et tydelig standardsprang på strekningen, mener SHT at dette ikke alene kan forklare ulykken da føreren hadde kjørt strekningen med lavere standard en stund.

Ulykkeskurven hadde en radius på 260 m og var relativt krapp sammenlignet med de foregående kurvene sett i kjøreretningen til vogntoget. I kurven var det ikke tilstrekkelig stoppsikt på grunn av en fjellskjæring og vegetasjon i innerkurven. Kurven var heller ikke varslet med fareskilt eller markert med bakgrunnsmarkering.

SHT mener at veiens utforming på ulykkesstedet bar preg av å ha marginale geometriske sikkerhetsmarginer. SHT mener videre at redusert stoppsikt i kurven i kombinasjon med

smal veibane er uheldig trafikkisikkerhetsmessig. SHT er også kritisk til at kurven ikke var skiltet med fareskilt eller markeringsskilt da sikten gjennom kurven var marginal.

SHT er kjent med at det nå er bevilget midler til å gjennomføre tiltak i sideterrenget for å etablere stoppsikt gjennom hele ulykkeskurven. Tiltaket skal i følge Statens vegvesen gjennomføres sommeren 2013. SHT ser positivt på dette tiltaket.

2.4.2 Veiens tilstand

SHT har i flere tidligere rapporter omtalt utfordringer ved å drifte veier på vinterstid. Det er viktig for sikkerheten at trafikantene kan tilbys kjøreforhold med mest mulig jevne og forutsigbare friksjonsforhold. SHT vurderer likevel at våt saltet vei med noe bløt snø og varierende forhold kan være vanskelig å bedømme, og det er viktig at farten tilpasses med en viss sikkerhetsmargin i slike tilfeller.

Både entreprenøren som drifter veistrekningen og Statens vegvesen som byggherre hadde målt friksjonen ned mot 0,19 med sin standardiserte metode på strekningen. Det er imidlertid usikkerhet knyttet til denne verdiens gyldighet på ulykkesstedet blant annet på bakgrunn av målesteder- og tidspunkter samt svakheter i målemetoden ved denne typen føre. SHT vurderer likevel at friksjonsverdiene sannsynligvis var lavere enn 0,3 som er minimumsverdi i driftskontrakten. Dette støttes også av de beregninger som er gjort av Rekon DA knyttet til lastebilens retardasjon etter kollisjonen.

SHT vil også kommentere at våt og delvis saltblandet snøslaps, ved lufttemperatur på ca. 0 °C kan gi spesielle utfordringer. En slik type snøslaps er lett deformbar, men dekkene på et kjøretøy trenger ikke like lett gjennom denne som en ren vannfilm på veibanen. Hjul som delbremses eller påvirkes av sidekraft kan derfor lett få et tynt sjikt av slaps mellom dekk og veibane og miste veigrepet under slike forhold.

På grunn av usikre måleverdier har SHT valgt og ikke gå ytterligere inn i denne problematikken i denne undersøkelsen. Dette er imidlertid et aktuelt tema, og det vises til omtale av betydning av drift og vedlikehold på vinterveier i tidligere utgitt SHT Rapport VEI 2008/02 «Temarapport om tre vinterulykker». Det henvises også til SHT Rapport LUFT 2011/10 «Winteroperations» som omhandler problemstillinger omkring glatte rullebaner på flyplasser vinterstid.

2.5 **Analyse av forhold ved kjøretøyene**

Kjøretøyene som var involvert hadde svært ulik størrelse/vekt. Personbilen ble utsatt for mye energi på kort tid og dette bidro til det store skadeomfanget. SHT vurderer at personbilen ikke kan knyttes til årsakssammenhengen. Kun vogntoget, som er sammensatt av lastebil og tilhenger, vil derfor bli omtalt i analysen. Det er imidlertid ikke avdekket sikkerhetsproblemer ved lastebilen, og videre analyse fokuserer på utfordringene knyttet til denne kjøretøykombinasjonen samt på tilhengerens konstruksjon, tilstand, og oppfølging.

Rekons DAs simulasjoner har ikke gitt klart svar på om tilhengerens framhjul blokkerte før tilhengeren skrenset. Rapporten fra Rekon DA konkluderer med at dersom ABS-funksjonen hadde vært i orden på tilhengerens foraksel, ville tilhengerens skrens ved de mest sannsynlige bevegelser blitt redusert så mye at kollisjonen med personbilen kunne vært unngått.

Med bakgrunn i denne konklusjonen og alle tilgjengelige opplysninger, samt betraktning av kjøretøyenes bevegelser, vurderer SHT at hjulene på tilhengerens fremre aksel mest sannsynlig blokkerte før tilhengeren skrenset. Dette forklares med det faktiske hendelsesforløp, tekniske feil på tilhengerens bremsesystem og at dekkene på tilhengeren var mindre egnet for vinterføre enn lastebilens hjul.

2.5.1 Vogntogets dekkutrusning

Undersøkelsen har vist at lastebilen var utstyrt med dekk som var bedre egnet for vinterføre enn tilhengeren. Førerens opplevelse av veigrepet oppleves først og fremst gjennom lastebilens dekkutrustning, og dette gir signaler til fører om hvilket veigrep som er tilgjengelig. Dersom kjørefarten velges med referanse til opplevelse av lastebilens veigrep, kan dette etter SHTs vurdering medføre at føreren får inntrykk av at vogntogets veigrep er bedre enn det faktisk er, da føreren ikke har «følning» med tilhengeren på samme måte som med lastebilen.

SHT er kjent med at det ikke er uvanlig at vogntog har tilhengere med dekk som har dårligere vinteregenskaper enn lastebilene. Denne ulykken viser at dette forholdet kan påvirke sikkerhetsmarginene i negativ retning ved kjøring på vinterføre.

2.5.2 Tilhengerens konstruksjon

Tilhengertypen, som er mye brukt, er en slepvogn med styrbar fremre aksel, og den er konstruert slik at den har to frie styringsledd som gjør den veldig fleksibel og manøvrerbar. Denne løsningen kan imidlertid, ved sammenfall med andre faktorer, føre til at tilhengeren sklir ut sideveis med forakselen i forhold til lastebilen slik det gjorde i dette tilfellet. SHT vurderer at slepvogner av denne typen er særlig utsatt ved feil med bremsesystemet i kombinasjon med lav friksjon mellom dekk og veibane. Dårligere egenskaper på tilhengerens dekk i forhold til lastebilen vil påvirke ytterligere negativt på sikkerheten. Det må derfor etter SHT vurdering stilles strenge krav til oppfølging av teknisk tilstand på tilhengere som ivaretar sikkerheten på en tilstrekkelig god måte.

2.5.3 Tilhengerens tilstand

Undersøkelsen har avdekket at det var flere sikkerhetskritiske feil og svakheter ved tilhengeren.

2.5.3.1 *Bremsesystem*

Undersøkelsen har vist at bremsene på hengeren var svakere enn på lastebilen og de begynte ikke å virke før styretrykket kom opp i ca. 2 bar. ABS systemet fungerte ikke på noen av tilhengerens aksler og det er avdekket feilkoder på dette systemet.

På fremre aksel skyldtes dette en mekanisk feil på tilhengerens ABS modulator. På bakre aksel var det ingen bremsevirkning, og fordi denne "styrer" ABS systemet for de to bakre akslene vil ikke ABS systemet fungere for disse akslingene heller. Siden dette var mekaniske feil fikk føreren ikke noe varsel om feilene på instrumentbordet. Dette kan ha ført til at hengeren "dyttet" på lastebilen ved oppbremsing og bidro til at tilhengeren skrenset over på venstre side av kjørebanelen.

Dersom det hadde vært elektroniske feil i ABS-systemet ville dette derimot være synlig for føreren gjennom varsellampen på instrumentbordet i lastebilen. Dette varselsystemet var intakt, og fører kunne derfor ha grunn til å tro at tilhengerens bremsesystem var uten feil.

2.5.3.2 *Svingkrans*

Tilhengerens svingkrans hadde slitasjespor på indre og ytre lagerbaner og lagerkulene var også korrodert og fri for smørefett. Det har ikke vært mulig for SHT å undersøke om slitasjen og manglende smøring har påvirket svingebevegelsen. Føreren har uttalt til SHT at han ikke merket noe unormalt med svingkransen og det var heller ingen synlige slitasjemerker mellom indre og ytre lagerbane. Med bakgrunn i disse opplysningene vurderer SHT det som lite sannsynlig at denne mangelen har bidratt til at ulykken skjedde.

2.6 **Oppfølging av sikkerhetskritiske forhold ved transporten**

SHT vil i dette kapitlet omtale hvilke muligheter fører av vogntogets hadde til å avdekke tekniske mangler ved vogntoget, transportfirmaet sine oppfølgingssystemer og den offentlige kjøretøykontrollen og høringsforslag til endring av forskrift om kjøretøyverksteder.

2.6.1 Førers oppfølging av vogntogets tekniske tilstand

Vegtrafikklovens krav til fører om å forsikre seg om at et kjøretøy er i forskriftsmessig og forsvarlig stand før kjøring og i forsvarlig stand under kjøring formidles gjennom læreplanen som regulerer opplæring til erverv av førerrett og yrkestransportgodkjenning.

SHT vurderer at føreren hadde god mulighet til å identifisere de ulike dekkegenskapene på lastebil og tilhenger. Avdekking av lange slaglengder på bremseklokkene på bakre aksel kan etter SHT vurdering ikke gjøres på en enkel måte av fører alene. Dette bør derfor være en del av kontrollpunktene i vedlikeholdssystemet til firmaet.

Undersøkelsen har avdekket at det var mekanisk feil med ABS- modulatorene, og denne feilen ble ikke varslet til fører via varsellampe. SHT vurderer at en mulig metode for å avdekke denne mekaniske mangelen kan være at fører utfører bremsetester slik at ABS systemet slår inn. Dette krever rullende hjul og friksjonsforhold som muliggjør låsing av hjulene, og må eventuelt gjennomføres på et dertil egnet sted.

Det kan heller ikke forventes at andre feil i ABS systemet oppdages av fører før og under kjøring dersom varsellampene ikke aktiveres.

SHT oppfatter at det stilles store krav til fører når det gjelder kontroll av kjøretøyets tilstand før kjøring, og at førers mulighet til å etterleve dette kravet er begrenset.

2.6.2 Transportfirmaets oppfølging av sikkerhetskritiske forhold

Elvrum Transport AS har ekspandert fra å være et lite firma til i dag hvor de disponerer ca. 60 kjøretøyer og har 50 ansatte. De har ansatt egen kvalitetssjef og har et kvalitetssystem som er utarbeidet med basis i NLF's systemhåndbok.

2.6.2.1 *Transportfirmaets oppfølging av førernes hastighetsvalg.*

Prosjektet «På riktig side» er initiert og drevet av NLF og deres medlemsbedrifter. Elvrum Transport AS deltar i prosjektet, og SHT ser positiv på dette. SHT mener likevel at prosjektet ikke er dekkende når det gjelder riktig hastighetsvalg på vinterføre, og at økt oppmerksomhet også på dette temaet vil kunne bidra til bedre sikkerhet.

Hastighetsvalg er en svært viktig føreroppgave og spesielt på vinterstid må hastigheten tilpasses en mulig lavere friksjon og/eller plutselige friksjonsfall. Dette gjelder spesielt på steder med utfordrende veiutforming som for eksempel ved skarp kurvatur, eller krevende fall/stigning.

Utskrift fra lastebilens fartsskriver de siste 40 kilometerne før ulykken viste at vogntoget i store trekk hadde holdt seg innenfor fartsgrensene på denne strekningen, men også at vogntoget har ligget over fartsgrensene på deler av strekningen (vedlegg H). Rekon DA har i sine beregninger konkludert med at skrensen på tilhengeren kunne vært unngått dersom vogntogets hastighet hadde vært redusert med 2,5 km/t, og dette viser at marginene var små.

SHT har i denne undersøkelsen og tidligere undersøkelser påvist at hastighetsvalg påvirker sikkerheten betydelig. Det synes å være et behov for opplæring og fokus på dette innen veitransport. Det vises i denne forbindelse også til SHT Rapport Vei 2009/4 hvor dette er omtalt.

SHT ser positivt på at Elvrum Transport AS nå har satt fokus på dette som bidrag til å redusere mulighetene for ulykker i sitt firma, og anbefaler at NLF viderefører sitt prosjekt til også å gjelde hastighetsvalg vinterstid.

2.6.2.2 *Transportfirmaets systemer for ettersyn, vedlikehold og reparasjon*

Eier eller den som har rådighet over kjøretøyet skal sørge for at dette ikke brukes dersom det ikke er i forsvarlig stand. En god oppfølging av kjøretøyene vil hjelpe føreren til å oppfylle sine plikter, og SHT vurderer at gode rutiner for dette er viktig for sikkerheten.

Elvrum Transport AS har valgt å gjennomføre reparasjon og vedlikehold av flere av kjøretøyene de disponerer ved eget verksted, vesentlig tilhengere. Dette medfører et stort ansvar, og er en krevende oppgave som fordrer både god kompetanse og riktig utstyr.

Til å utføre denne oppgaven hadde de ansatt tre personer. Ingen av disse hadde fagbrev for reparasjon av tunge kjøretøy, og det var varierende og mangelfull praksis med reparasjon av tunge kjøretøy hos disse samlet sett. Firmaets tilgjengelige utstyr og lokaler for reparasjoner har SHT ikke undersøkt.

Firmaet hadde på ulykkestidspunktet et dokumentert system for oppfølging og ettersyn av egne kjøretøy. Oppfølgingssyklusen var utarbeidet på grunnlag av årlig kjørelengde for det enkelte kjøretøy. Tilhengeren som var involvert i ulykken skulle ifølge planen inn tre ganger i året, hvor august var siste oppfølgingstidspunkt. Systemet har imidlertid ikke dokumentert at tilhengeren var inne til ettersyn på disse tidspunktene.

I tillegg til oppfølging gjennom planlagte ettersyn skulle kjøretøyene bli reparert dersom det oppsto feil og mangler utenfor disse tidspunktene. Det er dokumentert at tilhengeren

var inne for å skifte bremseklokke på bakre aksel på eget verksted i mai 2011. Undersøkelsen har vist at bremsevirkningen var for svak og slaglengdene var for lange på bakre aksel på tilhengeren da ulykken skjedde ca. halvt år etter denne reparasjonen.

SHT vurderer at dette burde ha vært avdekket av verkstedet i Elvrum Transport AS uansett om dette skyltes feil ved montering eller manglende vedlikehold eller en kombinasjon av dette. SHT mener at ved skifte av sikkerhetskomponenter er viktig at beskrivelser fra fabrikanten følges slik som beskrevet i kapittel 1.8.4 for at den automatiske bremsenøkkelen skal fungere optimalt.

I tillegg til at bremsene hadde mangler da ulykken skjedde, har undersøkelsen også avdekket at det var brudd i fjærbremsen (parkeringsbremsen) på to av fire bremseklokker.

SHT mener på bakgrunn undersøkelsen at ulykkestilhengeren ikke ble underlagt tilstrekkelig oppfølging og vedlikehold slik bedriftens prosedyrer beskriver.

Etter ulykken har Elvrum Transport AS endret rutinene for periodisk ettersyn både med hensyn til intervall og dokumentasjon. SHT ser positivt på denne endringen.

Den manglende oppfølgingen før ulykken utgjør etter SHTs vurdering et sikkerhetsproblem. Ansvar som følger med reparasjon og vedlikehold av egne kjøretøy krever at firmaet har gode oppfølgingsrutiner, at personell har nødvendig kompetanse, og at verksted er tilstrekkelig utstyrt slik at utførte reparasjoner gjennomføres på en faglig og sikkerhetsmessig tilfredsstillende måte.

SHT fremmer en sikkerhetstilråding knyttet til dette.

2.6.3 Oppfølging gjennom periodisk kjøretøykontroll og utekontroll

Periodisk kontroll utført i mars 2011 påviste at bremsevirkningen på tilhengeren lå under forskriftskravet. Dette ble utbedret og godkjent i april. Kontrollen av hengeren etter ulykken og åtte måneder etter siste godkjenning, viste at det igjen var for svak bremsevirkning på tilhengeren og at det i tillegg var feil med ABS systemet.

Undersøkelsen har vist at det til tross for godkjenningen i april var avgjørende feil på bremseanlegget, og at antiblokkeringssystemet (ABS) ikke fungerte på ulykkestidspunktet. Undersøkelsen har også avdekket saltpartikler innvendig i en viktig ABS komponent. En periodisk kontroll utført etter gjeldende kontrollveiledning vil kunne avdekke en slik feil. Endringen som er foreslått i kontrollveiledningen med virkning fra 1. januar 2015 vil derimot ikke alltid avdekke en slik mekanisk feil. Dette mener SHT er uheldig.

En utekontroll av bremsesystemet etter gjeldende veiledning ville nødvendigvis heller ikke avdekket den mekaniske feilen med ABS modulatorene. En eventuell endring i kontrollveiledningen for periodisk kjøretøykontroll som trer i kraft 1. januar 2015 endrer ikke dette forholdet.

Med bakgrunn i opplysningen over, tidligere undersøkelser og påvist feilprosent med bremsevirkning ved kontroller, mener SHT at Statens vegvesen bør vurdere tidsintervallene av periodisk kontroll av bremsesystem på tunge tilhengere inkludert ABS systemet. Undersøkelsen har vist at en hyppigere kontroll av bremses på tilhengere kunne

ha avdekket de påviste feilene som bidro til ulykken. SHT er også kjent med at dette tidligere har vært diskutert hos Statens vegvesen.

SHT fremmer en sikkerhetstilråding innenfor dette området.

2.6.3.1 *Krav til verksteder som utfører reparasjon av kjøretøy*

Krav til verksteder som reparerer kjøretøy er regulert i forskrift om kjøretøyverksteder. Her blir det i tillegg til utstyrskrav satt krav til kompetanse for leder, nestleder og de som skal reparere kjøretøy. Når det gjelder reparasjon av egne kjøretøy (også for firmaer) er det gjort unntak for alle krav i forskriften.

Vegdirektoratet har sendt ut forslag til endring av forskrift om kjøretøyverksteder. Her foreslår de blant annet å sette samme kompetanse- og gjennomføringkrav både for de som er underlagt forskriftene og de reparerer etter unntaksbestemmelsene.

SHT ser positivt på de kompetanse- og gjennomføringskravene som er foreslått i den utsendte endringsforskriften. Dette kan etter SHTs oppfatning øke kvaliteten på det arbeidet som utføres etter unntaksbestemmelsene i forskriftene.

2.6.3.2 *Oppfølging av ABS system ved reparasjoner*

MoRek AS har forklart til SHT at i andre tilfeller har ABS sensorer mellom hjul og styreenhet vært feilkoblet. Dette fanges ikke opp ved at ABS lampen gir signal, og medfører at ABS systemet ikke fungerer slik det skal. I tillegg påviste MoRek AS at systemet var heftet med feilkoder.

SHT har fått opplyst fra Statens vegvesen at det blant annet i Tyskland kreves at reparasjoner på ABS-systemet dokumenteres.

Med bakgrunn i opplysninger mottatt i undersøkelsen om muligheter for feilkoblinger og mekaniske feil ved reparasjoner, mener SHT at en dokumentert kontroll av hele ABS-systemet knyttet til reparasjoner også vil være et viktig bidrag for bedret sikkerhet.

3. KONKLUSJON

Undersøkelsen viste at veiens utforming og tilstand gav trafikantene svært liten sikkerhetsmargin, og valgt hastighetsnivå i kombinasjon med bremsing gav store utslag. Likeledes er det påvist at vogntoget hadde ulike dekkegenskaper på lastebil og tilhenger i tillegg til at tilhengerens bremses hadde tekniske mangler som føreren ikke hadde kjennskap til. Ulykken må derfor forklares med brist i samspillet mellom veiens utforming og tilstand, vogntogførerens adferd, samt kjøretøyenes egenskaper.

3.1 Operative og tekniske faktorer

- Fører hadde disponert det aktuelle vogntoget i ca. tre uker før ulykken og han fikk beskjed av arbeidsgiver om at dette var i god teknisk stand.
- Fartsskriverdata fra de siste 40 kilometerne før ulykken viste at vogntoget i store trekk hadde holdt seg innenfor fartsgrensene på denne strekningen, men også at vogntoget har ligget over fartsgrensene på deler av strekningen.
- Fartsskriverdata viste at hastigheten til vogntoget var noe over 80 km/t på rettstrekningen rett før ulykkesstedet, ca. 70 km/t før ulykkeskurven, og litt over 60 km/t i kollisjonsøyeblikket.
- Tilhengeren hadde noe dårligere dekkutrustning enn lastebilen, og føreren valgte hastighet med referanse til opplevelsen av lastebilens veigrep. Alle dekkene var innenfor forskriftenes krav til mønsterdybde.
- Bremsene på tilhengeren var svakere enn på lastebilen og de begynte ikke å virke før styretrykket kom opp i ca. 2 bar. ABS systemet fungerte ikke på tilhengerens aksler.
- De mekaniske feilene på tilhengerens bremsesystem var ikke synlig for føreren gjennom varsellampen på instrumentbordet i lastebilen. Dette varselsystemet var intakt og fører kunne derfor ha grunn til å tro at tilhengerens bremsesystem var uten feil.
- Det er usikkerhet med hensyn til friksjonsforholdene da det ikke ble foretatt friksjonsmålinger på ulykkesstedet nært tidspunktet da ulykken skjedde. Basert på tilgjengelige friksjonsmålinger, utførte beregninger og observasjoner på ulykkesstedet er friksjonen vurdert til å ha ligget under 0,3.

3.2 Bakenforliggende faktorer

- Elvrum Transport AS deltar i prosjektet «På riktig side» som er initiert og drevet av NLF og deres medlemsbedrifter. SHT mener at prosjektet ikke er dekkende når det gjelder riktig hastighetsvalg på vinterføre.
- Verkstedet hadde ikke avdekket feil ved ABS systemet eller manglende bremsevirkning på bakre aksel på tilhenger. SHT vurderer at firmaets oppfølging av egne kjøretøy har vært mangelfull, og at dette utgjør et sikkerhetsproblem.

- Elverum Transport AS sitt verksted driftes etter unntaksregelen i forskrift om kjøretøyverksteder.
- Vegdirektoratet har sendt ut forslag til endring av forskrift om kjøretøyverksteder hvor det foreslås samme kompetanse- og gjennomføringkrav både for de som er underlagt forskriftene og de som reparerer etter unntaksbestemmelsene. SHT ser positivt på det.
- Periodisk kontroll utført i mars 2011 påviste at bremsevirkningen på tilhengeren lå under forskriftskravet. Dette ble utbedret og godkjent i april. Kontrollen av tilhengeren etter ulykken og åtte måneder etter siste godkjenning, viste at det igjen var for svak bremsevirkning på denne og at det i tillegg var feil med ABS systemet.
- En utekontroll av bremsesystemet etter gjeldene utekontrollveiledning ville nødvendigvis heller ikke avdekket den mekaniske feilen med ABS modulatorene.
- Undersøkelsen har vist at en hyppigere kontroll av bremsene på tilhengere kunne ha avdekket de påviste feilene som bidro til ulykken.
- I forbindelse med den årlige periodiske kjøretøykontrollen ble det påvist at på tilhengere over 7,5 tonn var det 7201 kjøretøyer (35,7 %) som hadde mangel på bremsevirkning.

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.¹⁴

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2013/06T

Elvrum Transport AS har valgt å gjennomføre reparasjon og vedlikehold av flere av kjøretøyene de disponerer ved eget verksted, vesentlig tilhengere. Dette medfører et stort ansvar, er en krevende oppgave som fordrer både god kompetanse og riktig utstyr. Statens havarikommisjon for transport mener på bakgrunn av funn i undersøkelsen at ulykkestilhengeren ikke ble underlagt tilstrekkelig oppfølging og vedlikehold slik bedriftens prosedyrer beskriver.

Statens havarikommisjon for transport tilrår at Elvrum Transport AS forbedrer sin oppfølging og utførelse av vedlikehold og reparasjon på egne kjøretøyer.

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2013/07T

Undersøkelse av tilhengeren etter ulykken og åtte måneder etter siste godkjenning for periodisk kontroll viste at det var for svak bremsvirkning på tilhengeren og at det var mekanisk feil med ABS systemet. Statens havarikommisjon for transport vurderer at det må stilles strenge krav til oppfølging av teknisk tilstand på tilhengere slik at sikkerheten ivaretas på en tilstrekkelig god måte. Undersøkelsen har vist at en hyppigere kontroll av bremses på tilhengere kunne ha avdekket de påviste feilene som bidro til ulykken.

Statens havarikommisjon for transport tilrår at Statens vegvesen vurderer kontrollhyppigheten ved periodisk kontroll av bremsesystem på tunge tilhengere.

Statens havarikommisjon for transport

Lillestrøm, 25. september 2013

¹⁴ 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 vegvesen (2011) Stamnettutredning riksvegnettet, rapport nr. 14

VEDLEGG

Vedlegg A: Safety Recommendations (English translation)

Vedlegg B: Rapport fra Rekon DA

Vedlegg C: Systembeskrivelse av ABS systemet fra Wabco

Vedlegg D: Diagnoseprotokoll over ABS-Systemets feilkoder på tilhenger.

Vedlegg E: Oversikt over smøre- og vedlikeholdsarbeid på en type tilhengeraksel fra BPW.

Vedlegg F: Resultat fra analyse av data fra digital fartsskriver.

Vedlegg G: Service skjema for vedlikehold av tilhengere fra Elvrum Transport AS.

Vedlegg H: Diagram som viser speedometerhastighet og fartsgrenser fra Statens vegvesen.

Vedlegg A – Safety recommendations (English translation)

Safety recommendation ROAD No. 2013/06T

Elvrum Transport AS has chosen to repair and maintain several of the vehicles in their fleet at their own garage, mostly trailers. This entails a great responsibility and is a demanding task requiring both good expertise and the right equipment. Based on the findings from the investigation, the AIBN believes that the trailer involved in the accident was not followed up and maintained as described in the company's procedures.

The AIBN recommends that Elvrum Transport AS improves its follow-up and execution of maintenance and repairs on its own vehicles.

Safety recommendation ROAD No. 2013/07T

The investigation of the trailer after the accident, eight months after the last approval in a scheduled inspection, showed that the brake effect was too weak and that there was a mechanical error in the ABS system. The investigation has shown that more frequent inspection of trailer brakes could have uncovered the errors that contributed to the accident.

The AIBN recommends that the Norwegian Public Roads Administration considers the frequency of scheduled inspections of brake systems on heavy trailers.



Ingeniørfirmaet

REKON DA

Utredning av trafikkkulykker

www.rekon-da.no

SHT
Postboks 213
2001 Lillestrøm

C.J. Hambros
plass 5
0164 Oslo

Postboks 2665
0203 Oslo

Oslo, 06.05.2013

Org.nr. 976 480 031

Deres ref.: Ulykke på E39 ved Vinjeøra 12.12.2011
Vår ref.: EA1115

Erik Aanerud
Mobil+4790551945
aanerud@rekon-da.no

Henrik Nesmark
Mobil+ 47 900 12 044
nesmark@rekon-
da.no

1. Oppdrag

Det vises til Deres henvendelse i saken hvor vi er gitt følgende oppdrag:
På bakgrunn av skisse, tilgjengelige bilder, friksjonsmålinger, samt øvrige
grunnlagsdata fra politi og Statens vegvesen og SHT:

1. Å rekonstruere vogntogets bevegelser før kollisjonen som bidrag til å peke på hvilke årsaksfaktorer som har vært medvirkende til hendelsesforløpet. Spesielt viktig er tilhengerens bevegelser.
2. Å simulere/beregne kritisk hastighet for vogntoget i kurven hvor ulykken skjedde med aktuell vekt med aktuelle friksjonsforhold.
3. Å simulere/beregne kritisk hastighet for vogntoget i kurven hvor ulykken skjedde med aktuell vekt med friksjonskoeffisient mellom vogntogets hjul og underlaget på 0,3.

2. Registreringer

2.1. Geometri og aksellaster

Det er valgt å rekonstruere vogntogets bevegelser med boggiakselen på bilen løftet og med den løftbare akselen (aksel nr. 2) på tilhengeren nede basert på opplysninger fra SHT.

Det er brukt lengder på vogntoget som vist i illustrasjon 1.

Beskrivelse av avstand	Avstand meter
Overheng foran lastebil	1,59
Foraksel-drivaksel lastebil	4,9
Drivaksel-tilhengerfeste lastebil	2,71
Overheng foran tilhenger	0,82
Tilhengerfeste-1. aksel tilhenger	3,4
1. akselavstand tilhenger	4,22
2. akselavstand tilhenger	1,81

Illustrasjon 1

Vi har fått oppgitt aktuelle vekter som vist i illustrasjon 2, kolonne 2. Ved å senke 2. aksel beregner Scan-Crash aksellaster som vist i kolonne 3. Disse siste lastene er brukt i simulasjonene/beregningene.

Aksel	Aktuell aksellast 2. aksel henger oppe kg	Aktuell aksellast 2. aksel henger nede kg
Foraksel bil	9460	9460
Drivaksel bil	10200	10200
Foraksel tilhenger	3900	2994
2. aksel tilhenger	0	3003
3. aksel tilhenger	5100	3003

Illustrasjon 2

Personbilens vekt er satt til egenvekten på 1656 kg pluss total aktuell last på 350 kg.

2.2. Ulykkesstedet

Beskrivelser av punkter, avstander og bevegelser under er gjort i forhold til vogntogets bevegelsesretning.

Det legges til grunn at avmerket 0-punkt på skissene fra ulykkesstedet tilsvarer et punkt på vegen rett ut for skilt (med tekst "Genbank for vill laks") på venstre side av vegen rett før parkeringsplass/avkjøring til vannet nedenfor på flyfoto over området.

Det ble funnet et tydelig rødt merke i asfalten 150 meter før 0-punktet, 3,9 meter til venstre for høyre kantlinje. Analyse av lakken i merket viser at den ikke stammer fra tilhengerens drag. Vi har allikevel lagt til grunn at merket er avsatt ved denne ulykken og som følge av kollisjonen mellom personbilen og tilhengeren. Dette betyr at kollisjonen må ha skjedd ved merket eller tidligere. Vi legger til grunn at kollisjonen har skjedd med tilhengerdraget tilnærmet rett over merket.

Motordeksel og hjulkapsel fra personbilen ble funnet 15 – 18 meter lengre fram enn det røde merket i vegen. Det ansees som svært lite sannsynlig at disse delene har beveget seg mot vogntogets bevegelsesretning etter kollisjonen. Dette betyr at dersom det røde merket ikke er avsatt ved denne hendelsen, må kollisjonen ha skjedd senest 132 meter før 0-punktet.

Det legges videre til grunn at lastebilens front stoppet på vegen 50,3 meter fra 0-merket.

Bevegelsene rekonstrueres på en 3D-veg med horisontalkurvatur konstruert etter flyfoto over området, ingen helling i lengderetning og overhøyde som gitt i mål gjengitt i illustrasjon 3.

Avstand fra 0-punkt meter	Høydeforskjel på 2,5 meter meter
150	0,19
160	0,17
170	0,18
180	0,16
190	0,11
200	0,07
210	0,025
220	0,04
230	0,05
240	0,045
250	0,025

Illustrasjon 3

Det er valgt å legge inn verdier som tilsvarer de målte over hele kjørebanelens bredde og å redusere overhøyden mot 0 over en rimelig strekning på begge sider av det målte området. Vegbredden er satt til 5,3 meter mellom kantlinjene.

2.3. Kollisjonsposisjon

Både politiet og vegvesenet har stilt opp kjøretøyene for å angi sannsynlig kollisjonsposisjon ut fra deres vurderinger av skadene.

Illustrasjon 4 viser et av politiets bilder tatt for å illustrere deres oppfatning av kollisjonsposisjonene og illustrasjon 5 et tilsvarende bilde fra vegvesenet.



Illustrasjon 4



Illustrasjon 5

Det er vår oppfatning at det er vanskelig å definere vinkelen på tilhengerens drag i kollisjonsøyeblikket nøyaktig ut fra skadene da selv små usikkerheter i de aktuelle mål på skadene sidevegs på personbilen medfører relativt store endringer i vinkelen på draget ved de store vinklene det her er snakk om.

Illustrasjon 6 viser situasjonen vist i ill. 4 tatt fra foran tilhengeren med personbilen fjernet.



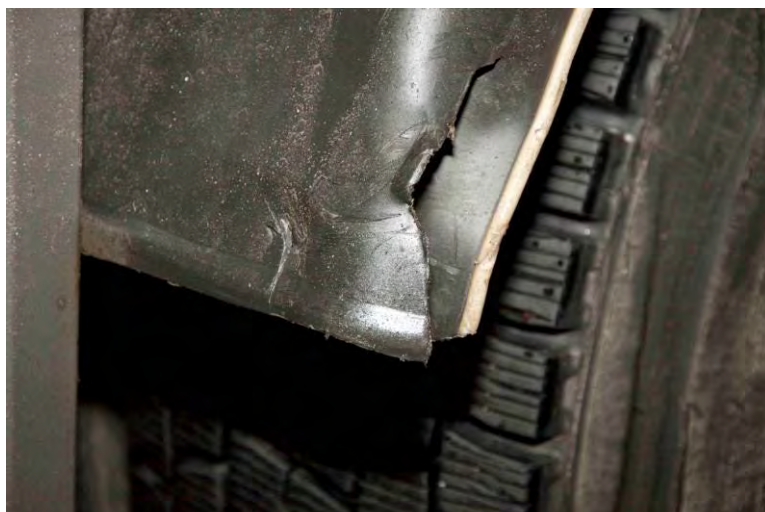
Illustrasjon 6. Det er funnet merker som stammer fra personbilen; et er på containeren 1,01 m fra venstre side og et på tilhengerens ramme 1,15 inn mot midten fra containerens venstre side.

2.4 Skader på lastebilen

Illustrasjon 7 – 12 viser merker på lastebilens venstre side.



Illustrasjon 7



Illustrasjon 8



Illustrasjon 9



Illustrasjon 10



Illustrasjon 11



Illustrasjon 12

2.5. Skader på tilhengeren

Illustrasjon 13 – 19 viser skader på tilhengerens svingkrans.



Illustrasjon 13



Illustrasjon 14



Illustrasjon 15



Illustrasjon 16



Illustrasjon 17



Illustrasjon 18



Illustrasjon 19

2.6. Vogntogets brems

Det legges til grunn at det ikke var noe brems på tilhengerens bakre aksel og at ABS-systemet var defekt på tilhengeren.

Vogntogets brems er testet i rulleprøver med 2. aksel på tilhengeren løftet. Disse prøvene ga resultater som vist i illustrasjon 20 og 21.

Bremsetest lastebil						
Styretrykk bar	Målte bremsekrefter (kp) og avbremsing (%)					
	Foraksel	Avbr. %	Drivaksel	Avbr. %	Sum	Avbr. %
1	290	3	850	8	1140	6
1,5	850	9	1300	13	2150	11
2	1300	14	1900	19	3200	16
2,5	1750	18	2450	24	4200	21
3	2450	26	3000	29	5450	28
3,2	2600	27				
3,8			3800	37		

Illustrasjon 20

Bremsetest tilhenger							
Styretrykk bar	Klokketrykk bar	Målte bremsekrefter (kp) og avbremsing (%)					
		1. aksel	Avbr. %	3. aksel	Avbr. %	Sum	Avbr. %
1	0		0	0	0	0	0
1,5	0		0	0	0	0	0
2	0,8	560	14	0	0	560	6
2,5	1,1	820	21	0	0	820	9
3	2,3	1450	37	0	0	1450	16
3,5	2,5	2000	51	0	0	2000	22

Illustrasjon 21

De bremsekraftfordelingene i forhold til styretrykk som er vist i tabellene, brukes i simulasjonene/beregningene.

Andre aksel på tilhengeren ble ikke testet i bremseprøveren da den var slått skjev. Det legges i simulasjonene/beregningene til grunn samme bremseprosent i forhold til utstyrt trykk på denne akselen som på forakselen på tilhengeren.

2.7. Lastebilens hastighet

Vegvesenet har tatt utskrift og tolket fartsskriverregistreringene på lastebilen ut fra registreringene foretatt med frekvens 1 Hz.

I tillegg er det innhentet utskrift av registreringene som er foretatt med frekvens 4 Hz. Vi velger å legge disse til grunn for vurderingene av lastebilens hastighetsutvikling.

Fartsskriveren viste litt for lav hastighet som følge av at det satt dekk med noe større rulleomkrets på drivhjulene enn skriveren var kalibrert med. Dette er tatt hensyn til ved de brukte utskriftene.

Illustrasjon 22 viser utskriften av beregnet hastighet og akselerasjon i forhold til tiden og illustrasjon 23 viser de tilsvarende verdier i forhold til beregnet distanse.

Diagrammene viser:

Fra 19.16.58.50:

Konstant hastighet; ingen retardasjon

Fra 19.16.58.50 til 19.17.06.75:

Pulserende retardasjon mellom 0 og $1,14 \text{ m/s}^2$ med et tidsrom mellom 19.17.02.25 og 19.17.04.25 med pulsering mellom $1,14 \text{ m/s}^2$ og $2,28 \text{ m/s}^2$

19.17.07.00:

Kraftig retardasjon på $12,52 \text{ m/s}^2$ i 0,25 sekund

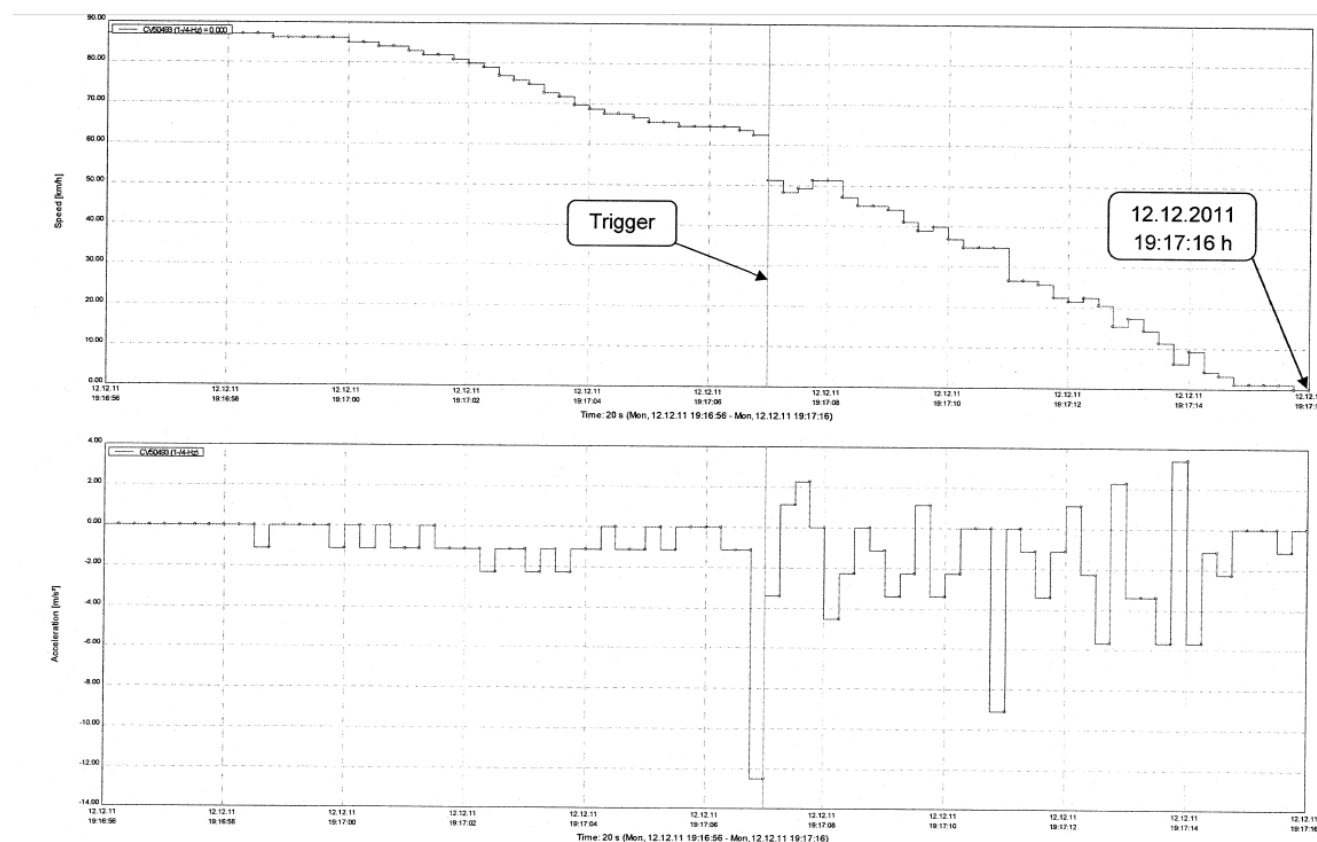
Fra 19.17.07.00 til 19.17.13.75:

Pulserende retardasjon mellom ca. -6 og ca. $+2 \text{ m/s}^2$ med en verdi på -9 m/s^2

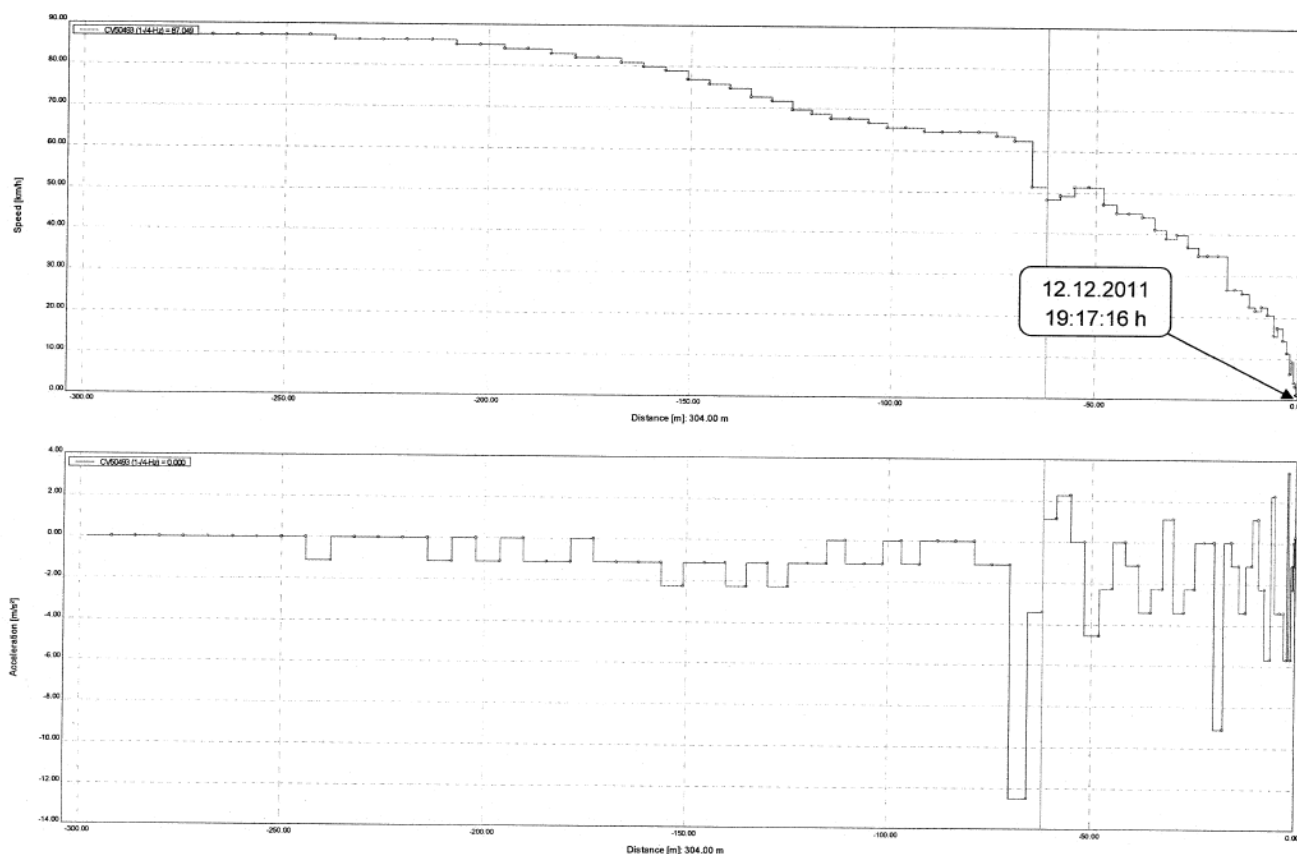
Fra 19.17.13.75 til 19.17.16.00:

Registrert hastighet under 10 km/h , noe raskere pulsering.

Avstanden fra triggerpunktet (det punktet der akselerasjonen beregnes til over $3,5 \text{ m/s}^2$ og dermed setter i gang 4 Hz registreringen) til sluttposisjonen er beregnet til 65,6 meter.



Illustrasjon 22



Illustrasjon 23

2.8. Friksjonsforhold

Politiet har beskrevet at vegen var delvis snø og isbelagt. Det var god sikt og opphold og det var plussgrader.

Det ble kjørt friksjonsprøver på den aktuelle vegen om morgenen på ulykkesdagen (ulykken skjedde ca. kl. 1917) og etter ulykken. I tillegg ble det kjørt retardasjonsprøver med vegvesenets tjenestebil kl. 0230 dagen etter ulykken.

Prøvene ga følgende resultater:

- Friksjonsmåling på morgenen samme dag som ulykken kjørt i motsatt retning av vogntogets kjøreretning: Gjennomsnitt friksjonskoeffisient 0,28. Ved rødmerket (km. 5,37) friksjonskoeffisient 0,23 – 0,27 med laveste verdi 10 – 15 meter før rødmerket
- Friksjonsmåling ca. 2 timer etter ulykken kjørt i samme retning som vogntogets kjøreretning men med avslutning ca. 500 meter før ulykkesstedet: Gjennomsnitt friksjonskoeffisient på målt strekning: 0,31.
- Retardasjonsprøve etter ulykken med tjenestebil, gjennomsnitt av 3 målinger: Friksjonskoeffisient 0,42.

Vegvesenet har oppsummert dekkutrustningen på vogntoget på følgende måte:

Lastebilen: Vi anser dekkutrustningen til å ha gode vinteregenskaper

Tilhengeren: Dekkenes beskaffenhet var ikke optimale med hensyn til veggrep

3. Vurderinger og beregninger

3.1. Antatt hendelsesforløp ved sammenstøtet mellom personbilen og tilhengeren

Det legges ut fra bildene og beskrivelsene til grunn at personbilens side har slått bort i lastebilens side etter første kollisjon med tilhengeren og forårsaket skadene/merkene vist i ill. 9 – 12 og muligens også skadene vist i ill. 7 og 8.

Det legges videre til grunn at tilhengerens foraksel har skrenset så mye at ytre begrensning på tilhengeren har vært minst 1,15 meter lengre til venstre enn lastebilens venstre begrensning i kollisjonsøyeblikket.

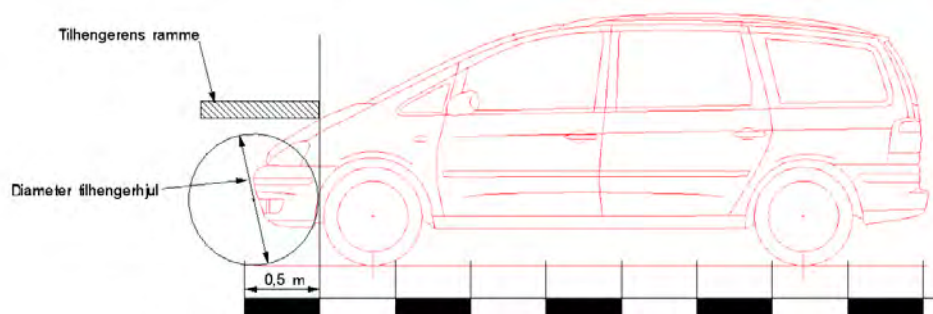
Illustrasjon 24 og 25 viser antatte posisjoner i to faser av kollisjonsforløpet mellom tilhengeren og personbilen og illustrasjon 26 viser antatte høydeforhold mellom personbilen og tilhengeren.



Illustrasjon 24



Illustrasjon 25



Illustrasjon 26

Tilhengerens ramme er i illustrasjonene plassert med underkanten 1 meter over bakken. Illustrasjonene over viser at personbilens front må ha blitt deformert mye av tilhengerens venstre forhjul og understellet som forakselen er festet til, før tilhengerens hovedramme traff bilen. Dette vil forsterkes med last i bilen, høyere posisjon på tilhengerens ramme enn antatt og større vinkel enn i ill. 24 – 25 (her vist ca. 55 grader) på tilhengerens drag i forhold til tilhengeren.

Det betyr at langt den største delen av summen av kollisjonskreftene mellom tilhengeren og personbilen må ha vært tatt opp av understellet foran på tilhengeren.

Kreftene mellom tilhengerens understell og tilhengerens ramme blir overført gjennom kuler som beveger seg i en kulebane som er definert av ytre kulebane festet til understellet og indre kulebane festet til rammen.

Illustrasjon 13 – 17 viser ytre kulebane på understellet. Denne er røket på et sted på omtrent 300 grader (0 grader definert som rett forover, positiv gradretning mot høyre om vertikalaksen sett ovenfra). Den løse delen bak bruddet er bøyet utover og bakover fra et sted på ca. 150

grader. Den løse enden foran bruddet synes å være bøyd noe oppover til omtrent 360 grader. Det synes en kraftig deformasjon av øvre del av kulebanen ved ca. 160 grader. Deformasjonen tyder på kraftretning utenfra på skrå mot venstre sett i forhold til dragets retning. Kulebanen synes å være festet til understellet mellom ca. 0 og ca. 90 grader.

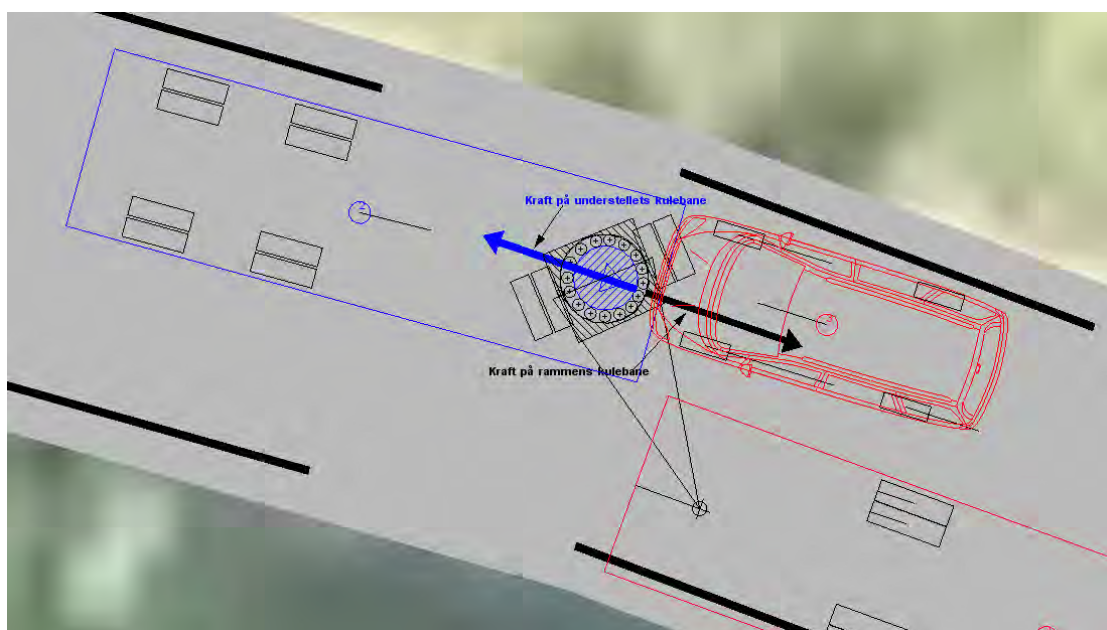
Festet for kulebanen til tilhengerens ramme (ill. 18 og 19) synes å vise deformasjoner ved ca. 0 grader som er forenlige med at den har vært utsatt for krefter nedover/bakover.

Den vesentligste delen av kollisjonskreftene vil forårsake krefter i kulebanen mellom ramme og understell som vil føre til bevegelse forover av rammen i forhold til understellet om kulebanen ryker.

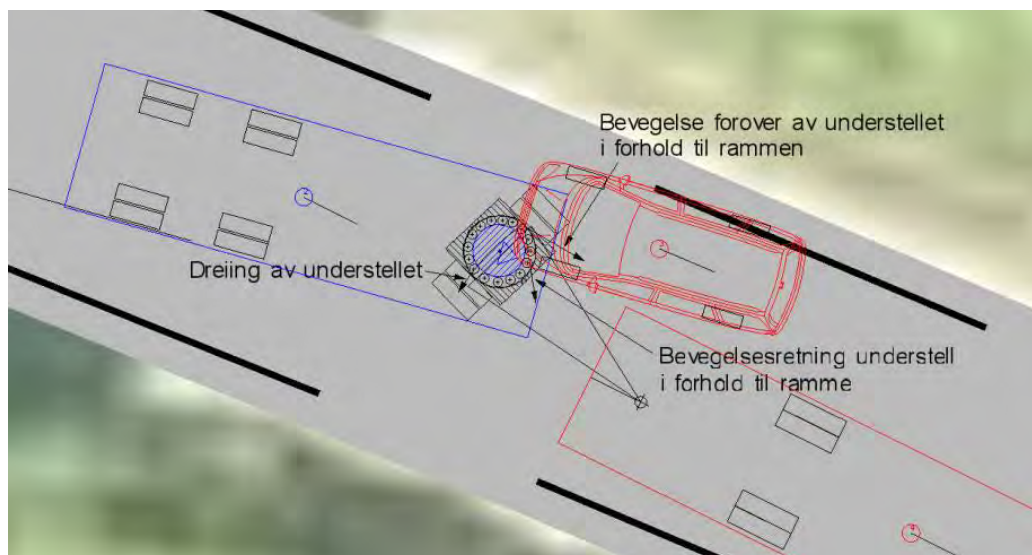
Deformasjonene mellom den øvre delen av kulebanen og rammen kan ha oppstått som følge av disse kreftene. Det synes ingen merker/skader som indikerer at indre kulebane (på rammen) på noe tidspunkt i bevegelsene har vært vesentlig lengre fram enn ytre kulebane (på understellet).

Bøyningen utover av venstre del av nedre kulebane og deformasjonene innover bak på høyre side av nedre kulebane kan være forenlig med at rammen med øvre kulebane har beveget seg bakover og mot venstre i forhold til understellet. Dette kan ha skjedd etter første sammenstøt mellom personbilen og tilhengeren ved at understellet/draget dreiet kraftig fra en positiv vinkel (det vil si draget mot høyre) på 55+ grader i forhold til tilhengerens ramme til en betydelig negativ vinkel (det vil si draget mot høyre) samtidig som rammen beveget seg bakover i forhold til understellet.

Dette mulige hendelsesforløpet er vist skjematisk i illustrasjon 27 og 28. Det understrekes at illustrasjonene representerer bare en visualisering av forklaringene over og er ikke resultat av konkrete simulasjoner. Overdekningen mellom personbilen og tilhengeren er valgt ut fra skadene på personbilen forårsaket av tilhengerens venstre forhjul og merkene på tilhengeren fra personbilen. Skadene i høyre del av personbilen i området ved A-stolpen har mest sannsynlig oppstått i en senere fase av hendelsesforløpet (ved at personbilen roterer mot urviseren om vertikalaksen slik at venstre del av tilhengerens front forårsaker disse skadene) og er derfor sett bort fra ved vurderingene av sannsynlig overdekning.



Illustrasjon 27



Illustrasjon 28

Det legges ut fra dette til grunn i den videre analysen at bruddet i understellets kulebane oppstod ved det første sammenstøtet mellom tilhengeren og personbilen, at rammen ikke beveget seg vesentlig framover som følge av sammenstøtet og at understellet skilte lag med rammen i en senere fase av hendelsesforløpet.

3.2. Tolkning av fartsskriverregistreringene

Hastighetsavlesningen viser rotasjonshastigheten til utgående aksel fra girkassen omberegnet til bilens hastighet ut fra utvekslingsforholdet mellom akselen og drivhjulene og hjulenes rulleomkrets.

Ved fritt rullende hjul gir avlesningen bilens hastighet direkte.

Den akselerasjon som vises er beregnet akselerasjon som forskjellen i registrert hastighet mellom to påfølgende tidsintervaller dividert med tidsintervallet (i dette tilfellet 0,25 sekunder)

Ved bremsede hjul får vi:

1. Bremsing med konstant slipp-prosent: Avlest hastighet vil være slipp-prosenten lavere enn virkelig hastighet på bilen.
2. Bremsing med pulserende slipp (ABS-funksjon): Hastighetsavlesningen gir et uttrykk for drivhjulenes endringer i rotasjonshastighet. Hvorvidt dette gir et pålitelig uttrykk for bilens hastighet avhenger av frekvensen på pulseringene og slippverdiene som ABSen opererer innenfor.

Registreringene av hastighet avrundes til hele km/h. Dette betyr at beregnet akselerasjon oppgis i intervaller på $1,14 \text{ m/s}^2$ (når tidsintervallet er 0,25 sekunder; med tidsintervall på 1 sekund blir tilsvarende intervall på akselerasjonen $0,29 \text{ m/s}^2$)

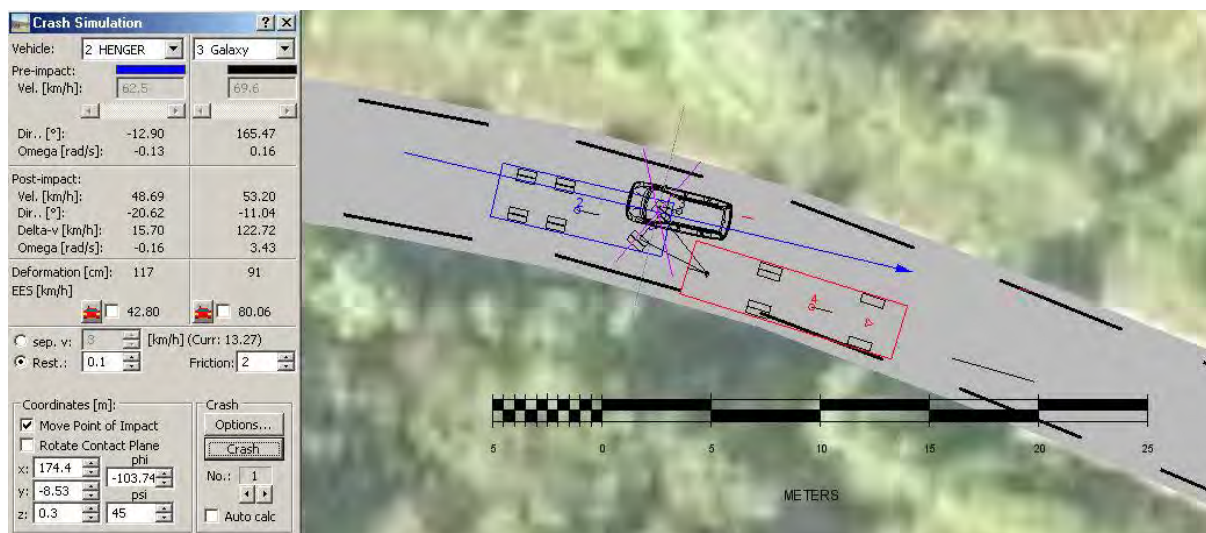
Svingningene i retardasjon fra 19.17.06.75 må skyldes varierende hjulhastighet grunnet bremsing hvor ABS-funksjonen på drivhjulene er koblet inn.

Retardasjonsverdiene fram til 19.17.06.75 er små med rask ”pulsering”. Forskjellene i hastighet i hvert enkelt trinn tilsvarer forskjell i rotasjonshastigheten på hjulene på mellom 1 og 1,5 %. Det legges til grunn at det her er rullende drivhjul som har vært bremsset noe, men uten at ABS-funksjonen er koblet inn.

3.3. Lastebilens hastighetsreduksjon som følge av kollisjonen

Det er foretatt simulasjoner av kollisjonen mellom personbilen og tilhengeren med sannsynlig kollisjonshastighet på lastebilen på ca. 62 km/h, sannsynlig grad av skrens på tilhengeren (utslag i forhold til lastebilen på 1,5 – 2 meter) og kollisjonshastighet på personbilen

varierende fra 50 til 70 km/h. Det er ut fra pkt. 3.1 over valgt å la tilhengeren ta fullt del i kollisjonen ved at understellet separeres fra rammen først etter kollisjonen. Illustrasjon 29 viser kollisjonsposisjonene og kollisjonsparametrene ved kollisjonshastighet 70 km/h på personbilen.



Illustrasjon 29

Simulasjonene viser hastighetsendring på lastebilen som følge av kollisjonen på mellom ca. 4 og ca. 6 km/h.

3.4. Vurdering av kollisjonssted i forhold til fartsskriverregistreringene

Det legges i den videre analysen til grunn at kollisjonen skjer når tilhengerens drag er omtrent rett over det røde merket i asfalten. Dette betyr at lastebilens drivhjul har vært ca. 89 meter fra stopp-posisjonen i kollisjonsøyeblikket.

Fartsskriveren har registrert bilens hastighet (i form av drivhjulenes rotasjonshastighet) for hvert 0,25 sekund. Det kan ikke utelukkes at kollisjonen og dermed hastighetsreduksjonen på lastebilen som følge av kollisjonen, skjer i overgangen mellom en 0,25 sekunds fase og neste og at hastighetsreduksjonen som følge av kollisjonen derfor vises på to følgende hastighetsutskrifter.

Hastighetsutskriften viser hastighetsreduksjon mellom to følgende utskrifter på mer enn 4 km/h som vist i illustrasjon 30. Illustrasjonen viser også hvor stort gjennomsnitt slipp som drivhjulene må ha hatt dersom kollisjonen har skjedd på det enkelte av disse tidspunktene.

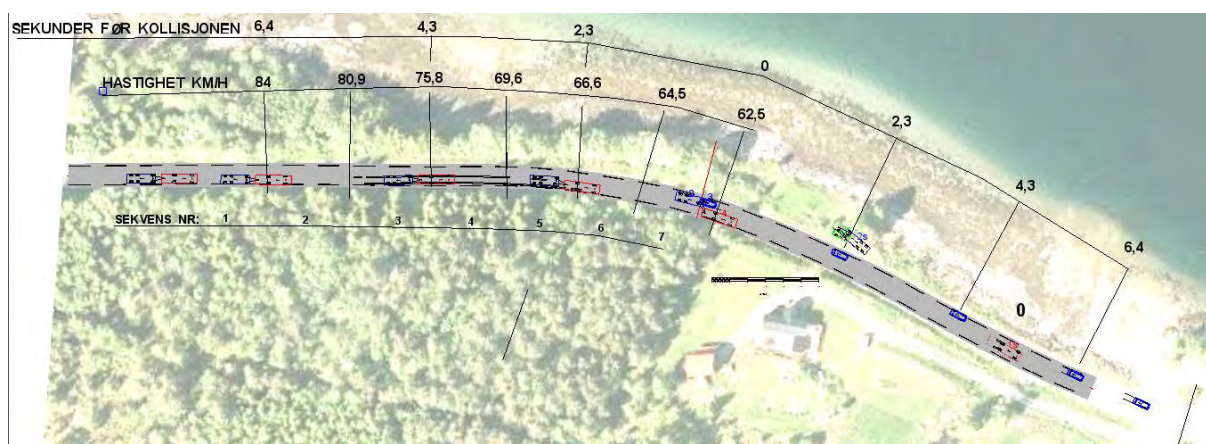
Tid for start hastighetsreduksjon	Hastighetsreduksjon (km/h)	Registrert avstand til stopp (m)	Nødvendig slipp drivhjul (%)
19.17.06.75	12,3	65,6	36
19.17.08.00	6,1	51,7	72
19.17.09.00	5,1	38,6	131
19.17.09.75	5,1	30	197
19.17.10.50	8,2	22,3	299
19.17.11.25	4,1	15,6	471
19.17.12.50	5,1	7,3	1119

Illustrasjon 30

Det vurderes som mest sannsynlig at kollisjonen har skjedd ved tid 19.17.06.75 og at den kraftige avleste hastighetsreduksjonen her består i hastighetsreduksjonen som følge av kollisjonen pluss effekten av at drivhjulene her låses slik at ABSen kobles inn. Dette legges til grunn i den videre analysen.

3.5. Vogntogets hastighetsutvikling fram til kollisjonen

Illustrasjon 31 viser vogntogets hastighetsutvikling fram til kollisjonen. Illustrasjonen viser også mulige posisjoner på personbilen i forhold til vogntoget med antatt konstant hastighet på 63 km/h på personbilen fram til kollisjonen.



Illustrasjon 31: Viser vogntogets hastighetsutvikling fram til kollisjonen og posisjonene på vogntoget og personbilen (ved konstant hastighet 63 km/h) ved forskjellige tidspunkter før kollisjonen.

3.6. Friksjonsforhold

Det er stor usikkerhet i forhold til hvor godt resultatene fra friksjons og retardasjonsprøvene gjenspeiler friksjonsforholdene mellom vogntogets hjul og underlaget ved ulykken fordi:

- Prøvene ble ikke kjørt på ulykkestidspunktet
- Friksjonsprøven etter ulykken ble ikke kjørt gjennom ulykkesstedet
- Friksjonsmålingene ble utført med en spesiell friksjonsmåler. Forholdet mellom målt friksjon med denne og aktuelle friksjon på vogntogets dekk er ikke kjent.
- Retardasjonsprøvene ble utført med en bil med helt andre dekk og annen totalvekt enn vogntoget og ca. 7 timer etter ulykken.

Ved rekonstruksjonene av hendelsesforløpet er det valgt å variere friksjonskoeffisienten mellom vogntogets hjul og underlaget inntil de antatte bevegelser på tilhengeren oppnås med hastighetsutvikling i henhold til fartsskriverutlesningen og valgt sporvalg gjennom svingen. Det er videre lagt inn 0,01 høyere friksjonskoeffisient mellom lastebilens hjul og underlaget enn mellom tilhengerens hjul og underlaget ut fra vegvesenets beskrivelse av dekkutrustningen.

4. Rekonstruksjon av hendelsesforløpet

4.1. Hendelsesforløp fram til kollisjonstidspunktet

4.1.1. Mest sannsynlig hendelsesforløp

Det er valgt å rekonstruere hendelsesforløpet med følgende parametre:

- Tilhengeren kolliderer med personbilen da draget er ved rødmerket og med utslaget på tilhengeren i forhold til bilen på mellom 1,15 og 2,85 meter med en mest sannsynlig verdi på 1,5 – 2 meter. Vogntogets posisjon i sideretning er ikke kjent.
- Lastebilen styres gjennom svingen slik at dens høyre forhjul tilnærmet følger høyre kantlinje.
- Vogntoget bremses slik at lastebilens hastighetsutvikling blir tilnærmet som vist i illustrasjon 31 med utslag på tilhengeren ved rødmerket i antatt område.
- Friksjonskoeffisienten mellom tilhengerens dekk og underlaget varieres mellom verdier som gir utslag på tilhengeren mellom 0 og ca. 2,8 meter.

Friksjonskoeffisienten mellom lastebilens dekk og underlaget velges til 0,01 høyere enn på tilhengeren.

Hendelsesforløpet rekonstrueres med Scan-Crash som følger:

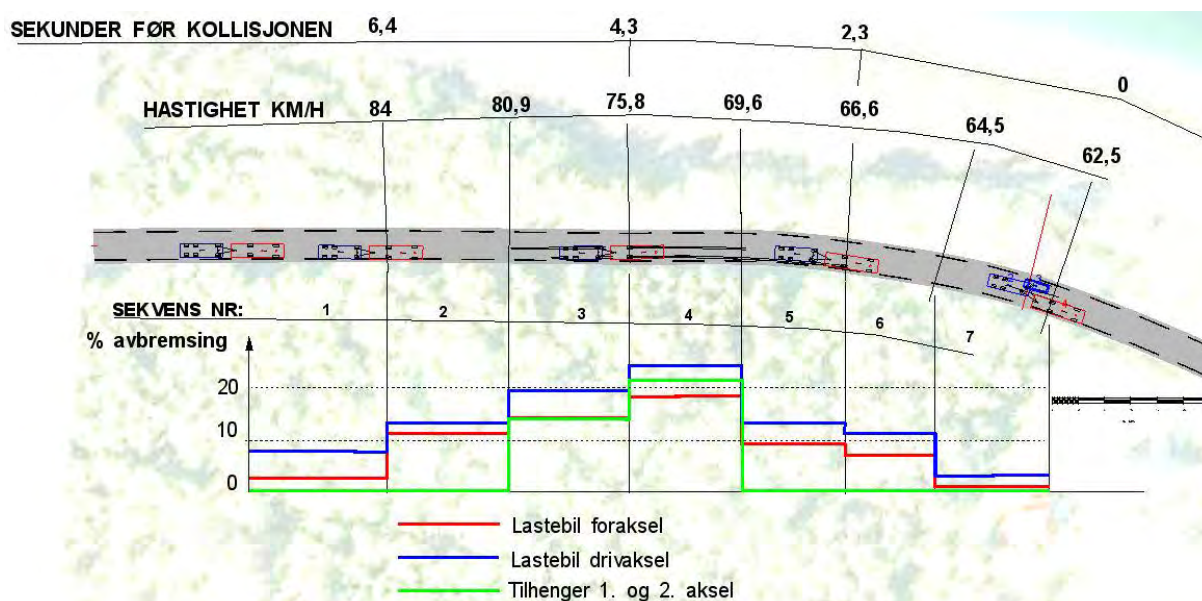
En 3D-veg med horisontalkurvatur som flyfoto over ulykkesområdet og tverrfall som forklart under pkt. 2.2 konstrueres. Posisjonen av rødmerket og lastebilens sluttposisjon avmerkes.

Vogntogets hastighet ved ca. hvert sekund som vist i ill. 31 fram til rødmerket avmerkes.

Lastebil og tilhenger tas fram fra databasen og gis riktige mål og vektorer. Vogntoget plasseres på vegen før svingen og gis riktig hastighet (ved drivhjulene). Vogntoget kjøres framover slik at høyre forhjul på lastebilen følger kantlinjen. Bremsingen deles opp i sekvenser som vist under på ill. 31. Vogntoget bremses med bremsekraftfordeling som gitt i ill. 20 og 21 med så mye bremsing i hver sekvens at det oppnås tilnærmet riktig hastighet ved drivhjulene ved enden av hver sekvens inntil draget er ved rødmerket. Friksjonskoeffisienten på tilhengeren endres inntil tilhengeren slår ut 1,5 - 2 meter i forhold til bilen når draget er ved rødmerket. Graden av bremsing justeres inntil riktig hastighetsutvikling igjen oppnås (Graden av utslag av tilhengerens foraksel innvirker på den retardasjonen som vogntoget oppnår).

Disse simulasjonene viser at tilhengeren slår ut ca. 1,7 meter i forhold til bilen (målt som loddrett avstand fra forlengelsen av lastebilens venstre begrensning og til tilhengerens venstre hjørne foran) ved friksjonskoeffisient på 0,21 mellom tilhengerens hjul og underlaget.

Illustrasjon 32 viser sekvensene som er lagt inn og graden av bremsing nødvendig i hver sekvens for å få riktig hastighetsutvikling.



Illustrasjon 32

Illustrasjon 32 viser gradvis kraftigere bremsing inn i svingen og at bremsen slippes nesten helt i siste fase før kollisjonen.

Drivakselen bremses i sekvens nr. 4 med 24 % avbremsing (bremsekraft i prosent av statisk aksellast som er ca. 10300 kp). Med friksjonskoeffisient 0,22 betyr dette at drivakselen låses som følge av bremsingen i denne sekvensen. Dette er forenlig med at ABSen slår inn omtrent ved avslutningen av denne sekvensen.

Første og andre akse på tilhengeren bremses med 21 % avbremsing i sekvens 4. Dette er forenlig med at hjulene på disse akslene låses eller tilnærmet låses her og at dette forårsaker at forakselen skrenser ut i svingen så lenge ABS-funksjonen ikke virker. 2. akse vil ikke skrense som følge av at 3. akse ikke bremses og derfor styrer bakparten av tilhengeren.

Simulasjonene gjentas med høyere og lavere friksjonskoeffisient på tilhengeren og utslaget på tilhengeren måles for hver endring. Resultatet av disse simulasjonene er vist i illustrasjon 33 under pkt. 4.1.2.

4.1.2. Rekonstruksjon av bevegelser med fungerende ABS-funksjon

ABS-funksjonen simuleres med frekvens på pulseringene på 4 Hz.

Ved å aktivere ABS-funksjonen på tilhengeren i simulasjonene i pkt. 4.1.1, oppnås utslag på tilhengeren som vist i illustrasjon 33. forklar utslag

Friksjonskoeffisienter		Utslag tilhenger i forhold til lastebil (m)	
Lastebil	Tilhenger	Uten ABS	Med ABS
0,23	0,22	0	0
0,22	0,21	1,8	0,5
0,21	0,2	2,5	2,2
0,20	0,19	2,85	2,5

Illustrasjon 33

Illustrasjonen viser at tilhengerens utslag er svært følsomt for endringer i friksjonskoeffisienten ved at den ikke slår ut i det hele tatt ved friksjonskoeffisient 0,22 og slår ut mye ved koeffisient 0,21.

Videre reduseres utslaget betydelig med virkende ABS-funksjon ved friksjonskoeffisient i det kritiske området for start utslag, men reduserer utslaget bare lite ved lavere friksjonskoeffisienter.

4.1.3. Rekonstruksjon av bevegelser med brems på alle akslene på tilhengeren

Simulasjonen vist i ill. 32 gjentas med brems på alle tilhengerens aksler og justering av avbremsingen i hver sekvens slik at den samme hastighetsutviklingen oppnås.

Denne endringen innebærer at avbremsingen av tilhengerens aksler i 4. sekvens reduseres fra 21 til 16 % og medfører at tilhengeren ikke skrenser ved friksjonskoeffisient på 0,21.

Reduksjon av friksjonskoeffisienten viser at tilhengeren skrenser først ved friksjonskoeffisient på 0,17 og at det da er bakparten på tilhengeren som skrenser ut..

4.1.4. Rekonstruksjon av bevegelser med redusert hastighet

Gjentagelse av simulasjonen i ill. 32 med de samme bremsesekvensene men med redusert starthastighet, viser at hastigheten må reduseres fra 62,5 til ca. 60 km/h (både uten og med ABS) ved kollisjonsstedet for å unngå at tilhengeren skrenser med forakselen her.

4.1.5. Rekonstruksjon av bevegelser for å finne vogntogets mulige hastighet gjennom svingen uten brems

Det simuleres først med friksjonskoeffisient mellom vogntogets hjul og underlaget på 0,22/0,21.

Simulasjonen viser at vogntoget kan kjøres gjennom svingen med en konstant hastighet på 74 km/h uten vesentlig skrens på tilhengeren når lastebilens høyre forhjul tilnærmet følger høyre kantlinje.

Ved å øke friksjonskoeffisienten til 0,30 på både lastebil og tilhenger, kan hastigheten økes til 79 km/h uten vesentlig skrens.

4.1.6. Rekonstruksjon med andre sporvalg

Tilhengerens simulerte bevegelser er svært følsomme for små endringer i lastebilens sporvalg inn i og gjennom svingen.

Det fantes ingen spor på stedet som kunne si noe om sporvalget. Dersom lastebilen har fulgt et spor hvor den legger seg noe mot venstre før svingen og utnytter kjørebanelen til å "rette ut" svingen, vil de registrerte bevegelsene på tilhengeren kunne oppnås med noe lavere

friksjonskoeffisient mellom hjulene og underlaget. Omvendt hvis svingingen starter sent, vil nødvendig friksjonskoeffisient for å få til bevegelsene være høyere.

Det antas imidlertid at tendensene vist ved resultatene av rekonstruksjonene over med varierende forutsetninger vil være tilsvarende ved andre sporvalg muligens med noe endrede absolutte verdier.

4.2. Hendelsesforløp fra kollisjonstidspunktet til enhetene stopper

Kollisjonsforløpet er vurdert og delvis beregnet i pkt. 3.1 og 3.3. over. Det er ikke mulig å beregne verken kollisjonen eller bevegelsene etter kollisjonen på tilhengeren og personbilen nøyaktig da det er for mange ukjente faktorer.

Lastebilen har beveget seg ca. 89 meter fra triggerpunktet (som samsvarer med antatt kollisjonstidspunkt) til den stoppet.

Registrert hastighet rett før triggerpunktet er antatt til 62,5 km/h. Hastighetsreduksjonen som følge av kollisjonen er simulert til mellom ca. 4 og ca. 6 km/h. Ved å anta hastighetsreduksjon i kollisjonen på 5 km/h, har følgelig lastebilen redusert sin hastighet fra 57,5 km/h til 0 på ca. 87 meter (midlere hastighet i løpet av kollisjonen 60 km/h, kollisjonstid 0,12 sekunder, gir bevegelse på 2 meter i løpet av kollisjonen).

Dette betyr at lastebilen fra avslutningen av kollisjonen til stopp-posisjonen har hatt en midlere retardasjon på ca. $1,5 \text{ m/s}^2$.

Simulasjoner foretatt av lastebilens oppbremsing med tilhengerens foraksel hengende i tilhengerfestet med fjærbremsen på på det ene hjulet og med antatt tyngde 1500 kp, viser at den stopper i registrert sluttposisjon med fullt utstyrt bremsetrykk på begge aksler med en friksjonskoeffisient på 0,17 og med utstyrt trykk slik at ABS-funksjonen så vidt slår inn på drivakselen, med en friksjonskoeffisient på 0,21.

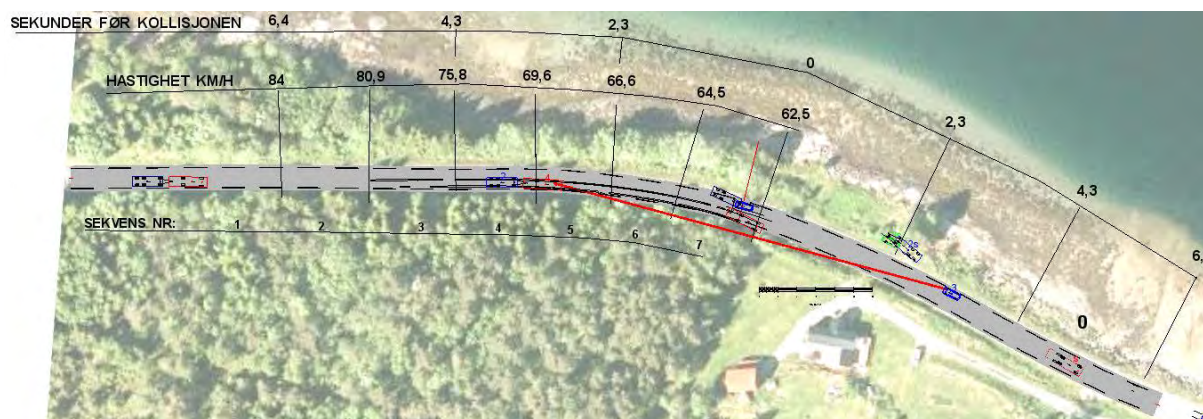
Dette betyr at beregningen av lastebilens bevegelser fra kollisjonen til stopp viste friksjonskoeffisient ved brems (0,17 – 0,21) som er sammenlignbar med friksjonskoeffisienten i skrens (0,21 på tilhengeren, antatt 0,22 på lastebilen) som ga mest sannsynlige bevegelser på tilhengeren fram til kollisjonen.

4.3. Siktstrekninger og tider

Illustrasjon 31 viser innbyrdes posisjoner for vogntoget og personbilen dersom personbilen holdt en konstant hastighet på 63 km/h fram til kollisjonen.

Siktstrekningene gjennom svingen fra forskjellige steder er ikke målt. Bildene fra ulykkesstedet viser at det er en fjellknaus og skog i innerkant av svingen som begrenser siktstrekningen.

Illustrasjon 34 viser ca. siktlinje (rød) mellom lastebil og personbil 3 sekunder før kollisjonen. Det vurderes som lite sannsynlig at førerne kan ha sett den andre enheten tidligere enn dette.



Illustrasjon 34

Dersom vogntoget bremses maksimalt fra dette tidspunktet, vil tilhengeren skrense helt ut mot venstre og treffe personbilen med en hastighet på ca. 58 km/h mens lastebilens hastighet på kollisjonstidspunktet vil være ca. 48 km/h.

Dersom personbilen også bremses maksimalt fra det samme tidspunktet, vil kollisjonen skje litt lengre fram sett i vogntogets kjøreretning med kollisjonshastighet på 46 km/h på lastebilen, 56 km/h på tilhengeren og 36 km/h på personbilen.

Personbilføreren har ikke mulighet til å se at tilhengeren skrenser ut før mellom 1 og 1,5 sekunder før kollisjonen

4.4. Pålitelighet av resultatene

Vi vet ikke hvor nøyaktig de forskjellige inngangsdata for rekonstruksjonene er registrert og ikke hvor godt modellene i Scan-Crash representerer virkeligheten. Effektene av slakk i svingkranen og eventuell ”klyping” er ikke mulig å modellere i Scan-Crash.

I denne saken er alle aspekter vedrørende friksjonsforholdene mellom hjulene og underlaget helt sentrale. Dette er kompliserte forhold som det er spesielt vanskelig å vite om representeres riktig.

I tillegg til dette er alle modeller nødvendigvis forenklinger av virkeligheten.

Dette innebærer at det er usikkerheter ved de konkrete resultatene av rekonstruksjonene i form av nøyaktige hastigheter og friksjonskoeffisienter.

5. Konklusjoner

Simulasjonene av hendelsesforløpet viste:

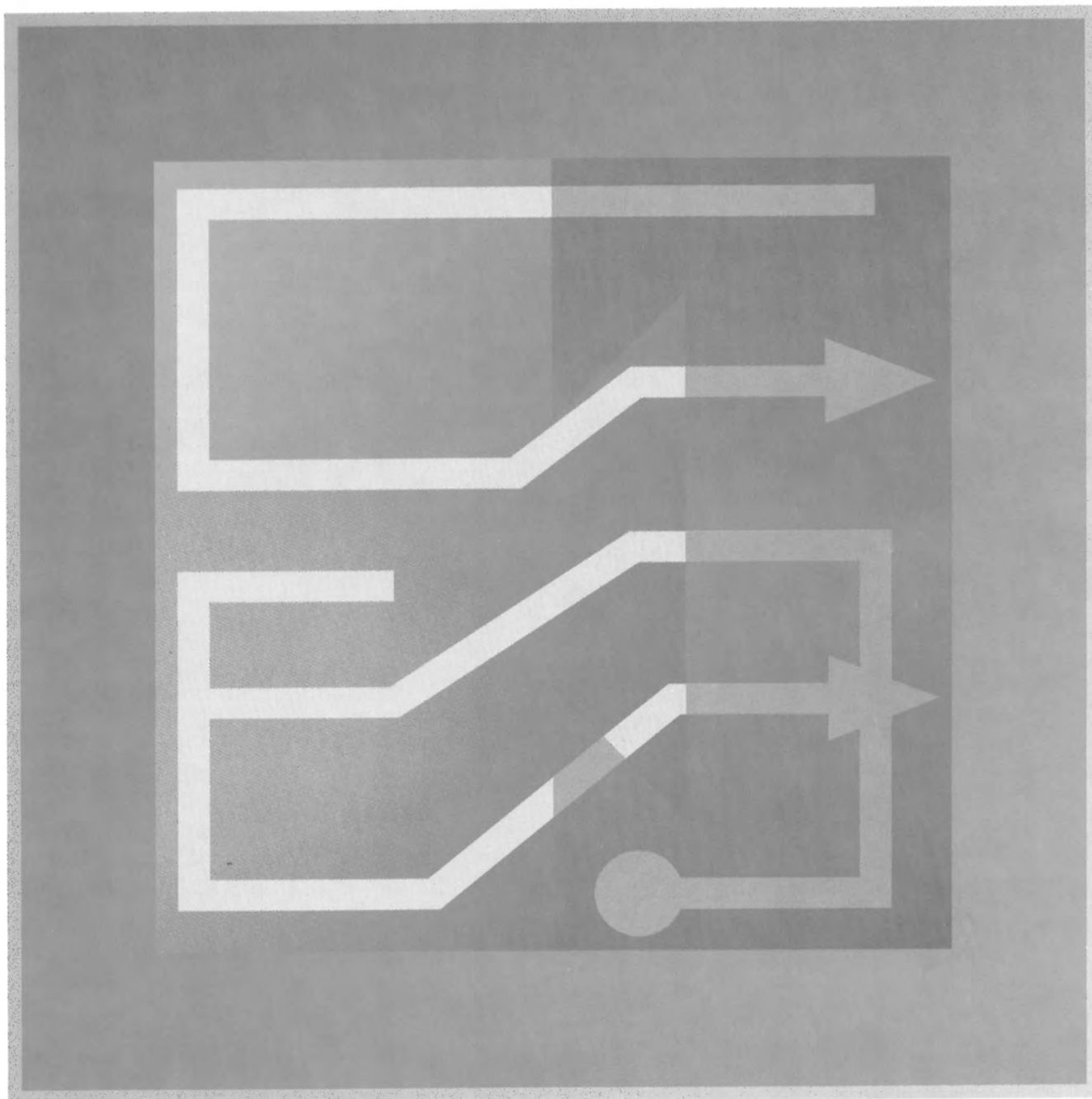
- **Hastighetsutvikling på vogntoget som tolket ut fra fartsskriverutskriften kombinert med skrens på tilhengeren omtrent midt i området som antatt ut fra skadene, ble oppnådd ved å styre lastebilen slik at forhjulene tilnærmet fulgte høyre kantlinje med friksjonskoeffisient mellom tilhengerens hjul og underlaget på 0,21 og utkobling av ABS-funksjonen på tilhengeren.**
- **Beregninger foretatt ved å legge lastebilens mest sannsynlige kollisjonshastighet til grunn kombinert med at den bremses slik at ABSen slår inn på drivhjulene fra kollisjonsøyeblikket til den stopper, viser friksjonskoeffisient i brems for lastebilens hjul mot underlaget på mellom 0,17 og 0,21.**
- **Dersom ABS-funksjonen hadde vært i orden på tilhengerens foraksel, ville tilhengerens skrens ved de mest sannsynlige bevegelser blitt redusert så mye at kollisjonen med personbilen kunne vært unngått.**
- **Dersom skrensen på tilhengeren har vært i øvre del av antatt område (utslag ca. 2,50 m eller mer; friksjonskoeffisient under 0,21), ville fungerende ABS ha redusert skrensen noe, men sannsynligvis ikke nok til å unngå kollisjonen.**
- **Dersom bremsene hadde virket på tilhengerens 3. aksel med riktig bremsekraftfordeling på alle aksler, ville tilhengerens foraksel ikke skrenset ut ved tilsvarende bremsing som de registrerte hastighetsreduksjoner viste og friksjonskoeffisient 0,21.**
Tilhengeren ville skrenset først ved reduksjon av friksjonskoeffisienten til under 0,18 og ville da skrenset med bakparten først.
- **Personbilføreren har ikke hatt mulighet til å se at tilhengeren var i skrens før mellom 1 – 1,5 sekunder før kollisjonen.**
- **Dersom hastigheten inn i svingen hadde vært redusert med ca. 2,5 km/h, ville tilhengeren ikke skrenset med det aktuelle bremseforløpet.**
- **Dersom vogntoget ikke hadde vært bremset gjennom svingen, kunne det ha holdt en hastighet på ca. 74 km/h ved den aktuelle friksjonskoeffisienten på 0,21 og ca. 79 km/h ved friksjonskoeffisient på 0,30 uten vesentlig skrens på lastebilen eller tilhengeren.**

- Dersom førerne hadde mulighet til å se hverandres kjøretøyer i maksimalt 3 sekunder før kollisjonen og begge ble bremsset maksimalt fra dette tidspunktet, ville tilhengeren og personbilen kollidert litt lengre fram enn faktisk kollisjonssted sett i vogntogets kjøreretning med kollisjonshastigheter på henholdsvis 46, 56 og 36 km/h på lastebilen, tilhengeren og personbilen.

For ingeniørfirmaet **REKON** da

Erik Aanerud

WABCO



Vario Compact ABS (VCS)
ABS för släpvagnar

Vario Compact ABS

EMV – Certifikation
e1 021058

Systemdokumentation
Installation
Komponenter

Utgåva 1998

1. ABS-systemets uppbyggnad

VCS-systemet kan användas på alla tryckluftbromsade släp- och påhängsvagnar. Detta innebär alla system från 2S/1M till 4S/3M.

ABS-systemen är en förbättring av de konventionella bromssystemen och består i huvudsak av:

- två till fyra induktiva hjulsensorer och tandhjul för att registrera hastigheten hos de individuella hjulen.
- en, två eller tre elektropneumatiska modulatorer, som har bygger upp, håller kvar samt reducerar bromstrycket.

ABS magnetventiler, med eller utan reläfunktion, kan användas i systemet. Valet beror på hur bromssystemet ska användas och krav på svarstid. Det är också viktigt att rätt elektronikenhet (ECU) väljs till systemet.

Om reläventilerna inte är elektriskt styrda påverkas inte den ordinarie ökningen eller minskningen av det bromstryck, som föraren behöver. Specialfunktionen "behålla broms- trycket" är till för att både förbättra styregenskaperna för ABS-systemet och minska luftförbrukningen.

- en elektronikenhet (**Electronic Control Unit, ECU**) med en, två eller tre reglerkanaler , som i sin tur är uppdelade i följande undergrupper:
 - ingångskrets
 - huvudkrets
 - säkerhetskrets
 - ventilstyrning

I ingångskretsen filtreras signalerna, som genereras av respektive induktiv sensor, samt omvandlas till digital information för att bestämma periodlängderna.

Huvudkretsen består av en mikrodator, som beräknar och överför reglersignalerna, samt överför rätt variabler till ventilstyrssystemet.

Vid påbörjad körning kontrolleras säkerhetskretsen automatiskt i ABS-systemet, dvs sensorer, magnetreglerventiler, elektronikenhet och kablar, vare sig fordonet bromsas eller ej. Om ett fel uppstår, uppmärksammas föraren på detta genom en varningslampa, samtidigt som hela eller delar av systemet stängs av. Det konventionella bromssystemet fortsätter dock att fungera som vanligt.

Ventilstyrningen innehåller effektransistorer (slutsteg), som matas med signaler från huvudkretsen och kopplar strömmen för drivningen av styrventilerna.

Elektronikenheten i Vario Compact ABS-systemet är en vidareutveckling av det redan etablerade och prövade ABS-systemet i Vario C.

Vario Compact ABS är uppbyggt i moduler och omfattar systemmodellerna 2S/1M, 2S/2M, 4S/2M och 4S/3M. Detta innebär att modellerna passar i stort sett alla sorters fordon. En reglerkanal består av åtminstone en sensor och en modulator.

1.1 Moduluppbyggda system

1.2 Systemmodeller och kontrollprinciper

I **2S/1M-modellen**, består ABS-systemet av två sensorer och en modulator, som kontrollerar axeln. Det hjul, som först visar en tendens till att låsa sig, dominerar ABS-förloppet och reglerar enligt principen **MAR** (modifierad axelreglering). 2S/1M-modellen är den minsta versionen av VCS och ska endast undantagsvis användas på lätta påhängsvagnar eller släpkärror. Om detta system väljs bör man överväga om det motsvarar säkerhetskraven med avseende på stoppträcka.

I **2S/2M-modellen** bildar en sensor och en modulator på en sida av fordonet en styrkanal. Om det finns andra hjul på samma sida styrs de indirekt av samma styrkanal. Bromskraften styrs med s.k. individuell reglering (**IR**), där bromskraften för varje sida av fordonet är anpassad till det rådande underlaget på vägen och den specifika bromsfaktorn. Det finns även en annan variant som kallas indirekt individuell reglering (**INIR**) som innebär att de hjul som inte är försedda med sensorer styrs indirekt via de som har sensorer.

I **4S/2M-modellen** finns det två sensorer på varje sida av fordonet. Signalerna från hjulsensorerna styr modulaton via elektronikenheten. Detta innebär sidoreglering. Bromstrycket är detsamma för alla hjul på samma sida av fordonet. De hjul som samsas om en sensor regleras enligt **MSR**-principen (modifierad sidoreglering), vilket innebär att det hjul som först tenderar till att låsa sig styr ABS-systemet. De två modulatorerna styrs dock individuellt, och således de båda sidorna på fordonet. Då ett fordon med flera axlar arbetar efter denna princip och hjul som inte är försedda med sensorer styrs från annan hjulsensor kallas detta indirekt sidoreglering (**INSR**).

4S/3M-modellen används mest till släp- och påhängsvagnar med styrande bakaxel. Styraxeln förses med två sensorer och en modulator, varför bromstrycket är identiskt för alla hjul på denna axel. Hjulen på styraxeln regleras av ABS-modulaton genom den s.k. MAR-principen (se ovan). Ytterligare en axel är försedd med en sensor och en modulator anpassade för sidvis kontroll. Hjulen på denna axel styrs genom individuell reglering. Reglerprincipen för 4S/3M kan därför beskrivas som en kombination av 2S/1M-systemet med MAR på styraxeln, och ett 2S/2M-system med IR på den andra axeln. Modellerna 4S/3M och 4S/2M kan också användas för retarderreglering.

Systemöversikt:

	2S/1M	2S/2M	4S/2M	4S/3M
Antal sensorer	2	2	4	4
Antal modulatorer	1	2	2	3
Regleringsprincip	MAR	IR	MSR	MAR + IR
Antal direktreglerade axlar	1	1	2	2
Retarderreglering	–	–	X	X
Lyftaxelfunktion (lyftaxel med sensorer)	–	–	X	X
Integrerad hastighetsber. brytare	X	X	X	X

I alla dessa systemutformningar kan modulatorerna anslutas till fler bromscylinrar än de som sitter på de sensorförsedda hjulen. Från dessa indirekt reglerade hjul går det dock inga signaler till elektronikenheten. Det finns därför en risk för att de hjulen låser sig.

1.3 Felövervakning

Under drift övervakas all elektronik av ett integrerat säkerhetssystem. Om detta upptäcker något fel i ABS-systemet stängs antingen den defekta enheten eller hela ABS-systemet av. Den konventionella bromsfunktionen påverkas dock inte av detta. Art och frekvens på eventuella fel lagras i ett temporärt minne (EEPROM) för diagnosändamål.

Även om en enhet är avstängd fortsätter de andra reglerkanalerna att fungera och möjliggör inte bara fortsatt ABS-verkan utan också ytterligare stabilitet för fordonet.

1.4 ABS-systemets reglerförlopp

I bilden nedan visas ett exempel på en reglerkrets med de viktigaste reglervariablerna, d.v.s. gränsvärdena $-b$ för hjulretardation, $+b$ för hjulacceleration och λ_1 och λ_2 för sliområdena.

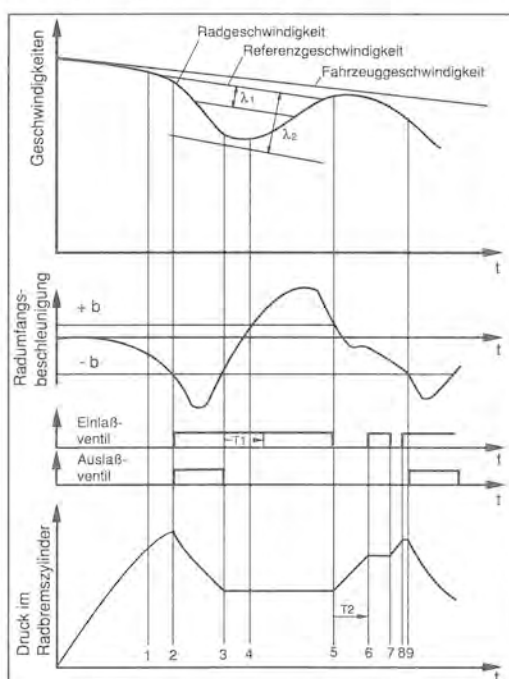


Fig. 1

När bromstrycket ökar tilltar även hjulretardationen. Vid punkt 1 överskrider hjulretardationen ett värde som fordonets retardation inte fysikaliskt kan överträda. Referenshastigheten, som upp till denna punkt var lika stor som hjulhastigheten, skiljer sig nu från hjulhastigheten och minskar enligt en förutbestämd fordonretardation. Utifrån referenshastigheterna kalkylerar systemet det maxvärde som sedan utgör en allmän referenshastighet för hjulen. Slirningen hos respektive hjul beräknas sedan ur värdena för rådande hjulhastighet och den allmänna referenshastigheten.

Vid punkt 2 har retardationströskeln $-b$ uppnåtts. Hjulet rör sig nu inom det instabila området för $\mu-\lambda$ -slirkurvan. Där har hjulet nått sin maximala bromskraft, vilket innebär att varje ytterligare ökning av bromsmomentet bara skulle öka hjulretardationen. Bromstrycket reduceras därför snabbt och hjulretardationen kommer att minska efter en kort fördröjning. Denna fördröjning beror i huvudsak på hysteresen hos hjulbromsen samt på $\mu-\lambda$ -slirkurvans förlopp inom det instabila området.

Vid punkt 3 faller retardationssignalen $-b$, då den passerar under tröskelvärdet och bromstrycket hålls på en konstant nivå under en förutbestämd tid T1.

Vanligen brukar hjulaccelerationen överskrida accelerationströskeln $+b$ (punkt 4). Så länge som denna tröskel överskrids kommer bromstrycket att hållas på en konstat nivå. Om $+b$ -signalen inte skulle nås inom tiden T_1 (t ex vid vägytor med låg friktion) minskas bromstrycket ännu mer via slirsignalen λ_1 . Den högre slirsignalen λ_2 uppnås inte under denna reglerperiod.

När tröskelvärde inte längre uppnås (punkt 5), faller $+b$ -signalen. Hjulet är nu inom den stabila μ - λ -kurvan och det utnyttjade μ -värdet är just under maximum. Bromstrycket ökas därefter brant under en viss tid, T_2 , för att övervinna bromsens hysteresverkan. Denna tid, T_2 , fastställs för den första reglerperioden och omräknas sedan för varje följande reglerperiod. Efter den branta startkurvan ökas bromstrycket pulsvis genom att trycket växelvis är konstant respektive ökas. Logiken som visas här är inte förinställd utan anpassas till det rådande dynamiska beteende hos hjulet vid olika friktionskoefficienter, dvs systemet arbetar adaptivt. Inte heller är tröskelvärdena för hjulretardation, acceleration eller slirning konstanta utan bestäms av ett antal parametrar, som t ex fordonets hastighet.

Antalet reglercykler bestäms av reglerkretsarnas dynamiska förhållande, ABS-ventil – hjulbroms – hjul – vägbanan, varvid fästförmågan spelar en avgörande roll. Vanligen blir det 3 till 5 cykler per sekund, men färre på våt is.

1.5 ABS reglering av en retarder

Vario Compact ABS kan även innefatta en retarder i sina reglercykler. Kontroll av denna åstadskommes med en svart/vit koppling. Slutsteget som är inbyggt i elektronikenheten påverkar ett relä, vilket i sin tur kopplar retardern till och från. För att koppla ifrån retardern ger slutsteget + 24 volt. Reläet är inte integrerat i elektronikenheten, utan bör placeras antingen i ett separat hölje eller företrädesvis i retarderns kontrollbox.

Om en släpvagn har både VCS och retarder monterade, kan bara 4S/3M eller 4S/2M systemen användas vid konfigureringen av ABS-systemet. Retarderaxeln måste då alltid vara anslutna till sensorerna c och d. Det är viktigt att ett fordon som är utrustat med retarder har sensorer, på retarderaxeln och ytterligare en axel, eftersom retarderaxeln p.g.a. sin stora massa har andra dynamiska egenskaper än en vanlig axel. För att undvika att detta får någon negativ inverkan på ABS-regleringen måste alltså ett fordon med retarderaxel alltid ha sensorer på en annan axel. Om ett fordon inte bara har retarder utan även en lyftaxel får denna inte förses med sensorer.

Om retardern aktiveras och sensorerna på denna axels hjul indikerar utpräglad slirning eller hjulretardation, kopplas retardern från tills låsningsrisken har upphört. Den kopplas då automatiskt på igen tills nästa tendens till låsning uppträder eller tills föraren kopplar ifrån den.

Om föraren aktiverar både retardern och färdbronsen när hjulen med sensorer tenderar att låsa sig (som en följd av överlagring av bromskraft) styrs färdbronsens bromstryck under ABS-reglerförloppet och retardern kopplas från för gott.

2. Kompatibilitet

Både sensorerna och modulatorena i Vario Compact ABS är kompatibla med Vario C-systemet. Matningskabel och förlängningskablar till sensorer och magnetventiler måste dock bytas ut, eftersom ett nytt kontaktsystem har införts.

3. Diagnosanslutningar

Elektronikenheten har diagnosanslutningar i enighet med ISO Standard 9141 och arbetar i tvåvägsmod 8.

Anslutning och systemmjukvara tillåter

- att typ och förekomst av lagrade fel kan läsas av och tas bort.
- att funktionstest kan utföras
- att diagnos- eller systemparameterar kan ändras
- att kilometerräknaren kan avläsas och kalibreras

4. Identifiering av lyftaxlar

Om fordonet har lyftaxlar med hastighetssensorer, kommer elektronikenheten automatiskt att känna av om axeln är lyft eller inte.

Lyftaxeln får endast ha sensorerna e och f anslutna.
Sensorerna c och d får inte monteras på lyftaxeln.

5. Hastighetssignal C3

Vario Compact ABS avger en hastighetssignal, C3, som stödjer alla system som använder samma sigal (t ex ECAS). Det är en rektangulär signal med modulerad pulsbredd. De exakta tekniska uppgifterna finns i specifikationen för respektive VCS-styrenheter. När fordonet står stilla, utmatas en minimihastighet av 1,8 km/tim. Detta är användbart t ex för felsökning av ECAS.

6. Kilometerräknare

VCS har en integrerad kilometerräknare, som mäter den körsträcka som ABS har varit inkopplat. Den har två separata funktioner:

I. Den **totala kilometerräknaren** mäter avståndet systemet har körts sedan installation. Denna körsträcka lagras med jämna mellanrum och kan avläsas vid användning av olika diagnosinstrument (t ex kompakttestaren eller diagnosapparaten).

II. Dessutom innehåller den en **trippmätare**, som kan nollställas när som helst. Denna kan exempelvis användas för att registrera körsträckan mellan olika servicetillfällen eller inom en viss tidsperiod. Trippmätaren kan endast läsas av och nollställas med hjälp av diagnosapparaten.

För att kunna använda kilometerräknaren måste elektronikenheten matas med information om däckets rullande omkrets och antalet kuggar på tandhjulet på den axel som har sensorerna c och d monterade. Sensorerna e och f används endast för kilometerräknare på fordon som använder retarder.

Tabeller från däckfabrikanterna visar de gällande dynamiska rullningsomkretsarna. För att informationen ska vara så korrekt som möjligt bör standardinställningarna i elektronikenheten ändras, om de för tillfället använda däcken avviker väsentligt från dessa.

Om datan inte har inmatats på rätt sätt kan de modifieras vid senare tillfälle. Den visade körsträckan uppdateras då med de nya värdena. Genom att använda sådana kalibreringsmetoder kan en mycket hög noggrannhet uppnås. Den ligger i området mellan 1% och 3% och beror huvudsakligen på däckfabrikanternas produktionstoleranser och däcksslitaget.

Kilometerräknaren kan kalibreras med hjälp av diagnosinstrument ur WABCOs sortiment. Denna utrustning har menyval för ett urval av vanligen förekommande antal tandhjulskuggar. Därutöver måste däckens rullningsomkrets matas in. Dessa data används sedan för beräkning av en justeringsfaktor.

Speciell kalibreringskonstant SK:

$$SK = 59.76 \frac{1}{\text{mm}} \cdot \frac{\text{däckomkrets [mm]}}{\text{antal kuggar på tandhjulet [-]}}$$

Exempel:

Antal kuggar på tandhjulet:	64
Däcksomkrets:	2075 mm (185/75R16C)

$$SK = 59.76 \frac{1}{\text{mm}} \cdot \frac{2075 \text{ mm}}{64} = 1938$$

I detta fall måste en speciell kalibreringskonstant med värdet 1938 matas in.

Kilometerräknaren kräver driftspänning. Det är därför möjligt att manipulera kilometerräknaren, genom att bryta driftspänningen. Om systemet får sin spänning via stoppljuset registreras endast den sträcka under vilken fordonet bromsas. Om en blandad spänningstillförsel används (ISO 7638 och 24N) är informationen från kilometerräknaren ganska värdelös.

7. Integrerad hastighetsomkopplare

De flesta styrenheterna i VCSn har en omkopplargång **ISS** (Integrated Speed Switch), som styrs av hastigheten. Om fordonets hastighet faller under ett tröskelvärde, för vilket parametrarna kan ställas in, eller överskrider denna hastighet ändras läget för denna omkopplare. Detta tillåter aktivering eller urkoppling av till exempel reläer eller magnetventiler, beroende på fordonets hastighet.

Denna funktion kan användas i de fall fordonets funktioner ska styras av hastigheten, t ex:

- styraxlar, som ska låsas vid vissa hastigheter
- lyftaxlar, som ska höjas eller sänkas vid vissa hastigheter

Parametern för hastighetströskeln, vid vilken omkopplaren ska slå om, kan väljas fritt mellan 4 och 120 km/tim.

Parametrarna ställs in med hjälp av diagnosinstrumentet. Omkopplaren ställs i tilläge för hastigheter med värden under det parametervärde, som ställts in för hastighetströskeln. Där är utgångsspänningen +24 volt. När tröskelhastigheten uppnåtts slår omkopplaren ifrån. Om hastigheten faller under tröskelvärdet finns en initieell hysteres på ungefär 2 km/tim innan utgångsspänningen slår till omkopplaren igen.

I händelse av ett fel, måste man se till att de av utgångsomkopplaren styrda komponenterna står i ett säkert läge. Om det till exempel skulle uppstå ett fel i spänningstillförseln ska styraxeln låsas, eftersom detta representerar ett säkert tillstånd. Fordonstillverkaren måste därför se till, att de styrda komponenterna konstrueras på ett sådant sätt, att det är möjligt.

8. Spänningstillförsel

VCS arbetar med en nominell spänning på 24 volt. För den primära tillförseln används en 5-polig anslutningskontakt enligt ISO 7638. WABCO rekommenderar att denna typ av anslutning används.

Vissa styrenheter är anpassade för en alternativ spänningstillförsel via ISO 1185 (stoppljustillförsel 24N) eller ISO 3731 (permanent spänningstillförsel 24S). Båda två går bra att använda. Om 24N/24S/ISO 7638 ska användas samtidigt behövs en extra yttre omkopplaranordning med ett relä. När flera typer av anslutningar används kommer styrenheten att välja den som först är tillgänglig. Detta innebär att om någon av anslutningarna inte fungerar blir nästa inkopplad automatiskt.

9. Varningslampor

9.1 Arbetssätt

Vario Compact ABS kan aktivera upp till tre varningslampor

- varningslampa i dragfordonet via ISO 7638
- integrerad varningslampa i elektronikenheten
- yttre varningslampa på släpvagnen, vid blandad spänningstillförsel (tilläggs anslutning via ISO 1185 eller ISO 3731).

Den integrerade indikeringslampan i elektronikenheten finns alltid med och fungerar enligt följande:

- Lampan slocknar ca 3 sekunder efter det att fordonet stannat, under förutsättning att systemet är fritt från statiska fel.
- Vid eventuella fel kommer signalen automatiskt att blinka kontinuerligt.

Beroende på de inställda parametrarna arbetar varningslampan i dragfordonet och den yttre lampan på släpfordonet enligt följande funktionsbeskrivning:

- Den yttre varningslampan på släpvagnen fungerar enbart om systemet är anslutet via ISO 1185 (när bromsen är aktiverad) eller ISO 3731. Reaktionen hos denna varningslampa blir då identisk med varningslampan i dragfordonet.

När blinkkoden är aktiverad är alla varningslampor synkroniserade och ger identiska signaler. Sedan blinkkoden har upphört återgår varningslamporna till sina ursprungliga funktioner.

I händelse av ett fel kommer följande att inträffa:

- Varningslampan på dragfordonet tänds när elektronikenheten har upptäckt felet (plus den yttre varningslampan på släpvagnen, om den har spänningstillförsel).
- Den integrerade indikeringslampan börjar automatiskt att blinka.

9.2 Funktioner

VCS tillhandahåller tre olika varningslampsfunktioner. Dessa tre alternativ, som när som helst kan ändras genom inställning av parametrarna, beskrivs nedan.

Alternativ 1 är WABCOs standardfunktion för styrning av varningslampor. När systemet arbetar perfekt, slocknar varningslampan när fordonets hastighet uppnått ca 7 km/tim.

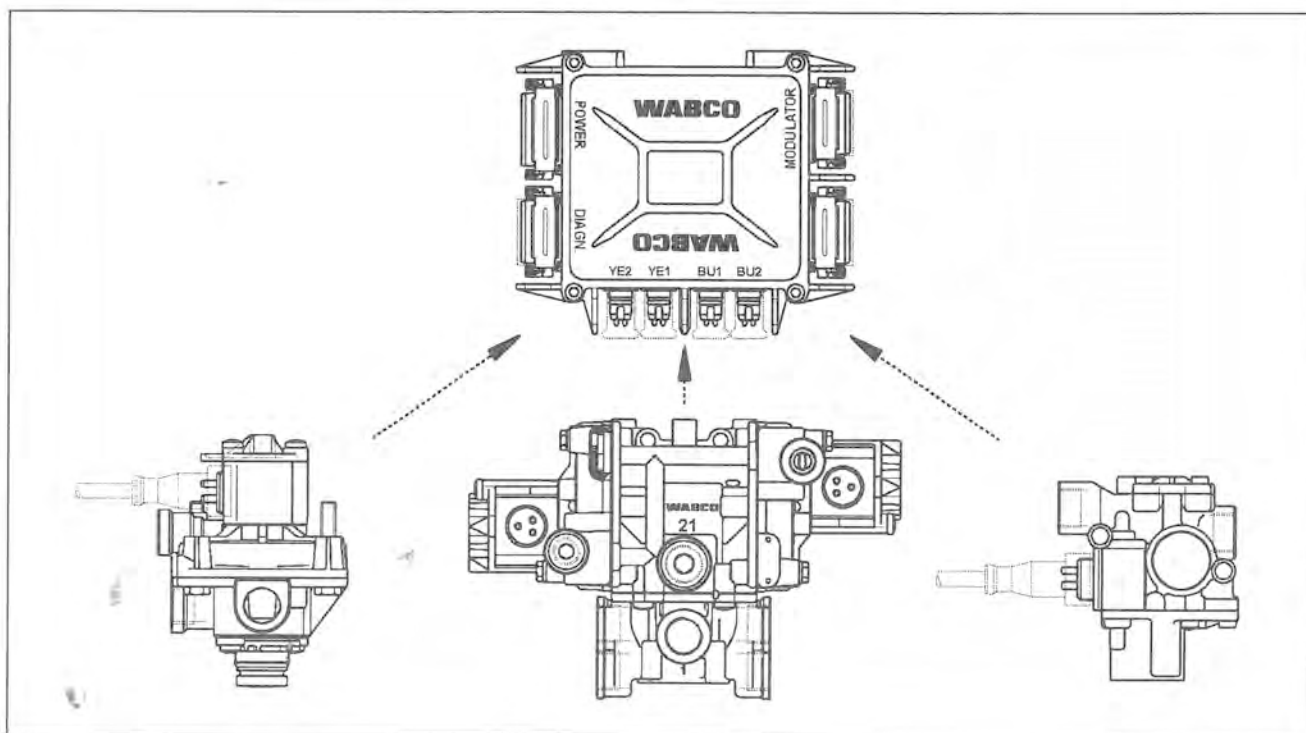
Det andra alternativet används huvudsakligen för ABS till personbilar. Varningslampan slocknar här redan innan fordonet kommit i rörelse, förutsatt att det inte finns några statiska fel.

Med det tredje alternativet kopplas varningslampan bort en kort stund, när fordonet är stillastående och slocknar först när hastigheten uppnått ca 7 km/tim, förutsatt att det inte finns några statiska fel.

Eftersom det i ABS för släpfordon ibland används konfigurationer med bara två sensorer, finns det en risk att fel enligt alternativ 2 inte upptäcks (t ex om båda sensorerna har ett mycket stort luftgap efter ett underhållsarbete på bromssystemet). Fastän ABS inte är redo att utföra sina styrfunktioner förblir varningslampan släckt, även när fordonet sätter sig i rörelse. Detta är en nackdel, som inte förekommer i alternativen 1 och 3.

10. ABS-modulatorer

Vario Compact ABS är konstruerad för att påverka ABS reläventiler (t ex WABCO art.nr 472 195 020 0 eller 472 195 040 0). Alla kontrollenheter kan därför arbeta med dessa modulortyper. Ventilerna har utvecklats speciellt för användning i släpvagnar och kan ersätta de befintliga reläventilerna utan ABS-funktion. De är dessutom gjorda för låg effektförbrukning, vilket är speciellt viktigt för fordon utan permanent spänningstillförsel.



I vissa fall kan det vara fördelaktigt att använda ABS magnetventiler (t ex WABCO art.nr 472 195 004 0). Detta gäller i huvudsak mindre släpvagnar med dragstång och central axel, där svarstiderna är så förmånliga att reläventiler inte behövs. För sådana fall finns styrenheter som klarar av att aktivera ABS magnetventiler, både med och utan reläfunktion. Effektförbrukningen blir dock något högre. Detta sätt är därför endast lämpligt om permanent spänningstillförsel finns.

Styrenheterna som är lämpliga för att driva magnetventiler kallas "VCS plus" (t.ex. WABCO art.nr 446 108 031 0 eller 446 108 041 0).

11. Val av däcksomkrets och tandhjul

För ABS-funktionen är det viktigt att välja däcksomkrets och antal kuggar på tandhjulet, eftersom ett flertal styrfunktioner använder hjulhastigheten alternativt absolut eller relativt härledda storheter. Tandhjul med ett bestämt antal kuggar är därför endast tillåtet för ett visst område av däcksdimensioner.

I princip ska varje däcksomkrets motsvaras av ett visst antal kuggar på tandhjulet. För att begränsa det använda antalet tandhjul har man definierat ett område med ett antal tillåtna däcksdimensioner för varje tandhjulstyp, baserat på vissa toleranser. Varje kombination av däcksdimension och kuggantal hos tandhjulet måste ligga inom detta område.

11.1 Olika däcksdimensioner på olika axlar

I vissa fall kan det vara nödvändigt eller rekommendabelt att använda olika däcksdimensioner på fordonets olika axlar. Om skillnaden i däcksomkrets inte överskrider den tillåtna avvikelser 6,5% är detta godtagbart och påverkar inte ABS-funktionen. Om avvikelse skulle vara större än 6,5% ska VCS-parametrarna ställas om för att undvika användning av speciella tandhjul.

Parametrarna för de olika däcksdimensionerna på respektive axel ställs in med hjälp av diagnosinstrumentet. För att kunna ändra inställningarna krävs ett personligt identifikationsnummer (PIN-kod), som erhålls på begäran och efter grundlig utbildning hos WABCO.

Parametrarna ställs in genom att först mata in antal kuggar hos tandhjulen och sedan däckens rullomkrets. Information om omkretsarna kan tas från däcksfabrikantens däcklista. Elektronikenheten använder dessa data för att beräkna en justeringsfaktor för respektive hjulhastigheter.

12. Felsökningschema

Vissa felsituationer kan uppträda på ett oförklarligt sätt för användaren. Av denna anledning beskrivs nedan några praktikfall, som kan vara till hjälp. Systemet ska stängas av vid reparation.

Felsituation	Orsak	Åtgärd
Systemparametrarna kan inte ställas in, den integrerade indikationslampan blinkar stadigvarande.	Ett aktuellt fel föreligger	Avlägsna defekten, slå av systemet och sedan på igen.
Felminnet kan inte rensas, den integrerade indikationslampan blinkar stadigvarande.	Ett aktuellt fel föreligger	Avlägsna defekten, slå av systemet och sedan på igen.
Felaktigt sensorsignal omedelbart efter inkoppling	Sensorkabeln för nära kablar till strömförsörjning/magnetventil	Öka avståndet mellan strömförsörjning/magnetventilkablar <> sensorkabel.
Varningslampan i dragfordonet och integrerade indikationslampan lyser konstant, inga fel föreligger.	Permanent blinkkodstörning p.g.a. felaktig kabeldragning. (L-ledningen är av misstag jordad).	Åtgärda den felaktiga L-ledningen.
Fel kvarstår efter reparation.	Felåterställning visar sig endast efter RESET.	Slå av systemet och sedan på igen (RESET)
Diagnosinstrumentet fungerar inte med elektronikenheten vid blandad spänningstillförsel.	Eltillförsel till diagnosinstrumentet bara via stoppljuset.	Sätt an färdbronsen.
Stoppljuset på dragfordonet och släpvagnen lyser oavbrutet.	Fel elektronikenhet installerad för blandad eltilförsel.	Kontrollera elektronikenhetens nummer och ersätt om så erfordras.

μ frikoefficient	INIR	Indirekt Individuell Reglering
λ_1 slirningströskel 1	INSR	Indirekt Sido Reglering
λ_2 slirningströskel 2	IR	Individuell Reglering
+bhjulaccelerationströskel	ISO	Internationella Standardiseringsorganisationen
-bhjulretardationströskel	ISS	Integrerad hastighetsomkopplare
2S/1M2 sensorer, 1 modulator	MAR	Modifierad Axel Reglering
2S/2M2 sensorer, 2 modulatorer	MSR	Modifierad Sido Reglering
4S/2M4 sensorer, 2 modulatorer	PIN	Personligt Identifieringsnummer
4S/3M4 sensorer, 3 modulatorer	SK	Speciell kalibreringskonstant
ABS Anti Blockerings System	VCS	Vario Compact ABS
C3 hastighetssignal		
ECASElektroniskt styrd luftfjädring		
ECU elektronikenhet		
IL Indikator-/varningslampa		
INAR Indirekt Axelstyrning		

Smøre- og vedlikeholdsarbeider

Oversikt

Utførlig beskrive se side 10-13

- Smøring
 Vedlikeholdsarbeider

Smøring med ECO Li 91-fett

- ① King-bolt lagring, øvre og nedre
 ⑥ Nokkaksellagring, ytre og indre.
 ⑦ Bremsearmer
 ⑧ Bytt navlagerfett - bruk kun BPW ECO-Li 91.
 Kontroller lager for slitasje.

Vedlikeholdsarbeider

- ① Kontroller at hjulmutterne er korrekt tiltrukket.
 ② Kontroller tykkelsen på bremsebelegget, min. tykkelse på belegget er 5 mm, dvs. slitasjevarsler på bremsebåndet.
 ③ Kontroller klaring på bremsearmene, innstill evt. til 10-12% av anbefalt hevarmslengde. (Bortfaller ved automatiske bremsearmer.)
 - Kontroller dekkene for unormal slitasje.
 - Kontroller alle deler for skader og slitasje.
 ④ Kontroller lagerklaring, juster hvis nødvendig.
 ⑤ Kontroller at navkapslene er korrekt tiltrukket.

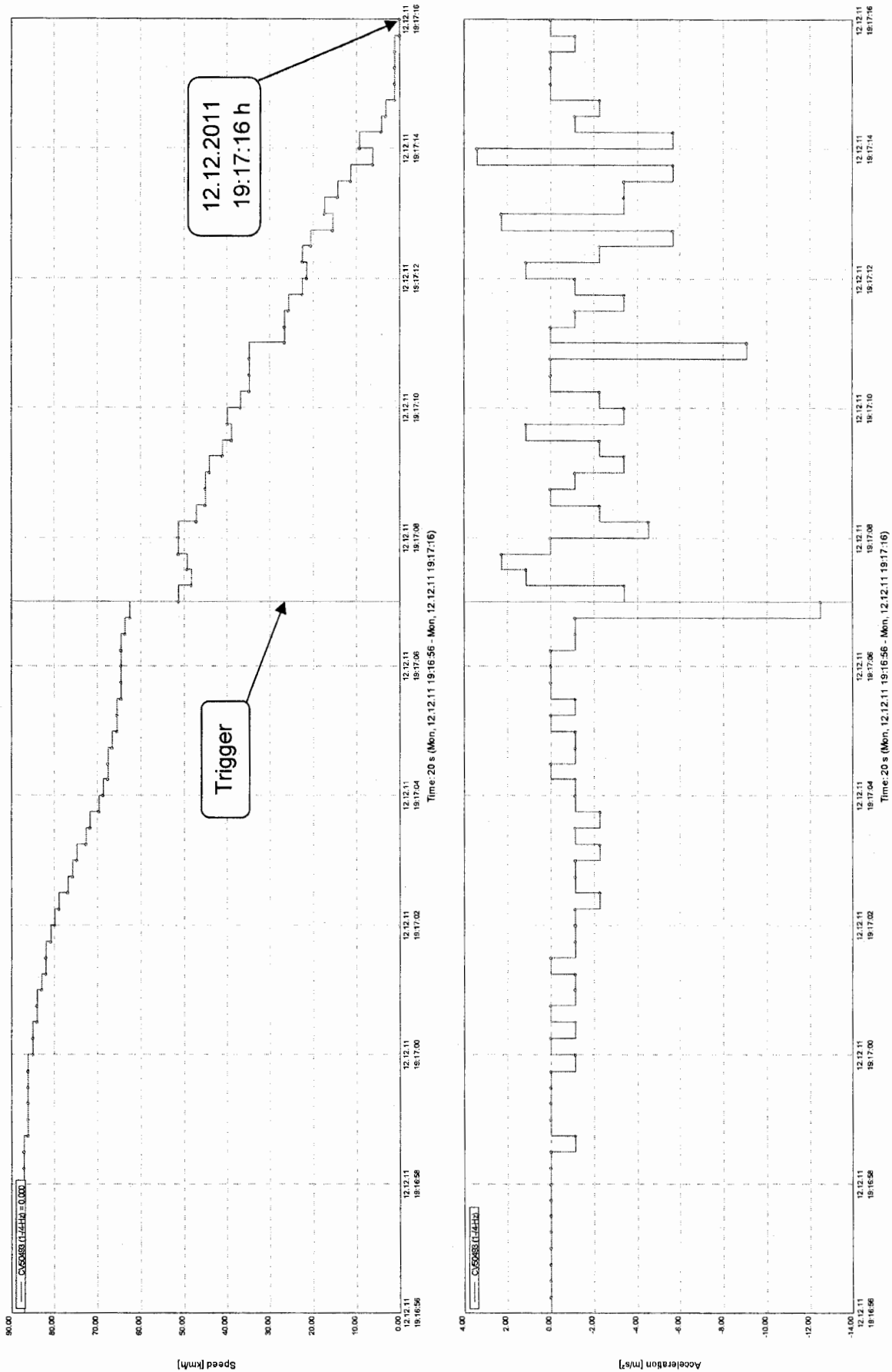
	1. gang	Hver 6. uke	Hvert kvartal	Hvert halvår	Hver 350.000 km eller hvert annet år
<input type="radio"/> ① King-bolt lagring, øvre og nedre <input type="radio"/> ⑥ Nokkaksellagring, ytre og indre. <input type="radio"/> ⑦ Bremsearmer <input type="radio"/> ⑧ Bytt navlagerfett - bruk kun BPW ECO-Li 91. Kontroller lager for slitasje.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> ① Kontroller at hjulmutterne er korrekt tiltrukket. <input type="checkbox"/> ② Kontroller tykkelsen på bremsebelegget, min. tykkelse på belegget er 5 mm, dvs. slitasjevarsler på bremsebåndet. <input type="checkbox"/> ③ Kontroller klaring på bremsearmene, innstill evt. til 10-12% av anbefalt hevarmslengde. (Bortfaller ved automatiske bremsearmer.) <input type="checkbox"/> - Kontroller dekkene for unormal slitasje. <input type="checkbox"/> - Kontroller alle deler for skader og slitasje. <input type="checkbox"/> ④ Kontroller lagerklaring, juster hvis nødvendig. <input type="checkbox"/> ⑤ Kontroller at navkapslene er korrekt tiltrukket.	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Krever løpende kontroll, hver 1-3 uke etter behov					

1) Etter første kjøretur med belastning, likeledes ved hvert hjulbytte.

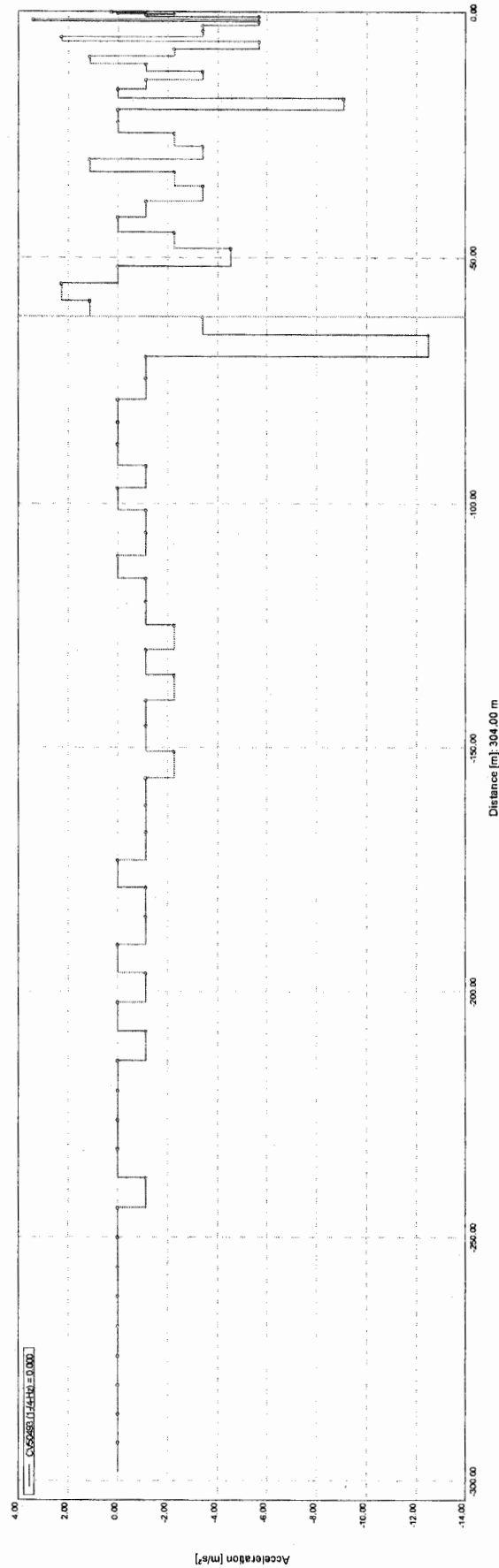
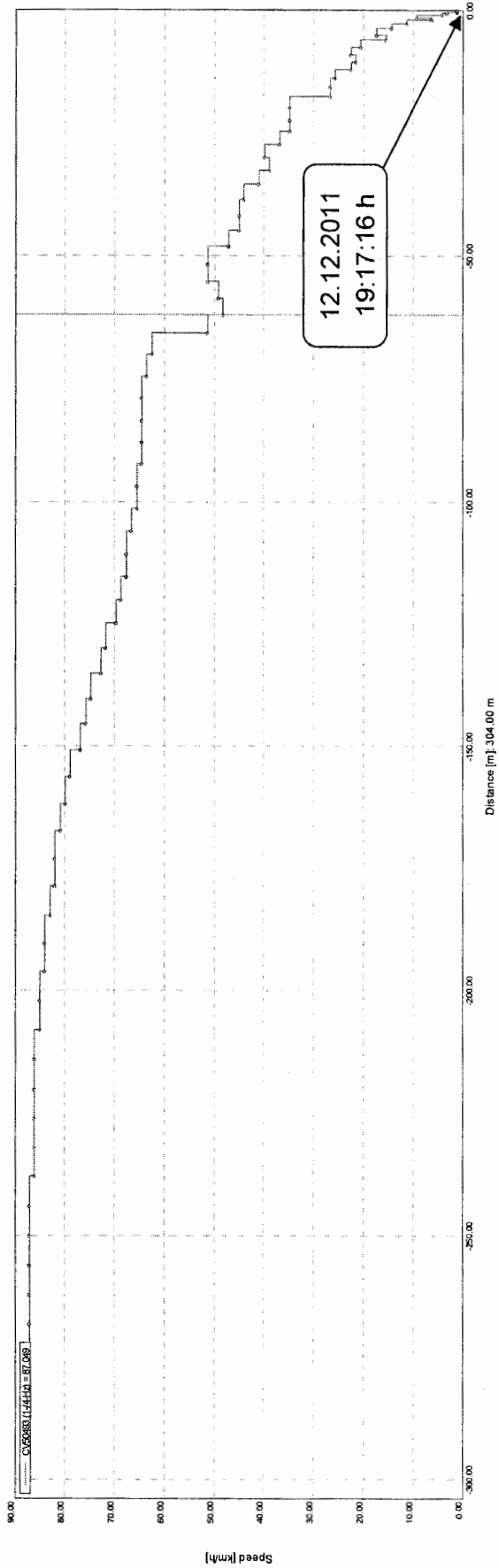
2) BPW anbefaler generelt 500.000 eller hvert 3. år, ved nordisk klima 350.000 eller hvert 2. år

OBS: INGEN GARANTI

3) Etter lang ståtid skal bremsearmene kontrolleres og nokkaksellagrene smøres.



Geschwindigkeit und Beschleunigung während der letzten 20 Sekunden



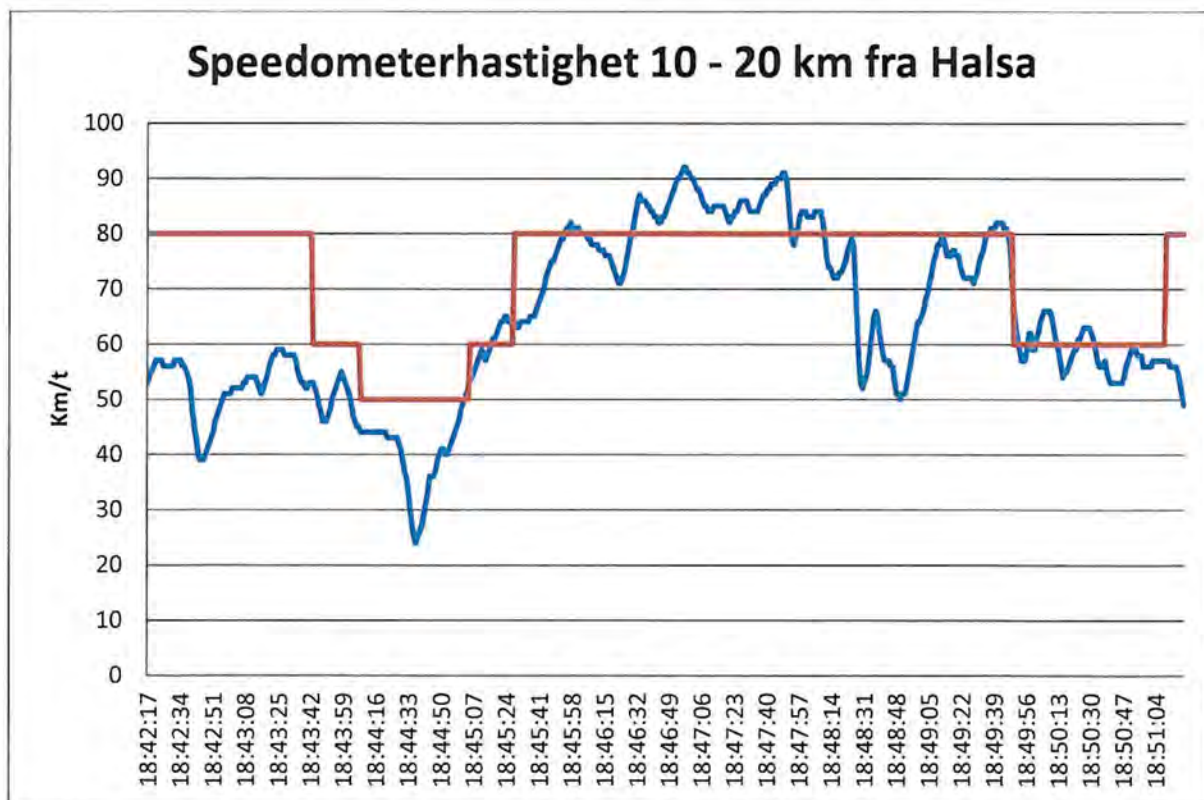
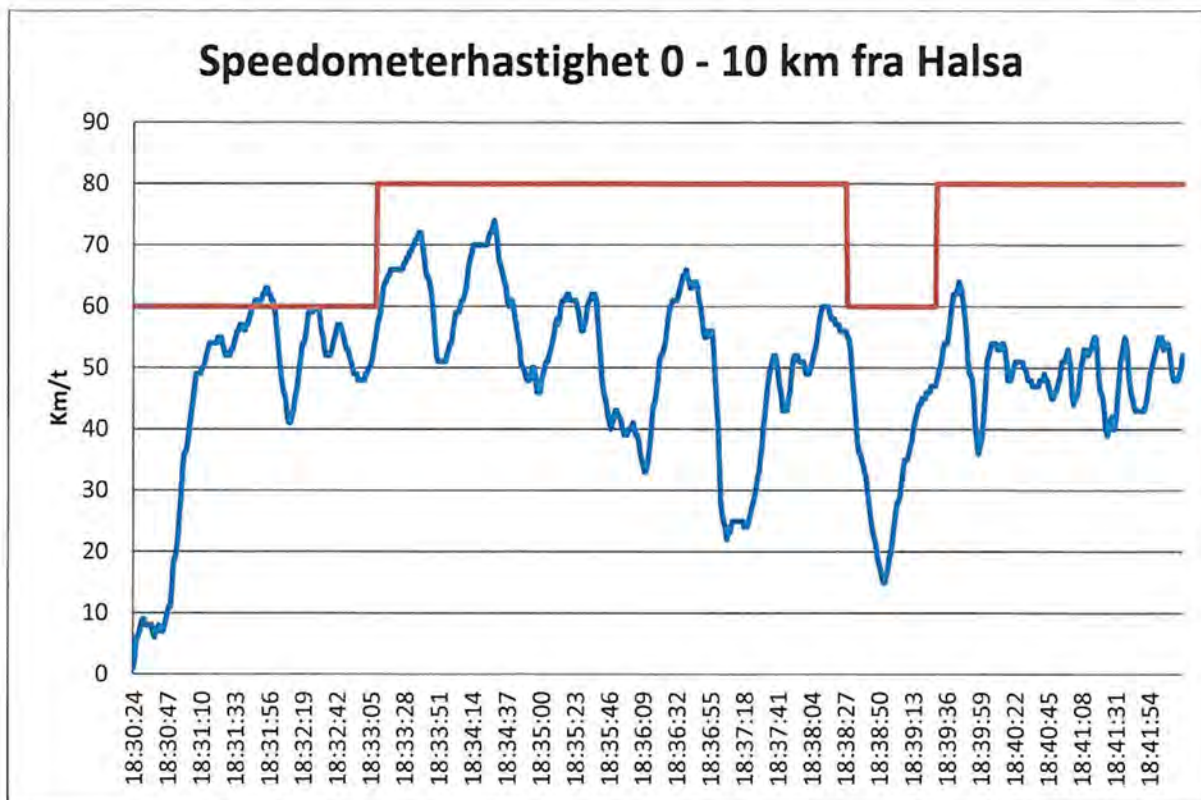
Geschwindigkeit und Beschleunigung über den letzten ca. 304 Metern

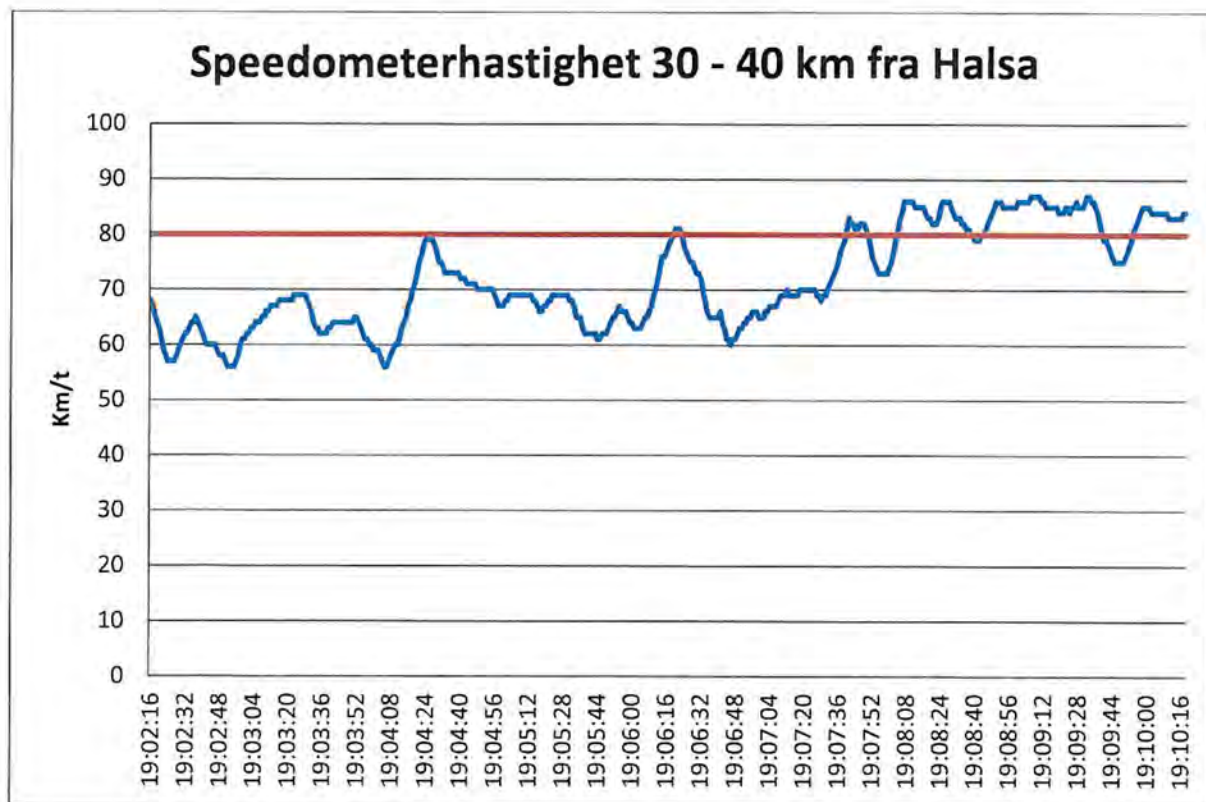
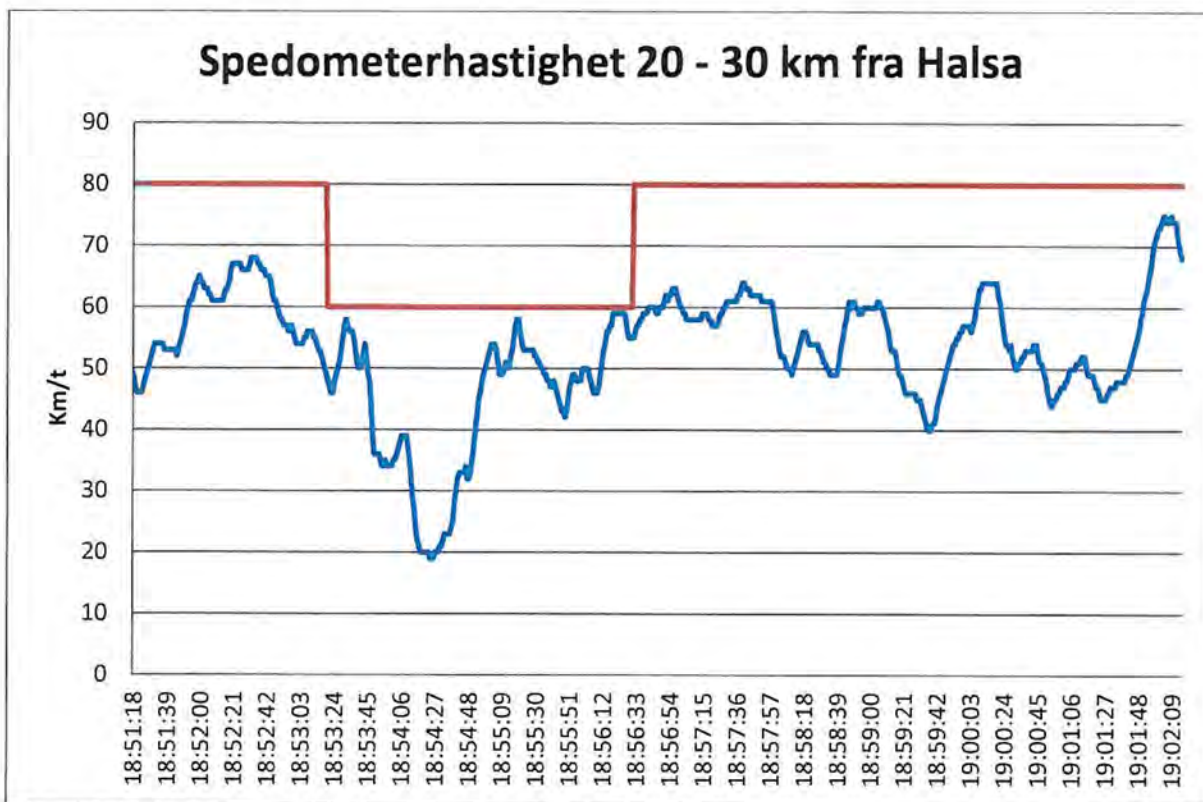


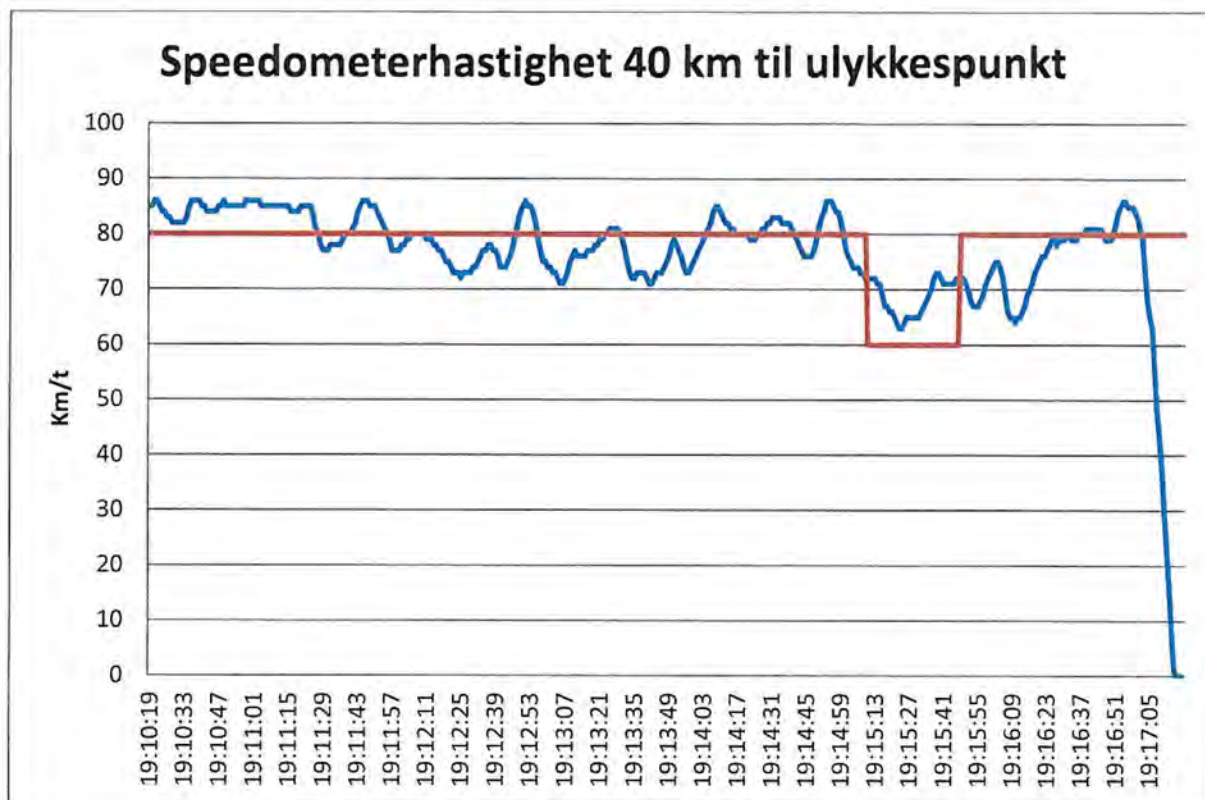
SERVICE SKJEMA FOR VEDLIKEHOLD AV KJERRER/TRAILERE/SLEP HENGERE

Service - intervall = minimum hver 2. måned eller iflg pla	Utført	Merknader	
Smøring av alle punkter			
Alle luftslanger/koblinger sjekkes for lekkasje			
Luftputer kontrolleres for skade samt lekkasje			
Lufttanker tømmes for vann			
Bremsebånd / bremseklosser kontrolleres			
Fjærbrems/ parkeringsbrems kontrolleres			
Chassis kontrolleres for sprekker, rust og slitasje			
Svingkrans og bolter kontrolleres			
Alle container låser kontrolleres			
Låssikringer for container lås kontrolleres			
Hjulbolter/mønsterdybde og luft-trykk kontrolleres			
Alle lys/ reflekser kontrolleres(obs korrosjon)			
ABS - kontrolleres			
Funksjonskontroll av alle lys			
Kontroll av slitasje i dragøye			
Måle slaglengder			
Kontroll av nokk - akslinger			
Kontroll av hjullager - slakke/ulyd			
Kontroll av fjærforinger, draband og støtdempere			
Kontroll av slakke i drag			
Kommentarer:			

Reg nr :	Utført av :
Km stand :	Dato :







Hastighet inn mot ulykkesstedet:

