

# RAPPORT

Vei 2010/01



## RAPPORT OM UTFORKJØRINGSULYKKE MED BUSS PÅ RV 72 VED GARNES I VERDAL 24. NOVEMBER 2007



English summary included

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

**INNHOLDSFORTEGNELSE**

MELDING OM ULYKKEN .....	3
SAMMENDRAG.....	4
ENGLISH SUMMARY .....	5
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER.....	6
1.1 Hendelsesforløp.....	6
1.2 Ulykkestedet.....	7
1.3 Personskader .....	9
1.4 Overlevelsesaspekter .....	11
1.5 Skader på kjøretøy.....	12
1.6 Andre skader .....	13
1.7 Trafikanter.....	13
1.8 Kjøretøy og last .....	14
1.9 Vær- og føreforhold.....	15
1.10 Vei- og trafikkforhold.....	17
1.11 Drift og vedlikehold av vei .....	18
1.12 Tekniske registreringssystemer .....	23
1.13 Medisinske forhold .....	24
1.14 Spesielle undersøkelser og beregninger.....	24
1.15 Lover, forskrifter og retningslinjer .....	25
1.16 Myndigheter, organisasjoner og ledelse .....	26
1.17 Andre opplysninger .....	27
1.18 Iverksatte tiltak.....	28
2. ANALYSE.....	28
2.1 Innledning .....	28
2.2 Hendelsesforløpet og samspillet i trafikksystemet.....	29
2.3 Drift og vedlikehold av vei .....	31
2.4 Vurdering av skadeomfang og redningsarbeid .....	33
2.5 Busselskapets håndtering av ulykken.....	34
3. KONKLUSJON .....	35
3.1 Operative og tekniske faktorer.....	35
3.2 Bakenforliggende faktorer .....	35
3.3 Andre undersøkelsesresultater .....	36
4. SIKKERHETSTILRÅDINGER.....	36
REFERANSER.....	38
VEDLEGG .....	39

## RAPPORT OM VEITRAFIKKULYKKE

Dato og tidspunkt:	Lørdag 24. november 2007 kl. 0805
Ulykkessted:	Garnes i Verdal kommune, Nord-Trøndelag fylke
Vegnr, hovedparsell (hp), km:	Rv 72, hp 02, km 05,175
Ulykkestype:	Utforkjøringsulykke
Kjøretøy type og kombinasjon:	Buss VE 86124 - Volvo B12, Carrus Delta 501
Type transport:	Turkjøring
Transportør:	Trønderbilene AS

## MELDING OM ULYKKEN

Beredskapsvakten hos Statens havarikommisjon for transport (SHT) ble varslet om ulykken lørdag 24. november 2007 kl. 0910 av Vegtrafikksentralen (VTS) i Oslo.

Meldingen gikk ut på at en buss med 44 passasjerer hadde kjørt utfor veien og veltet på Rv 72 i Inndalen i Verdal kommune i Nord-Trøndelag. Det ble meldt om flere omkomne og meget alvorlig skadde passasjerer. Flere av passasjerene satt også fastklemt i bussen. SHT besluttet å sende havariinspektører til ulykkesstedet, som ankom kl.1210.



Figur 1: Oversiktskartet viser ulykkesstedet.

## SAMMENDRAG

Lørdag 24. november arrangerte Trønderbilene AS (TB) en velferdstur med buss for ansatte med ledsagere til Østersund i Sverige. Turen startet fra Steinkjer litt etter kl. 0700 om morgenen. Etter stopp i Verdal fortsatte turen på Rv 72 til Steinegropa (kryss Rv 758), hvor de siste passasjerene ble tatt på. Da bussen startet på siste etappen mot Østersund hadde den 44 passasjerer i tillegg til føreren.

Etter at bussen hadde tatt på de siste passasjerene foretok sjåføren en prøvebremsing for å sjekke føreforhold og veigrep. Han konkluderte med at han hadde god bremsevirkning og at det var godt veigrep. På strekningen fra Verdal til ulykkesstedet lå bussens hastighet i området 70-80 km/t.

Etter å ha kjørt ca. 5 km etter siste stopp, kjørte bussen kl. 0805 inn i en forholdsvis skarp venstresving som gikk over i en skarpere høyresving. I inngangen til høyresvingen mistet bussen veigrepet og begynte å skrense mot venstre. Bussen krysset over i motgående kjørefelt og skled ut av veibanen. Her veltet bussen over på siden og traff en steinblokk som lå i veigrøfta. Passasjerene som ikke var festet med bilbelte ble kastet over mot venstre side, og noen passasjerer falt ut av de knuste vinduene. Totalt omkom 3 personer og 11 personer ble alvorlig skadet i ulykken.

Før bussen kjørte inn i ulykkessvingene passerte den et fareskilt som varslet farlige svinger. Det var redusert sikt gjennom den første svingen, og det var heller ikke satt opp bakgrunnsmarkering gjennom svingene som påminnet føreren om behovet for fartsreduksjon.

Det var vinterføre med godt veigrep på den siste strekningen fram mot ulykkesstedet, men i ulykkessvingene var friksjonen lavere på grunn av is og rimdannelse forårsaket av vanndamp fra elva Inna. Mesta AS, som hadde ansvar for drift og vedlikehold av denne strekningen, hadde flere ganger denne morgenen vurdert føreforholdene på den aktuelle strekningen men fant det ikke nødvendig iverksette friksjonsforbedrende tiltak. Dette ble først gjort omtrent samtidig som ulykken inntraff.

Deler av veistrekningen ble i perioden 1975 til 1986 utbedret, men på ulykkesstedet ble det ikke gjort noe på grunn av konflikt med grunneierne. Dette medførte bl.a. at det i veigrøften var flere store steiner og et ujevnt sideterreng. Steinene og det ujevne sideterreng førte til store materielle skader på bussen, og det alvorlige skadeomfanget på flere av passasjerene.

Varslingen av ulykken var ikke optimal da det var forsinkelse i trippelvarslingen, mens redningsarbeidet fungerte bra. Det var direkte livreddende for 2 personer med indre blødninger at disse ble fraktet til sykehuset for en sekundær medisinsk undersøkelse, etter at de først hadde blitt behandlet på ulykkestedet.

Føreren av bussen var en erfaren sjåfør som hadde arbeidet i selskapet siden 1977. Han passerte det oppsatte fareskiltet før ulykkessvingene med en hastighet på omkring 80 km/t, og reduserte deretter hastigheten før og gjennom den første svingen. SHT mener at hastigheten inn i og gjennom ulykkessvingene var for høy, da den ikke ga tilstrekkelige sikkerhetsmarginer selv på godt vinterføre.

Trønderbilene AS var godt forberedt på situasjonen som oppsto gjennom sin katastrofeberedskapsplan, og hadde gjennomført flere øvelser i samarbeid med ambulanse og redningstjenesten. De håndterte ulykken på en profesjonell måte.

Som følge av denne undersøkelsen har SHT gitt fire sikkerhetstilrådninger.

## ENGLISH SUMMARY

On Saturday 24th of November Trønderbilene AS (TB) arranged a welfare trip by bus for employees with companions to Östersund in Sweden. The trip started from Steinkjer shortly after 0700 in the morning. After a stop in Verdal, the trip continued on highway 72 to Steinegropa (crossing highway 758), where the last passengers came onboard. When the bus started on the last leg against Östersund, there were 44 passengers in addition to the driver.

After the last passengers arrived onboard, the driver made a test of the brakes to check road conditions and road grip. He concluded that he had a good braking effect and that there was good grip. On the stretch from Verdal to the scene of accident the bus speed was in the range 70-80 km / h.

At 0805, about 5 km after the last stop, the bus was driving into a fairly sharp curve to the left that went into a sharp right curve. In the entrance to the right curve the bus lost traction and started skidding to the left. The bus crossed into the oncoming lane and skidded off the road. The bus rolled over and hit a boulder in the ditch. Passengers who were not secured with seat belts were thrown toward the left side, and some passengers fell out of the broken windows. A total of 3 persons were fatally injured and 11 persons were seriously injured in the accident.

Before the bus drove into the curves of the accident, it passed a warning sign that said dangerous curves. It was reduced visibility through the first bend, and it was no background marks through the curves to remind the driver of the need for speed reduction.

It was winter conditions with a good grip on the last stretch up to the scene of accident, but in the curves the friction were lower due to ice and frost caused by water vapor from the river Inna. Mesta AS, which was responsible for operation and maintenance of this stretch, had several times that morning reviewed the conditions on the stretch but not found it necessary to implement friction-enhancing measures. This was done for the first time around the time of the accident.

Parts of the stretch of road were improved in the period 1975 to 1986, but on the scene of accident, nothing had been done due to conflict with the landowners. As a result there were several large rocks in the ditch and a rough terrain beside the road. The rocks and the rough terrain led to major material damage on the bus, and severe injuries on several of the passengers.

The notification of the accident was not optimal as there was a delay in the triple alert, while rescue operations worked well. It was direct life-saving for two persons with internal bleedings that they were transported to the hospital for a medical examination after they had first been treated at the scene of accident.

The driver of the bus was an experienced driver who had worked for the company since 1977. He passed the warning sign before the accident curves at a speed of about 80 km / h, and then reduced speed before and during the first turn. AIBN believes that speed into and through the accident curves were too high, as it did not provide sufficient safety margins even in good winter conditions.

Trønderbilene AS was well prepared for the situation that arose through its disaster contingency plan and had conducted several drills in cooperation with the ambulance and rescue services. They handled the accident in a professional manner.

As a result of this investigation the AIBN has made four safety recommendations.

# 1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

## 1.1 Hendelsesforløp

Lørdag 24. november arrangerte Trønderbilene AS (TB) en velferdstur med buss for ansatte med ledsagere til Østersund i Sverige. Bussen som ble benyttet tilhørte TB, og ble valgt da den hadde god bagasjeplass og toalett. Bussen var ikke bemannet med fast sjåfør da det var meningen at 4-5 av deltagerne på turen, som også var sjåfører i selskapet, skulle dele på kjøringen.

Turen startet fra Steinkjer litt etter kl. 0700 om morgenen. Etter stopp i Verdal fortsatte turen på Rv 72 til Steinegropa (kryss Rv 758), hvor de siste passasjerene ble tatt på. På første del av denne strekningen var det islagt asfalt. Da bussen startet på siste etappen mot Østersund hadde den 44 passasjerer i tillegg til føreren.

Like etter at bussen hadde startet fra Steinegropa kl. 0800 foretok sjåføren en prøvebremsing for å sjekke føreforhold og veigrep. Han konkluderte med at han hadde god bremsevirkning og at det ikke var spesielt glatt på veien. På strekningen fra Verdal til ulykkesstedet lå bussens hastighet i området 70-80 km/t.

Etter å ha kjørt ca. 5 km etter siste stopp, kjørte bussen inn i en forholdsvis skarp venstresving som gikk over i en skarpere høyresving. I inngangen til høyresvingen mistet bussen veigrepet og begynte å skrense mot venstre. Bussen krysset over i motgående kjørefelt og skled ut av veibanen. Her traff venstre bakhjul en stor stein som lå i grøfta. Denne steinen slo bakakselen ut av stilling og punkterte ytre venstre hjul. Dette førte til at luftfjæringen kom ut av stilling, slik at bussen ble ca. 20 cm lavere på venstre side.

Bussen fortsatte deretter ca. 15 m langs veigrøfta, samtidig som den veltet over mot venstre. Da bussen la seg på siden traff midtre delen av venstre vindusrekke en steinblokk som lå i veigrøfta. Vinduer og vindusstolper på bussens venstre side ble knust fra midtre del og bakover. Passasjerene som ikke var festet med bilbelte ble kastet over mot venstre side, og noen passasjerer falt ut av de knuste vinduene. Totalt omkom tre personer og 11 personer ble alvorlig skadet i ulykken. Føreren og alle overlevende passasjerene ble transportert til sykehus for behandling/kontroll.



Figur 2: Oversikt fra ulykkestedet. (Kilde Trønderavisa)



Figur 3: Bildet viser bussens sluttposisjon. (Kilde Trønderavisa)

## 1.2 Ulykkestedet

Veien på ulykkestedet, som ligger ved siden av elven Inna, var dekket med snø/is. Personellet i den første ambulansen som kom til stedet registrerte ikke at veien var spesielt glatt fra de kjørte inn på Rv 72 i Verdal til de ankom ulykkestedet. Da de gikk ut av bilen på ulykkestedet registrerte de derimot at veibanen var meget glatt, og at de





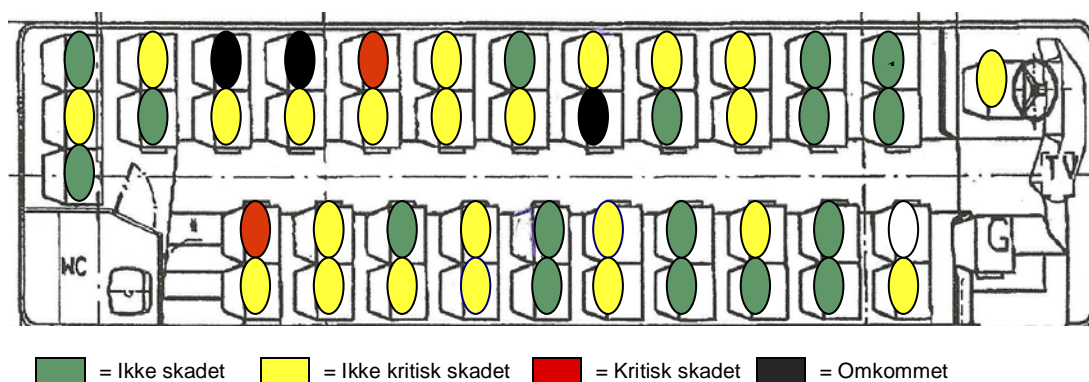


Figur 5: Bildet viser oversikt fra ulykkesstedet.

### 1.3 Personskader

#### 1.3.1 Skadevurdering på ulykkesstedet

Ved ankomst til ulykkesstedet foretok ambulanse- og helsepersonell en vurdering av skadeomfanget i forhold til påkrevd behandling. De registrerte at 3 av passasjerene hadde omkommet, 2 var alvorlig skadet, 23 var lettere skadet og 17 personer var uskadet. Angivelse av skadegrad og plassering av passasjerene vises i figur 6.

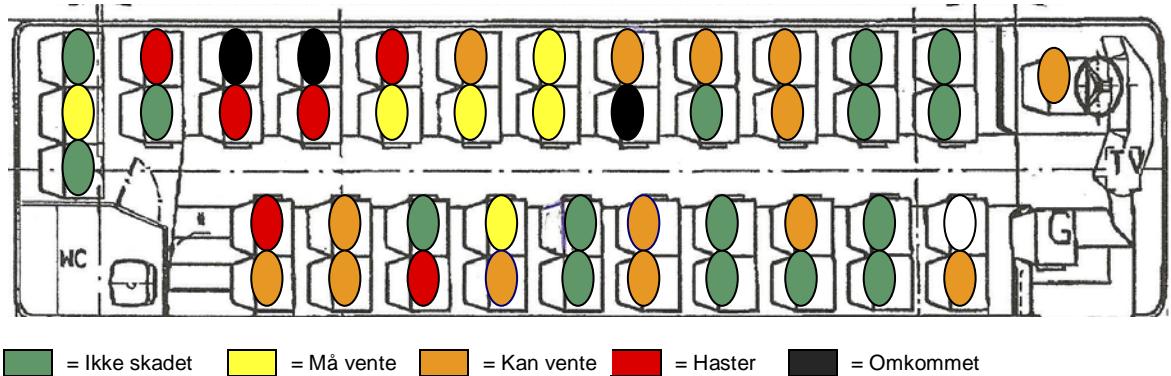


Figur 6: Passasjerers plassering i bussen i forhold til initial skadevurdering på ulykkesstedet.

#### 1.3.2 Skadegradering og prioritering på sykehuset

Ved kontroll på Levanger sykehuset ble det registrert skader på ytterligere 2 personer, slik at totalt antall skadde var 27. Det viste seg i ettertid at den andre kontrollen var direkte livreddende for 2 personer som hadde indre blødninger.

Skadegradsvurderingene som ble gjort av de overlevende på sykehuset viste at 6 personer måtte behandles umiddelbart (haster), mens 14 av de skadde kunne vente. I tillegg var det 6 personer som ble prioritert etter disse 14 personene. Oversikt over passasjerers plassering i bussen i forhold til skadegradering og prioritering ved mottakelse på sykehus vises i figur 7.



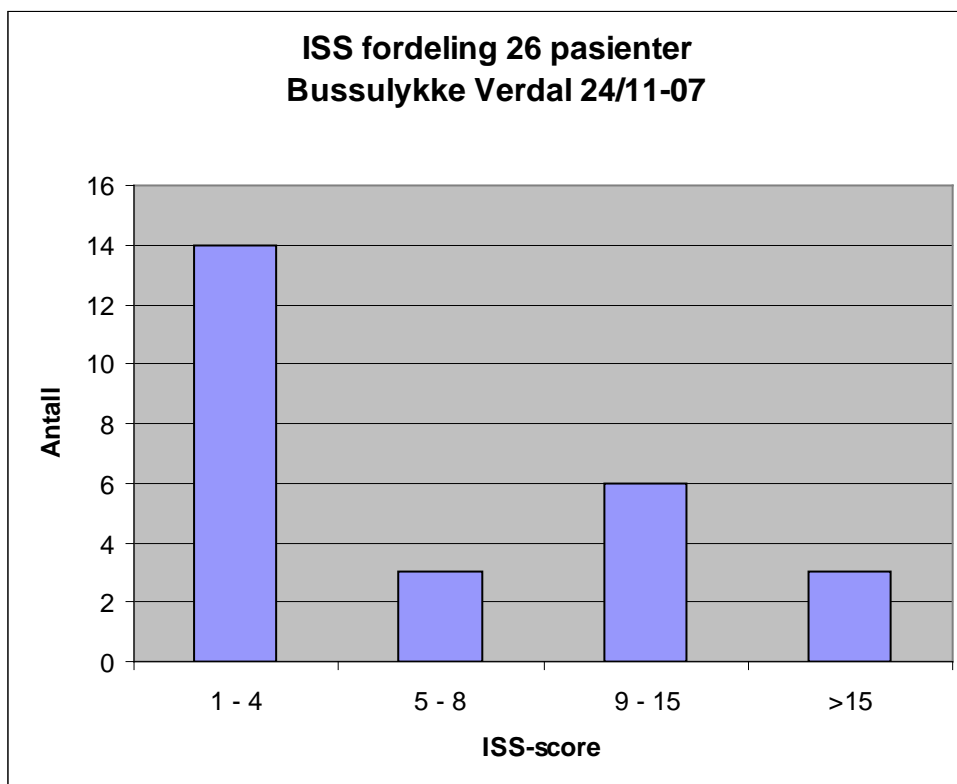
Figur 7: Passasjerers plassering i bussen i forhold til skadegradering og prioritering ved mottakelse på sykehus.

### 1.3.3 Skadegradering etter AIS og ISS skalaen.

AIS (Abbreviated Injury Scale) er en detaljert liste over alle skader et menneske kan pådra seg. Hver skade gis en alvorlighetsgrad som varierer fra 1 (mildest) til 6 (alvorligst) – se vedlegg A.

ISS (Injury Severity Score) baseres på AIS-scoren etter et system hvor man kvadrerer den alvorligste AIS-scoren i hver kroppsregion og summerer de tre alvorligste av disse. Denne skalaen går fra 1 (mildest) til 75 (alvorligst). En pasient med AIS score 6 får automatisk ISS 75. ISS angir alvorlighetsgraden for alle skadene på hele kroppen sammenlagt.

Av de 26 overlevende pasientene var den høyeste ISS scoren 26. Ni pasienter hadde bare skrubbsår som eneste skader og alle får da ISS 1. Gjennomsnittlig ISS er 6,4 for de 26 pasientene. Alvorlig skade er definert som ISS > 15. Tre pasienter (11,5 %) var alvorlig skadet. Fordeling av skadegrad vises i figur 8.



Figur 8: Fordeling av skadegrad blant de 26 skadde passasjerene.

## 1.4 Overlevelsesaspekter

### 1.4.1 Varsling av nødetatene

AMK-sentralen i Namsos ble varslet om ulykken fra mobiltelefon kl. 0811. Meldingen gikk ut på at det hadde vært en bussulykke på Rv 72 mellom Garnes og Vaterholmen. Innringer ga følgende melding:

*”Stor bussulykke, rundvelt, ca. 50 personer, bare voksne, flere fastklemmt, flere ligger under bussen, flere som blør, flere døde, ca. 25 har kommet seg ut av bussen med uklare skader.”*

AMK varslet politiet kl. 0814. De ba samtidig om at politiet varslet brannvesenet om ulykken. Kl. 0817 mottok Verdal brannvesen melding om ulykken fra politiet. Kl. 0835 varslet politiets operasjonssentral bergingsselskap (bergingsbil), som rykket ut umiddelbart.

Første ambulanse ankom ulykkesstedet kl. 0831, mens ytterligere 5 ambulanser og luftambulanse ankom fortløpende. Politiet ankom ulykkesstedet med første patrulje kl. 0845.

### 1.4.2 Skadestedsarbeidet

Da første ambulanse ankom ulykkesstedet var fremdeles de tre omkomne og to kritisk skadde personene i og ved bussen. Ingen av disse var fastklemmt. De øvrige passasjerene var evakuert. Umiddelbar evakuering av de to kritisk skadde ble iverksatt. 17 av de skadde personene ble fortløpende transportert med ambulanse til Sykehuset Levanger, mens 7 personer ble transportert med luftambulanse til St. Olavs hospital i Trondheim.

Tilsynelatende uskadde ble fulgt opp i et bolighus som lå et lite stykke fra skadestedet. Alle ble tatt hånd om av et helseteam fra Levanger sykehus. Passasjerene ble deretter transportert i buss til Levanger sykehus hvor alle på nytt ble sjekket. Kl. 1105 var alle personer fraktet fra ulykkesstedet.

#### 1.4.3 Sikkerhetsutstyr i bussen

Det var montert 2-punkts sikkerhetsbelte (hoftebelte) på førersetet, samt på alle passasjeretene i første seterad og på setet i enden av midtgangen i bakre seterad. Føreren brukte bilbelte, mens ingen av passasjerene som satt i sete hvor bilbelte var montert benyttet dette. Det er ikke forskriftsmessige krav til montering av bilbelter i denne bussen.

#### 1.4.4 Evakuering og nødutganger i bussen

Bussen hadde totalt åtte nødutganger. Det var tre nødutgangsvinduer på hver side der glasset i vinduene kan knuses med en spiss hammer, samt tre nødutgangsluker i taket. I tillegg tilfredsstilte begge dørene på høyre side kravet til nødutgangsdør.

Passasjerene evakuerte bussen gjennom bakre høyre sidedør. I tillegg benyttet en del av passasjerene venstre sideruter og frontruten som ble knust og falt ut i forbindelse med ulykken.

### 1.5 **Skader på kjøretøy**

Ytre venstre dekk punkterte og felgen ble skadet etter sammenstøtet med en stein i veigrøfta. Bakaksel på bussen ble samtidig slått ut av stilling på venstre side da begge støttestag på denne siden løsnet/ble slått av.



Figur 9: Bakaksel slått ut av stilling på venstre side. Pilene viser brudd i stagene som holdt bakakselen i riktig posisjon.



Figur 10: Deformasjon av bussens tak over en lengde på ca. 6 meter.

Det ble også påført skader på hele bussens venstre karosseriside. I området mellom for- og bakakselen var samtlige ruter knust, og vindusstolpene revet av. Bussens tak var også trykket inn og ned mot setene i dette området. Den største deformasjon på taket ble registrert midt på bussens venstre side sett i lengderetning. Her var taket trykket inn ca. 0,4 meter i forhold til opprinnelig sidebegrensning, og ned ca. 0,2 meter i forhold til

opprinnelig høyde. Figur 9 og 10 viser utvendige skader på bussen. Bussens venstre karosseriside fra nedkant av vinduene og opp til taket var også trykket inn.

Innvendig var det i tillegg til skadene i taket påført skader på flere av setene. Disse skadene ble påført av usikrede passasjerer som ble forflyttet da bussen veltet og skled på siden i veiens sideterreng. Innvendige skader i bussen vises på figur 11 og 12. Detaljert oversikt over innvendige skader i bussen påført av passasjerene vises i vedlegg B.



Figur 11: Bildet viser seterygg som er trykket forover.



Figur 12: bildet viser seterygg som er presset bakover.

## 1.6 Andre skader

Det ble ikke påført skader på veien eller veiens sideterreng. En telefonstolpe som var plassert på veiens venstre side knakk da bussen veltet mot denne.

## 1.7 Trafikanter

### 1.7.1 Bussjåføren

Føreren av bussen var norsk statsborger, mann 51 år, med førerkort i klasse ABCEDEMST. Han ervervet førerkort for buss (klasse D og DE) i januar 1977. Han begynte å arbeide for Fylkesbilene i Nord-Trøndelag (nå Trønderbilene AS) i desember samme år. Føreren hadde i tillegg til variert erfaring som sjåfør på buss og vogntog, også lang erfaring fra sikkerhetsarbeid i firmaet. Han hadde blant annet vært aktivt med på gjennomføring av det interne kurset "aktiv sikkerhet" (se kap 1.16.1.2). Han hadde kjørt strekningen forbi ulykkesstedet flere ganger tidligere.

Det er ikke avdekket forhold som tyder på at bussføreren var sliten forut for kjøreturen. Han har opplyst til SHT at han hadde spist og sovet godt før turen startet.

## 1.7.2 Passasjerene

Av passasjerene var det 24 kvinner og 20 menn i alder mellom 29 år og 78 år. Tabell 1 viser oversikt over passasjerenes alders- og kjønnsfordeling.

Tabell 1: Passasjerenes kjønns- og aldersfordeling.

Alder	Menn	Kvinner	Totalt
70 ≥	2		2
60 - 69	8	10	18
50 - 59	4	9	13
40 - 49	3	4	7
30 - 39	2	1	3
30 ≤	1		1
Totalt	20	24	44

## 1.8 Kjøretøy og last

Bussen var en Volvo B12 B/6000, 1993-modell, med Carrus Delta Star 501 busspåbygg, registrert med totalt 46 sitteplasser inkludert fører. Det var en toakslet buss med drift på bakakselen, og med motor og drivverk plassert bak denne. Bussens kilometerstand på ulykkestidspunktet var 701 885. Den ble overtatt av Trønderbilene AS i januar 1998 i forbindelse med oppkjøp av et annet firma. Bussen ble siste gang godkjent i periodisk kontroll i april 2007 ved kilometerstand 674 650. Ved kontroll av bussen etter ulykken ble det ikke påvist tekniske feil eller mangler som har medvirket til ulykken.

### 1.8.1 Dekkustrustning

Bussen var utstyrt med godkjente vinterdekk på både for- og bakaksel. Alle dekkene hadde dimensjoner som angitt i bussens vognkort.

På forakselen var det montert Continental HSW vinterdekk med pigger beregnet for bruk på foraksel (styrende hjul), mens det på bakakselen var montert dekk av type Semperit. Samtlige dekk på bakakselen hadde pålagt ny Bandag bane med Continental HDW vintermønster uten pigger. Dette mønsteret var utformet for bruk på drivaksel (merket HDW). Banepåleggingen var utført av Dekkmann AS. Dekkenes mønsterdybde på for- og bakakselen var 12 mm. Dette ligger innenfor forskriftenes krav til mønsterdybde for vinterdekk.

Statens vegvesen målte dekkenes shoreverdi (gummiens hardhet). Framhjulsdekkene hadde shoreverdi 66. Drivhjulsdekkene hadde shoreverdi 63-68. Som referanse målte Statens vegvesen nye ikke-innkjøpte dekk hos dekkforhandler. Disse hadde shoreverdi tilsvarende de verdiene som ble målt på bussens dekk.

### 1.8.2 Bremsesystem

Bussen var utstyrt med trykkluftmekanisk bremsesystem med trommelbremses på samtlige hjul. I tillegg var bussen utstyrt med en hydraulisk retarder<sup>1</sup> av merket Voith. Bremsene var utstyrt med ABS-system som virket både på bussens ordinære bremsesystem og ved bruk av retarderen. Retarderen kunne aktiveres ved hjelp av en

<sup>1</sup> Tilleggsbrems som virker på mellomakselen og overfører bremsevirkning til drivhjulene.

bryter som var montert på dashbordet. Denne bryteren hadde tre posisjoner som anga følgende betjeningsinnstillinger:

- Posisjon 0: Retarder deaktivert
- Posisjon 1: Retarder aktiveres ved betjening av egen hendel ved rattet. Hendelen kan betjenes fra hvilestilling uten bremsevirkning, trinnvis til maks effekt.
- Posisjon 2: Retarder aktiveres enten ved bruk av fotbrems eller ved betjening av hendel ved rattet.

Ved den tekniske kontrollen etter ulykken sto betjeningsbryteren for retarderen i posisjon 2.

Ved kontroll av brems ble bremsebandtykkelsen målt til mellom 10 mm og 12 mm på samtlige hjul. Bremshevarmenes slaglengder ble målt på alle hjulene, og bevegelsen lå mellom 18 mm og 25 mm. De målte verdiene for bremsebandtykkelse og slaglengder ligger innenfor bilfabrikantens toleransegrenser.

## **1.9 Vær- og føreforhold**

### **1.9.1 Observasjoner**

Statens vegvesen, som gjennomførte åstedsundersøkelsen for politiet, opplyser i sin rapport at det var overskyet oppholdsvær da de kjørte på Rv 72 mot ulykkesstedet. Veien var snødekket og temperatur i lufta var ca -1 °C målt med Statens vegvesens beredskapsbil da de ankom ulykkesstedet ca. kl. 0930. I politiets rapport om vegtrafikkuhell blir det angitt at temperaturen på ulykkesstedet var 0 °C.

### **1.9.2 Meteogram og klimastasjoner**

Meteogram<sup>2</sup> for klimastasjonene Sandvika (ca. 25 km øst for ulykkesstedet og ca. 300 m høyere), Åsen (ved E6 ca. 60 km sørvest) og Teveldal (i Stjørdal like ved riksgrensen mot Sverige) gjeldende fra kvelden 23. november og de påfølgende dagene var tilgjengelig for entreprenøren kvelden før ulykken.

Meteogrammene antyder en svak temperaturstigning fra -3 °C tidlig på morgenen den 24. november. Historiske data fra Statens vegvesens klimastasjoner viser samme tendens.

### **1.9.3 Meteorologisk vurdering – sammendrag av rapport fra meteorologiprofessor Reinhard Mook**

Rapporten bygger på topografiske kart, bilder fra ulykkesstedet og samtaler med vitner som er fremkommet i SHTs undersøkelse. Utviklingen av været kvelden og natten i forkant av ulykken er dokumentert ved synoptiske værkart, timevise flymeteorologiske observasjoner på Trondheim lufthavn Værnes, samt morgenobservasjonen på den meteorologiske stasjon Verdal-Reppe. Disse data om inntruffet vær bekrefter de prognostiske meteogrammene for Steinkjer og Sandvika. Men ingen av disse stedene representerer selve ulykkesstedet.

---

<sup>2</sup> Et meteogram er en grafisk fremstilling av værprognosen for et lokalt område.



På bakgrunn av alt innsamlet materiale, er følgende forhold antatt som rimelige (gjeldende for timene i forkant av ulykken):

Vanntemperaturen i elva kan ha ligget mellom ca. 2 og 4°C og lufttemperaturen ved vannflaten mellom -2° og 0°C. Lufttemperaturen inntil veien har sannsynligvis vært kaldere enn vannets frysepunkt, dog varmere enn -2°C. Overflatetemperaturen av den kompakte snøen/isen på veien antas å ha vært mellom -2° og -4°C. For elva legges det til grunn vanddampens metningstrykk på flytende vann, på veibanen metningstrykk på is. Det forutsettes vind fra 2 m/s - til maksimalt 4 m/s langs elvas flytretning og mot skråningen ved ulykkesstedet.

#### Snø på veien

Det meteorologiske kildematerialet som er anført ovenfor, viser at det hadde falt snø ved en bakketemperatur omkring frysepunktet på kveld og tidlig natt før ulykken. Trolig har det falt ca. 1 cm snø i løpet av 4 til 5 timer etter siste brøyting, som ble utført ca kl. 2000 kvelden før. Under de gitte forhold har snøen utvilsomt inneholdt en forholdsvis stor andel av flytende vann. Etter midnatt avtok snøbygene, skydekket sprakk opp og temperaturen i snøen på veibanen avtok. Det antas videre at det etter brøytingen kvelden før hadde vært trafikk på veien som komprimerte den våte snøen og presset ut flytende vann. I så fall har dette meget sannsynlig medført at det ble dannet et islag på veien som følge av snøfallet og trafikken. Et slikt fenomen ville neppe ha begrenset seg til ulykkesstedet, men skapt føre med en film av is på mer eller mindre hele strekningen der våt snø hadde falt og temperaturen hadde underskredet frysepunktet og det ikke var saltet.

#### Fuktig luft fra elva Inna

Her siteres fra rapporten:

*”Vannflaten vil være en kilde for vanddamp, sno nedover dalen vil føre trajektorier muligens på flere hundre meters lengde over vannet rett mot ulykkesvingen. Om overflatetemperaturen av veien ligger under dugg- hhv. frostpunktet vil dugg hhv. rim settes av.”*

#### Rim på isen

Den regionale fordelingen av lufttrykket, som ga vind fra sørøst etter at nedbøren hadde sluttet, tilsa i le av fjell mot Sverige, topografisk betinget synkende luft, og av den grunn relativt tørr luft i området. Forskjellen mellom luft- og duggpunktstemperatur (”spread”) observert på Værnes og på Reppe, hhv. 7 og 5 K, tilsier at det var liten sannsynlighet for rim den aktuelle morgenen, unntatt lokalt nær kilder for vanddamp.

På ulykkesstedet var det derimot sannsynlig at lufttemperaturen har vært betydelig nærmere duggpunktstemperaturen. Dette både på grunn av avgitt følbare varme fra elva og skjult varme ved vanddamp tilført lufta.

Fordampning fra elvas vannflate langs med en trajektorie på flere hundre meter kan under de sannsynlige temperaturforhold ha ført til en tilstrekkelig akkumulasjon av vanddamp slik at damp ble fortettet til rim (om enn i små mengder) på veien og dens nærmeste omgivelser, særlig i skråningen fra elva opp til veien.

De kvantitative vurderinger (side 12 i Reinhard Mooks rapport) gjør det sannsynlig at kombinasjonen av elvas vanntemperatur og rådende lufttemperatur, samt gjeldende

temperatur av veidekket (her gjaldt metningsdamptrykk på is), hadde skapt vilkår for rim på det aktuelle stedet.

Lokalt ved ulykkesstedet kan det i tillegg til den antatte filmen av snø/is som er omtalt ovenfor, ha vært vilkår for dannelse av rim på isen, noe som her kan ha betinget særdeles glatte forhold. Rapporten sier at

*”Mengden avsatt rim har trolig vært liten”*

og at

*”Uansett vil rim, i sær på is, erfaringsmessig gi glatt føre.”*

#### Måling av friksjon

Rapporten omtaler også de store usikkerheter som preger måling av friksjon, særlig på våt is og det siteres:

*”Om det på pakket snø eller is antas at måleutstyret viser standardfeil 0,10, vil den faktiske koeffisient i 16 prosent av tilfellene i beste fall være  $\mu = 0,15$ , skjønt målingen viser verdien 0,25.”*

#### Konklusjon:

Rapporten konkluderer med følgende:

*”Våt snø på veibanen, trafikk og fall i temperaturen ga opphav til en med is ”glasert” overflate. Fordampning fra Inna og temperaturfallet ved utstråling har på veistrekningen langs med elva ført til avsatt rim (om enn i meget små mengder). Kombinasjonen av rim på isete ”glaserte” flateelementer kan forklare særdeles glatte forhold ved ulykkesstedet, glattere enn om is eller rim på snø hadde opptrådt alternativt hver for seg.”*

Rapporten fra professor Reinhard Mook gjengis i helhet i vedlegg D.

## **1.10 Vei- og trafikkforhold**

### **1.10.1 Riksvei 72**

Riksvei 72 (Jemtlandsveien) er en tofeltsvei med ÅDT<sup>3</sup> på ca 1100 kjøretøy/døgn. Veien er blant annet en viktig ferdselsåre for tømmertransport fra Sverige til Norske Skogs fabrikk på Skogn. Veien er skiltet som forkjørsvveg med generell fartsgrense utenfor tettbebyggd strøk (80 km/t).

Veien hadde på ulykkesdagen is og snødekket asfalt. Veimerkingen var derfor ikke synlig på ulykkestidspunktet.

Fram mot ulykkesvingene går veien i en ca. 1100 meter lang rettlinje fram til en venstresving med radius ca. 125 m. Ca. 150 meter før inngangen til venstresvingen er det skiltet med skilt 102.2 – *”farlige svinger, den første til venstre”*.

Venstresvingen går direkte over i en skarpere høyresving med radius ca. 80-90 m. Denne svingen er vesentlig skarpere enn veinormalkravet. Det var ikke satt opp bakgrunnsmarkeringer gjennom noen av svingene. Vegetasjon og skrånende terreng

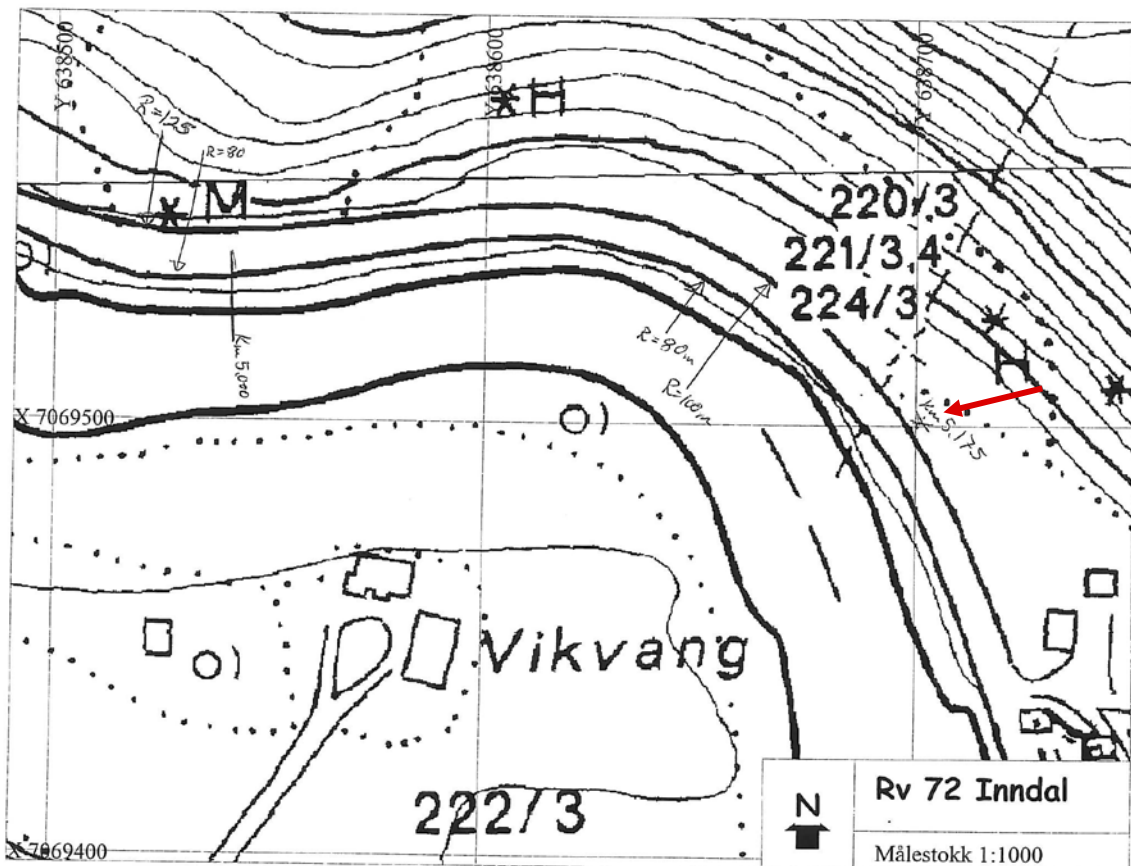
---

<sup>3</sup>Årsdøgntrafikk: Det totale antall kjøretøy som passerer strekningen i løpet av ett år, dividert med 365.

hindret sikten gjennom den første delen av venstresvingen. Deretter var det sikt ut av den påfølgende høyresvingen. Overhøyden (doseringen) gjennom begge svingene er ca. 3 %.

Ulykkessvingene er det første partiet på bussens kjørerute østover hvor Rv 72 og elva Inna har nærkontakt. Det er satt opp rekkverk på høyre side mot elva sett i bussens kjøreretning. På venstre side er det en grøft og en skogkledd skråning oppover. Sideterrenget på venstre side har flere steiner, trær og telefonstolper.

Rv 72 ble utbedret i en periode mellom 1975 og 1986, men ulykkesstedet ble ikke utbedret pga. konflikt med grunneiere. SHT har fått opplyst at nedfall av stein i sideterrenget på ulykkesstedet har ligget "så lenge folk kan huske".



Figur 13: Ulykkessvingene på Rv 72 i Inndalen med påførte svingradier (Kilde: Statens vegvesen).

### 1.10.2 Ulykkesoversikt

I følge Statens vegvesen er det registrert en ulykke med lettere personskade i juli 2001. Dette var en utforkjøring på venstre side, ved km 5,100, med motorsykel. Bilbergingsfirma har registrert flere utforkjøringer uten personskade i denne svingen for trafikk i motsatt kjøreretning.

## 1.11 Drift og vedlikehold av vei

### 1.11.1 Funksjonskontrakter

Mesta AS er ansvarlig entreprenør for drift og vedlikehold av Rv 72 fra krysset med E6 i Verdal til riksgrensen med Sverige gjennom en funksjonskontrakt (1704 Steinkjer),

inngått med Statens vegvesen for perioden 2006 til 2011. Statens vegvesen Nord-Trøndelag distrikt har byggherreansvar for kontrakten.

### 1.11.2 Statens vegvesens krav til vedlikehold

Funksjonskontrakten som omfatter Rv 72, skal driftes etter Statens vegvesens definisjon ”strategi vinterveg” og Håndbok 111 (2003). Veiens ÅDT er 1100, men i følge kontrakten skal den driftes som en vei med ÅDT > 3000 kjøretøy/døgn. Dette er gjort for å øke standardkravene. Følgende standardkrav gjelder for den aktuelle veistrekningen:

- Punktstrøing skal startes ved friksjonskoeffisient  $\mu$  under 0,25 og fullføres innen 1,0 time.
- Helstrøing skal startes ved friksjonskoeffisient  $\mu$  under 0,2 og fullføres innen 2,0 timer.
- Punktstrøing foretas i svinger, bakker, kryss og på rettstrekninger med uoversiktlige avkjørsler.
- I overgangsperiodene kan det benyttes salt eller saltløsning.

I funksjonskontrakt (1704 Steinkjer) har Statens vegvesen listet opp 5 konkrete steder hvor det skal skiltes om vinteren etter egen instruks. Ingen av disse stedene var på Rv 72. Det blir kun skiltet på steder hvor det er snakk om spesielt vanskelige forhold. Ulykkesstedet på Rv 72 var etter Statens vegvesens vurdering ikke et slikt sted.

### 1.11.3 Entreprenørens oppfølging av vedlikeholdskontrakten.

K.A. Jørstad AS er underentreprenør for strekningen Rv 72 fra krysset med E6 til riksgrensen. Kontrakten inneholder både brøyting og strøing for Rv 72, samt flere fylkesveger i området. Totalt utgjør Jørstads ansvar 35,9 km som skal brøytes og 63,1 km som skal strøs.

Mesta AS har utarbeidet egne instruksjoner for vintersesongen (Vinterplan – kundesenter Steinkjer). Instruksjonen er en samling av arbeidsinstruksjoner, sjekklister og skjemaer som skal sikre at vinterberedskapen ivaretas og at Mesta AS leverer rett kvalitet iht. kontraktskravene. Det er utarbeidet en utgave av ”Vinterplanen” for de som er med i ledelsesberedskapen, og en utgave for underentreprenører og Mestas brøytesjåfører.

Før hver vintersesong inviteres underentreprenørene for å gjennomgå føringene i denne planen. Dette er frivillig, men K.A. Jørstad AS deltok i samlingen før den aktuelle vintersesongen.

I følge instruksjonen skal både ledelsesberedskapen, underentreprenørene og Mestas brøytesjåfører til enhver tid holde seg oppdatert på vær-situasjonen og føreforhold gjennom aktiv bruk av værdata, prognoser og annen tilgjengelig informasjon. Basert på dette skal nødvendige ressurser settes inn slik at gjeldende standardkrav opprettholdes. Forhold som kan medføre glatt vei er spesielt nevnt. Andre forhold som nevnes spesielt i instruksjonen er blant annet:

- Styre tiltak som f.eks. strøing ved behov
- Følge opp forbruk/mengder

- Være proaktiv mot underentreprenører/egne
- Være aktivt ute på veien for å foreta friksjonsmålinger og målinger av snødybde/spordybde som loggføres
- Varsle Statens vegvesen om avtalt standard ikke kan opprettholdes
- VTS skal ha vær- og fører rapport hver dag innen 0545, 1400 og 1830

#### 1.11.4 Utførte tiltak på veien før ulykken

Følgende siteres fra Mestas rapport til Statens vegvesen vedrørende utførte tiltak fredag 23. nov. og lørdag 24. nov.:

*”Fredag 23.11*

*Strøing fra kryss E6 til Steingropa utført i løpet av ettermiddagen. Meteogrammet viste nedbør og temperatur rundt 0 grader fredag ettermiddag. Høyling av snø/isdekke fra steingropa (Kryss Rv 758) og oppover utført i løpet av dagen (dette utføres i egen regi). Kjørebane var etter høyling jevn og fri for spor og hadde god friksjon.*

*Det var rutinemessig kontakt fredag ettermiddag ca. kl. 1700 mellom vår kontraktsmedhjelper som utfører strøing på denne strekningen og sjåfører fra Franzefoss som transporterer kalkstein med lastebil og henger på strekningen fra E6 til kryss Fv 155 Tromsdalen. De rapporterte om stødig vinterføre med greie kjøreforhold. Lett snøfall om kvelden (ca. 1 cm). Strekningen ble brøytet ca. kl. 2000 av en av våre kontraktsmedhjelpere.*

*Lørdag 24.11*

*Mesta foretok en vurdering av vær- og føreforhold kl. 0400 og kl. 0600 (gjennom sin kontraktsmedarbeider) og konkluderte med at det ikke var behov for tiltak på det tidspunktet.*

*Ny vurdering ble foretatt kl. 0700 der man konkluderte med bakgrunn i tidligere erfaring at det kunne være behov for punktstrøing på parsellen. Strøbil ble klargjort og punktstrøing var i gang før kl. 0800.*

*Vår ledelsesvakt som da var ute i operativ tjeneste, mottok kl. 0805 melding om bussulykke på Rv 72. Han var på ulykkesstedet ca. kl. 0840.*

*På vei til ulykkesstedet ble friksjonen målt flere steder mellom kl. 0820-0835. Målingene viste en friksjon fra 0,26-0,32. Tiltaksgrense er iht. kontrakten 0,25.*

*Når omfanget av ulykken ble kjent, kontaktet vi vår kontraktsmedhjelper for strøing da vår erfaring viser at det ved kødannelse/berging og lignende blir veibanen ekstra glatt pga. varme fra biler og stor aktivitet på stedet. Han var på det tidspunktet allerede ute for å punktstrø.*

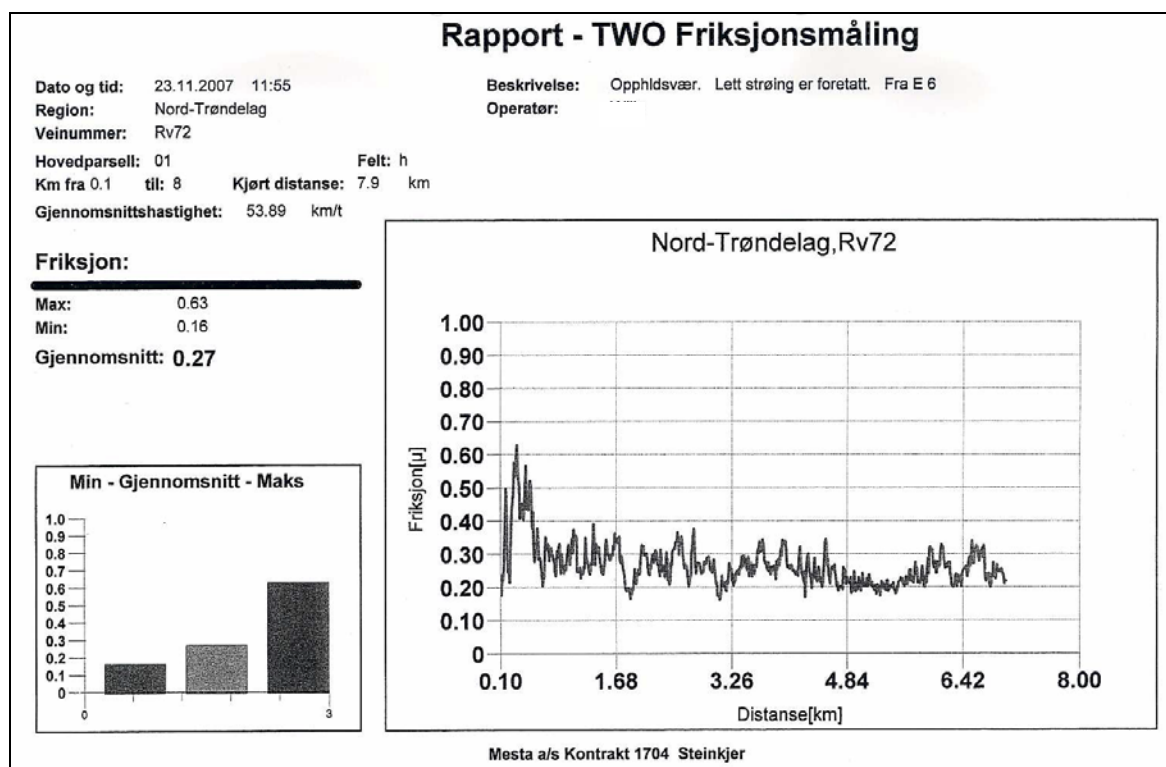
*Vår strøbil ble stående i køen ved ulykkesstedet fra ca. kl. 0845 og slapp igjennom ca. kl. 0915. Det ble da strødd kun i en kjørebane forbi ulykkesstedet pga sikring av spor. Dette var også tilfelle ved retur i motsatt retning. Ulykkesstedet ble først helstrødd i begge kjørefelt ca. kl. 1600.*

*Strekningen, med unntak av selve ulykkesstedet, ble helstrødd når politiet åpnet stedet for trafikk.”*

Ut fra opplysninger SHT sitter inne med har ikke Mesta AS et system som følger opp at nødvendige data og opplysninger som innhentes blir korrekt tolket.

### 1.11.5 Gjennomførte friksjonsmålinger

Ulykkesdagen, og dagen før, ble det gjennomført flere friksjonsmålinger på Rv 72 fra Verdal og fram mot ulykkesstedet. Målingene ble foretatt både av Mesta AS og av Statens vegvesen. Da målingene ble gjennomført var veien strødd med sand. Måleresultatene gjenspeiler derfor ikke de friksjonsforholdene som var på veien i tiden før ulykken skjedde. Resultatet av målingene til Mesta AS vises i figur 14 og tabell 2.



Figur 14: Resultat fra Mestas friksjonsmåling på Rv 72 23. november 2007 (dagen før ulykken). Målingene er utført på strekningen fra Verdal til Lysthaugen.

Figur 14 viser eksempel på hvordan Mesta AS gjennomførte målingene. Målingene er midlet over 7,9 km. og gjennomsnittet lå over tiltaksgrensen, selv om laveste registrerte verdi lå vesentlig lavere enn tiltaksgrensen. Ingen tiltak ble iverksatt.

Tabell 2. Tabellen viser resultatet av friksjonsmålinger utført av Mesta AS på Rv 72 24. nov. 2007 (veien var delvis strødd med sand).

Dato	Veinr	Hp	Km	Kl.	Temp	Nedbør	Føreforhold	Friksjon
24.11	Rv 72	02	2,5	0820	-1	Opphold	Snø, is	0,32
24.11	Rv 72	02	3,6	0825				0,29
24.11	Rv 72	02	4	0830				0,26
24.11	Rv 72	02	4,8	0835				0,26
24.11	Rv 72	02	2,5	1205				0,37

Statens vegvesen målte friksjon på veien etter ulykken med to forskjellige biler med såkalt C-μ-trip og ELTRIP friksjonsmålere. Det ble målt verdier like før og etter ulykkesstedet fra 0,21 til 0,35.

Friksjonsmålerne som ble benyttet hadde ikke gyldig kalibrering for vintersesongen 2007/2008. Kalibrering ble først foretatt 13. desember 2007. På kalibreringstidspunktet viste Statens vegvesen måler riktig verdi, mens måleren til Mesta AS viste for høy verdi og måtte justeres.

#### 1.11.6 Metoder for friksjonsmålinger

Det benyttes mange forskjellige typer friksjonsmålere for å måle friksjon langs norske veier. De kan grovt deles inn i to hovedgrupper, kontinuerlige og punktmålere. Kontinuerlige målere benyttes for å måle strekninger, mens punktmålerne gir en verdi for hver nedbremsing. Hovedgruppene har dermed forskjellige anvendelsesområder. Statens vegvesen holder regelmessige samlinger hvor de kontinuerlige målerne blir kalibrert mot valgte referanse, ROAR<sup>4</sup>. Likeledes skal også punktmålerne kalibreres mot den samme ROAR.

Friksjonsmåling er ingen eksakt vitenskap, enhver friksjonsmåler måler sin egen friksjon mot underlaget. Verdien er kun relevant for det aktuelle utstyret på det aktuelle tidspunktet. Et reelt kjøretøy med en annen masse, andre dekk og annen hastighet vil ha en annen friksjon enn det som er målt. En tung bil vil for eksempel produsere mer varme mellom dekk og underlag enn en lettere bil. På snøføre vil det dermed lettere kunne dannes en smeltefilm med påfølgende redusert friksjon.

Punktmålerne benyttes i ulike kjøretøy med ulik dekkutrustning og dette vil med stor sannsynlighet medføre at målerresultatene blir påvirket betydelig av dette. Det er velkjent at kontinuerlige friksjonsmålere har ulike tendenser. Dette betyr at et fabrikat (en type) generelt gir høyere eller lavere verdier enn et annet fabrikat. Samtidig er det store variasjoner mellom ulike målere av samme fabrikat (type). Parallelltesting på Kollerudbanen<sup>5</sup> ved Gardermoen viste at et avvik på 10 % må forventes.

Usikkerheten har medført at bruk av verdier fra friksjonsmålere som hjelpemiddel for å lande fly ved norske flyplasser ikke lenger er tillatt og har ikke vært det i USA på flere år.

Innen luftfart benyttes nå friksjonsmålere til å gi trender i forhold til å utføre proaktivt vedlikehold.

#### 1.11.7 Byggherres vurdering av kontraktsoppfyllelse

Med bakgrunn i rapporteringen fra Mesta AS vurderte byggherre etter ulykken at det ikke var grunn til å anta at kontraktskravene mht friksjon ikke var oppfylt. Imidlertid har byggherre i et notat etter ulykken påpekt flere generelle forhold ved vinterprosessene i funksjonskontrakten med Mesta AS, og anbefalte derfor at det ble gjennomført en revisjon av kvalitetssystemet hos Mesta AS.

#### 1.11.8 Systemrevisjon av funksjonskontrakt 1704

I januar 2008 gjennomførte Statens vegvesen Nord-Trøndelag en systemrevisjon av funksjonskontrakt 1704, hvor Rv 72 inngår. Revisjonen var en ordinær oppfølging av funksjonskontrakten, og ble ikke iverksatt med bakgrunn i ulykken som skjedde i november 2007.

---

<sup>4</sup> Statens vegvesens kontinuerlige friksjonsmåler

<sup>5</sup> Avinors testbane som brukes i forbindelse med utprøving av friksjonsforbedrende tiltak for rullebaner på flyplasser.

Revisjonen avdekket særlig problemer ved strøing, både avtalemessig og når det gjelder utførelse. Det fremkommer at det stadig mottas klager fra veibrukerne, særlig rettet mot Mestas underentreprenører. Følgende avvik fra revisjonens rapport (se vedlegg E) vedrørende strøing gjengis:

1. Underentreprenørens forventninger er i utakt med entreprenørens. Det er fra underentreprenørens side registrert utrygghet og usikkerhet i forhold til entreprenørens krav. Av forhold som utløser uenighet og i verste fall kan ha negativ påvirkning på funksjonsresultatet har revisjonsteamet registrert:
  - Krav om strøing kun knyttet til ÅDT.
  - Friksjonskrav påstått vurdert for lavt.
  - Sandmengde pr. enhet påstått satt for lavt.
  - Forlenget reell tiltakstid når tiltakskrav diskuteres.
  - Underentreprenørene forhindres i å utføre preventiv strøing.
  - Forskjell i budskap fra ledelsesvaktene.
  - Stadig innstramming av instruksjer.
  - Forretningsinteresser.
2. Krav til strømengde pr m<sup>2</sup> (120 g/m<sup>2</sup>) er bestemt av Mesta AS og kontraktsmessig akseptert av underentreprenørene. Vegvesenets kontraktskrav iht. ”Temahefte til Håndbok 111” er 200 g/ m<sup>2</sup>. Underentreprenørene er kritiske til om verdiene som er satt av Mesta gir tilstrekkelig friksjon. Revisjonsteamet kan ikke se at endringen i strømengde er drøftet og klarert av byggherren.
3. Områder på veinettet som skal punkstrøs er ikke dokumentert. Dette burde fremgå av Mestas vinterinstruks i henhold til temahefte til Hb 111.
4. Lite dokumentasjon av friksjon etter tiltak. Måling og dokumentasjon av friksjon etter tiltak er så å si ikke forekommende, og gjennomføres vilkårlig eller i svært liten grad av byggherre og entreprenør.

## 1.12 Tekniske registreringssystemer

Lensmannen i Verdal sendte diagramskiven, via Fartsskriver AS i Oslo, til Siemens VDO trading GmbH<sup>6</sup> i Tyskland for analyse.

Resultatet av analysen viser at bussen holdt en hastighet på ca. 80 km/t<sup>7</sup> på strekningen før den første venstresvingen. Denne hastigheten holdt bussen da den passerte fareskilt 102.2 ”farlige svinger”, som var plassert 150 meter før svingen. Hastigheten ble først redusert ca. 60 meter før inngangen til venstresvingen. Da bussen kjørte inn i svingen var hastigheten ca. 74 km/t. Gjennom svingen ble hastigheten ytterligere redusert, og var ca. 71 km/t da bussen var midt i venstresvingen. Ved utgangen av venstresvingen, og

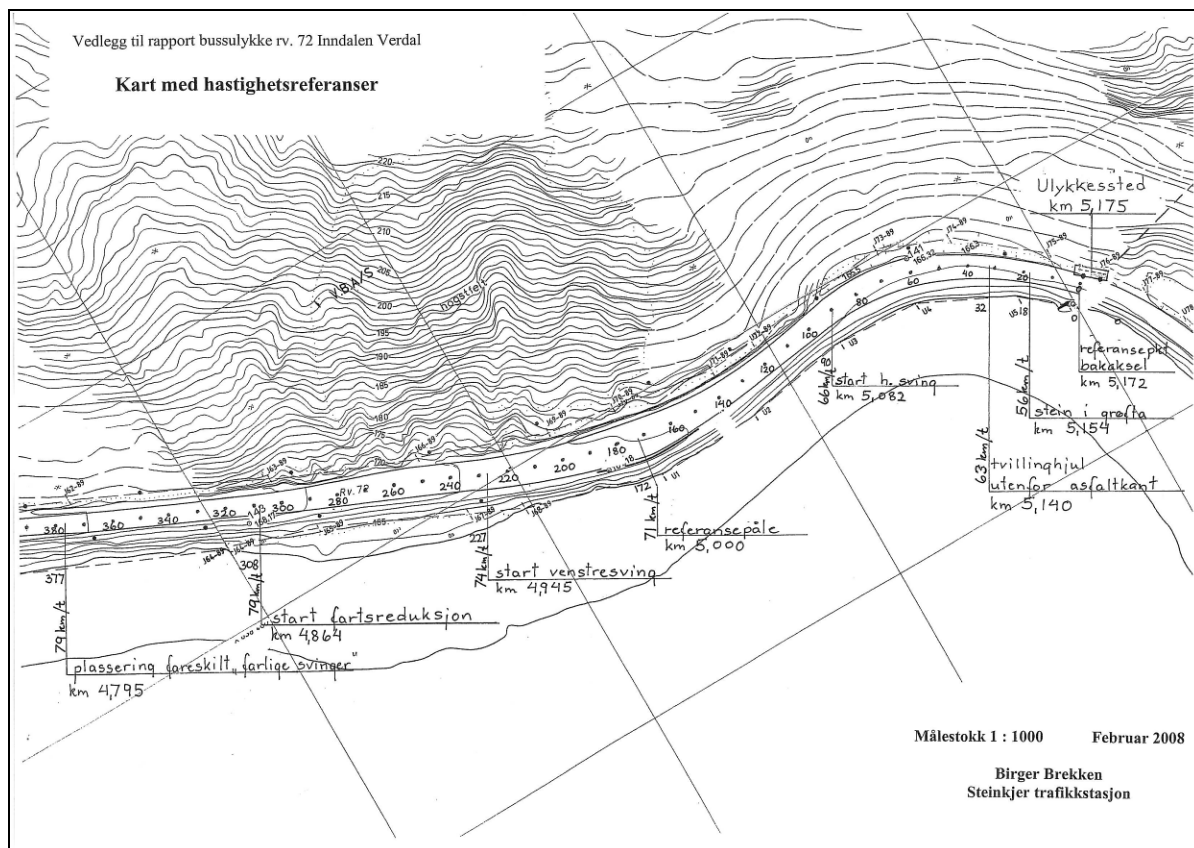
<sup>6</sup> Produsent av fartsskriver som var montert i bussen.

<sup>7</sup> Oppgitte hastigheter har en toleranse på +/- 6 km/t.



umiddelbart før den kjørte inn i høyresvingen hvor ulykken skjedde, var hastigheten redusert til ca. 66 km/t. Da bussen skrenset ut av veien hadde bussen ifølge analyseresultatene fra Siemens VDO en hastighet på ca. 63 km/t.

Med bakgrunn i analyseresultatene har Statens vegvesen i figur 15 angitt bussens hastighetsnivå i de forskjellige fasene fram mot ulykkesstedet. Resultatet av analysen som er gjennomført av Siemens VDO vises i vedlegg C.



Figur 15: Figuren viser bussens hastighet i de forskjellige fasene fram mot ulykkesstedet (Kilde: Statens vegvesen).

### 1.13 Medisinske forhold

SHT kjenner ikke til medisinske forhold ved bussføreren som kunne ha betydning for bussulykken. Blodprøve av fører viste negative resultater.

### 1.14 Spesielle undersøkelser og beregninger

#### 1.14.1 Beregning av kritisk skrensehastighet ved kjøring gjennom ulykkesvingene

SHT har foretatt beregning av kritisk skrensehastighet ved kjøring gjennom de to ulykkesvingene ved forskjellige underlag, for å anskueliggjøre hvilken hastighet det er tilrådelig å holde inn i- og gjennom de to svingene. Beregningene tar utgangspunkt i erfaringsverdier<sup>8</sup> for friksjon på hard snø (godt vinterføre), is/snø, is/slaps, tynn is og rimfrost.

Resultatet fra beregningene vises i tabell 3. Ved beregningene er det ikke tatt hensyn til evt. nedbremsing av bussen gjennom svingene, økte sidekrefter ved direkte overgang fra

<sup>8</sup> Statens vegvesen (2003): Temahefte til Håndbok 111 – Standard for drift og vedlikehold, side 241.

venstresving til høyresving og eventuelle ujevnheter i veibanen. Disse forholdene har innvirkning på den beregnede kritiske hastigheten, og medfører at reell kritisk hastighet vil ligge noe lavere enn det som er angitt i tabellen. Ved beregningene er det tatt hensyn til målt overhøyde (dosering) gjennom de to svingene.

Tabell 3: Tabellen viser kritisk hastighet ved kjøring gjennom svingene på ulykkesstedet.

<b>Føreforhold / friksjon (<math>\mu</math>)</b>	<b>Kritisk hastighet i km/t ved svingradius 130 m og overhøyde 3 %</b>  (venstresvingsvingen før ulykkessvingen)	<b>Kritisk hastighet i km/t ved svingradius 82 m og overhøyde 3%</b>  (ulykkessvingen)
Hard snø ( $\mu = 0,40$ )	84	67
Hard snø ( $\mu = 0,35$ )	79	63
Is / snø ( $\mu = 0,30$ )	74	58
Is / slaps ( $\mu = 0,25$ )	68	54
Tynn is ( $\mu = 0,20$ )	61	49
Rimfrost ( $\mu = 0,15$ )	54	43

#### 1.14.2 Testkjøring på Norsk Trafikksenters bane i Våler

Det ble gjennomført testkjøring på Vålerbanen for å finne kritiske skrensehastighet til en buss tilsvarende den som var involvert i ulykken. Prøvene ble gjennomført ved kjøring gjennom en sving med svingradius tilsvarende ulykkessvingen, kompensert for overhøyde. Ulykkesbussens dekk var montert på testbussen. Ved gjennomføring av prøvene viste det seg at testbanen ikke hadde tilstrekkelige sikkerhetsmarginer til å kunne holde en hastighet tilsvarende det ulykkesbussen hadde inn i ulykkessvingen. Testene ble av den grunn avbrutt.

### 1.15 **Lover, forskrifter og retningslinjer**

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

#### 1.15.1 Krav til kjøretøy

Kjøretøyforskriften fastsetter tekniske krav til motorvogn og tilhenger. Dette er tekniske krav som gjelder for det aktuelle kjøretøyet. Disse kravene skal være oppfylt når kjøretøyet brukes. Vegtrafikkloven setter også krav til fører/eiers ansvar for kjøretøyets tekniske tilstand før kjøringen begynner.

I tillegg til de tekniske kravene er det satt spesifikke krav til bruk av kjøretøy, både på generelt grunnlag og ved spesielle forhold og transporter.

### 1.15.2 Krav til veien

Lov 21. juni 1963 (Veglova) med senere endringer hjemler forskrifter, retningslinjer og normaler for bygging og drift og vedlikehold av offentlige veier.

## 1.16 **Myndigheter, organisasjoner og ledelse**

### 1.16.1 Busselskapet

#### 1.16.1.1 *Organisering*

Trønderbilene AS (TB) driver kollektivtransport, godstransport og verksteddrift i begge trøndelagsfylkene. Selskapet har 316 ansatte fordelt på 273 årsverk. TB eies i dag av Fosen Trafikklag ASA (66 %) og Nord-Trøndelag Fylkeskommune (34 %). Hovedkontoret for selskapet ligger i Levanger.

TB har totalt 235 busser og bussvirksomheten står for ca 80 % av omsetningen. Hovedtyngden av dette er skolebarnttransport. I tillegg til ordinære ruter har selskapet bybusser i Verdal, Levanger, Steinkjer og Namsos, og ekspressbuss på strekningen Namsos – Trondheim. Selskapet driver turbilvirksomhet parallelt med ordinær ruteproduksjon.

#### 1.16.1.2 *Helse, miljø og sikkerhet (HMS)*

Selskapet har opplyst til SHT at deres mål er å ha sterkt fokus på HMS. Dette omfatter sikkerhet knyttet til trafikk både i form av godkjent materiell, ansvarsbevisste sjåfører og gjennomkjøring av ruter for å vurdere sikkerheten på bl.a. holdeplasser. Det arbeides kontinuerlig med fokus på kjøreatferd.

Busselskapet gjennomførte i 2007 en HMS-dag med fokus på aktiv sikkerhet for blant annet å bidra til å:

- Øke bedriftens totale transportkvalitet
- Redusere skadekostnadene ved å få ned antall skader. Herunder kostnader som ikke er, eller kan forsikres.
- Fremme HMS-arbeidet. Internkontroll.
- Etterkomme Internkontrollforskriften.
- Heve sjåførenes kompetanse og anseelse.

Kurset "Aktiv sikkerhet" var obligatorisk for alle TB ansatte. Kurset er forankret i bedriftens ledelse, hovedtillitsvalgte og verneombud. TB ønsket å gjennomføre kurs i aktiv sikkerhet med bredest mulig gruppesammensetning (buss, gods og teknisk) fra ulike avdelinger og med ulike trafikale erfaringer.

Videre har arbeidsmiljørelaterte utfordringer og sykefravær en høy prioritet i organisasjonen. Selskapet er en IA-bedrift (Inkluderende arbeidsliv) og det er satt mål om at fraværet skal være mindre enn 9,5 % i løpet av 2008.

### 1.16.1.3 *Beredskapsopplegg*

TB hadde etablert en katastrofeberedskapsplan som beskriver varsling og ansvarsforholdene i organisasjonen ved ulykkestilfeller. I tillegg har TB avholdt flere katastrofeøvelser med bussulykker, hvorav den siste øvelsen ble gjennomført 8. november 2007. Det var også gjennomført øvelser 19. sept. 2007, 18. desember 2006 og 29. oktober 2006. Både brannvesen, ambulanse og sykehus var involvert i øvelsene.

### 1.16.1.4 *Selskapets håndtering av ulykken*

Da meldingen om ulykken ble mottatt av ledelsen ble selskapets katastrofeberedskapsplan iverksatt umiddelbart. Alle nøkkelpersoner ble varslet, og det ble opprettet et pårørendesenter. Det ble sendt representanter fra selskapet til ulykkesstedet og til Levanger sykehus for å ivareta føreren og passasjerene som var involvert i ulykken.

### 1.16.2 Statens vegvesen

Statens vegvesen er et forvaltningsorgan underlagt Samferdselsdepartementet. Etaten har ansvaret for planlegging, bygging, drift og vedlikehold av riks- og fylkesveinettet, samt godkjenning og tilsyn med kjøretøy og trafikanter. Statens vegvesen utarbeider også bestemmelser og retningslinjer for veiutforming, drift og vedlikehold, veitrafikk, trafikantopplæring og kjøretøy.

Vegdirektoratet er hovedkontor for Statens vegvesen. Statens vegvesen er inndelt i fem regioner med et regionveikontor i hver region. Regionene er igjen inndelt i 30 distrikter. Statens vegvesen utfører ikke selv bygging, drift og vedlikehold av veinettet, men setter dette ut på anbud til eksterne bedrifter.

### 1.16.3 Mesta AS

Mesta AS er en av Norges største entreprenørselskap innen bygging, drift og vedlikehold av vei. Mesta har ca. 3300 ansatte fordelt på de landsdekkende virksomhetsområdene anlegg, elektro, drift og asfalt- og materialproduksjon. For tiden utfører Mesta AS drift og vedlikehold av veinettet gjennom ca. 60 av totalt ca. 100 funksjonskontrakter som Statens vegvesen har lagt ut på anbud.

## 1.17 **Andre opplysninger**

### 1.17.1 Svensk test av vinterdekk på busser

I en svensk undersøkelse<sup>9</sup> fra 2008 har friksjonsegenskapene til ulike bussdekk blitt testet på isbelagt vei med hensyn til brems og styring. Piggdekk på buss oppnådde markert bedre resultater på alle tester enn upiggede dekk. Test av bussdekkene viste at upiggede, piggbare vinterdekk ikke var bedre enn sommerdekk. Sterkt seipede vinterdekk var noe bedre enn upiggede, piggbare vinterdekk, men heller ikke disse var målbart bedre enn sommerdekk.

---

<sup>9</sup> M. Hjort, B. Thorslund, J. Sundstrøm, M. Wiklund, G. Öberg (2008): VTI Rapport nr. 618 "Bussars trafiksikkerhet vinterstid."

Bussdekk ble også sammenlignet med personbildekk (SUV-dekk). I alle sammenligningene kom personbildekk bedre ut enn bussdekkene. Upiggede vinterdekk til personbil oppnådde på glatt isføre friksjonskoeffisienter som lå jevnt over 0,05 høyere enn tilsvarende dekk for buss. Den svenske undersøkelsen viser også at friksjonen reduseres noe når upiggede bussdekk mister veigrepet. For personbildekk ble det også registrert en reduksjon av friksjon med låste hjul eller skrens, men ikke så markant som for bussdekkene.

#### 1.17.2 Temarapport om vinterulykker

SHT har i ”Temarapport om tre vinterulykker” undersøkt systemet for vinterdrift og vedlikehold av vei (VEI Rapport 2008/02). Temaundersøkelsen avdekket at Statens vegvesen mangler tilstrekkelig kvalitetssikring av vinterdriften i forhold til trafiksikkerhet. SHT fremmet totalt fire sikkerhetstilrådinger til Statens vegvesen i denne forbindelse.

### **1.18 Iverksatte tiltak**

#### 1.18.1 Statens vegvesen

Statens vegvesen ved Nord-Trøndelag distrikt har etter ulykken foretatt en systemrevisjon av funksjonskontrakt for drift og vedlikehold Steinkjer, kontraktsnummer 1704 (se kapittel 1.11.8). Dokumentasjon SHT har fått tilgang til viser at Statens vegvesen har fulgt opp anmerkningene i rapporten, eller lagt plan for videre oppfølging av disse.

Etter ulykken har Statens vegvesen endret rutinene i forbindelse med friksjonsmålinger. Ved bruk av kontinuerlige friksjonsmålere skal det beregnes gjennomsnittsverdier for hver 20. meter. Dersom gjennomsnittet over en strekning på 20 meter ligger under gjeldende friksjonskrav må det gjøres tiltak. Bruer og andre kjente problempunkter med kortere utstrekning enn 20 meter vurderes særskilt. Her kan det være behov for tiltak selv om gjennomsnittsverdien for vedkommende 20-metersstrekning(er) er over kravet.

#### 1.18.2 Trønderbilene AS

TB har gjennomført en intern evaluering av beredskapen i forbindelse med bussulykken i Verdal. Evalueringen viste at den operative beredskapsgruppen fungerte godt og at selskapet var godt forberedt som følge av blant annet katastrofeøvelsene som har vært gjennomført. Det fremkom også flere anbefalinger og innspill til forbedringsområder når det gjelder selskapets håndtering av en ulykke. I denne forbindelse ble selskapet spesielt hardt rammet da passasjerene i bussen var ansatte eller tidligere ansatte.

## **2. ANALYSE**

### **2.1 Innledning**

Med det store skadeomfanget som var i denne bussulykken, hvor tre personer omkom i tillegg til 25 skadde med varierende alvorlighetsgrad, anser SHT det som viktig å kartlegge de sikkerhetsmessige omstendighetene rundt ulykken for å forhindre lignende ulykker i fremtiden. Analysen er inndelt i fire deler:

1. Vurdering av hendelsesforløpet og faktorer relatert til trafikant, kjøretøy og vei (samspillet i trafikksystemet) som medvirket til ulykken. Her vil førerens atferd, bussens dekkutrustning, samt veiutforming og føreforhold analyseres.
2. Videre drøftes forhold knyttet til vinterdrift og vedlikehold av vei, samt Statens vegvesens og Mestas oppfølging av funksjonskontrakten. Her diskuteres også friksjonsmålinger og meteorologiske observasjoner.
3. I tillegg analyseres faktorer som medvirket til ulykkens alvorlige skadeomfang, samt redningsarbeidet på ulykkesstedet, herunder skadebehandlingen og graderingen som ble gjort etter at passasjerene var transportert til sykehus / legevakt.
4. Til slutt vurderes busselskapets håndtering av ulykken.

## **2.2 Hendelsesforløpet og samspillet i trafikksystemet**

### **2.2.1 Vurdering av hendelsesforløpet**

Føreforholdene på Rv 72 fra Verdal mot ulykkesstedet gikk gradvis over fra islagt asfalt til snødekket vei. Da føreren nærmet seg ulykkesstedet vurderte han forholdene til å være vinterføre med godt veigrep. Etter SHTs vurdering endret føreren forholdene seg da veien nærmet seg elven Inna, og gikk i dette området over fra å være vinterføre med godt veigrep til å bli islagt snøføre med lavere friksjon.

Da bussen kjørte inn i ulykkessvingene lå hastigheten omkring kritisk skrensehastighet for godt snøføre. Føreren styrte bussen gjennom den første venstresvingen, men klarte ikke å styre bussen gjennom den neste høyresvingen. Her skrenset bussen utfor veien på venstre side og veltet over på siden.

SHT mener at overgangen fra godt vinterføre til islagt snøføre kom overraskende på føreren. Da hastigheten inn i ulykkessvingene var omkring kritisk skrensehastighet for godt vinterføre, mener SHT at føreren ikke har hatt mulighet til å styre bussen gjennom svingene med den friksjonsendringen som var ved overgangen til islagt snøføre. Hvis føreforholdene gjennom svingene hadde vært slik føreren forutsatte, mener SHT at han hadde hatt mulighet til å styre bussen gjennom svingene selv med en eventuell begynnende skrens.

Etter SHTs vurdering var medvirkende faktorer til ulykken en kombinasjon av førerens hastighetsvalg i de to svingene, bussens dekkutrustning og veiens endrede friksjonsforhold og linjeføring. Når først ulykken var et faktum mener SHT at steiner og vegetasjon utenfor veiens venstre side førte til at skadeomfanget ble mer alvorlig enn det kunne blitt med et mykere sideterreng.

### **2.2.2 Bussførerens atferd og hastighetsvalg**

Føreren av bussen var en erfaren sjåfør som hadde kjørt buss de siste 30 årene. Han hadde også deltatt aktivt i sikkerhetsarbeidet i Trønderbilene AS.

På strekningen fra Verdal mot ulykkesstedet følte føreren at kjøreforholdene ble gradvis bedre, og da han nærmet seg ulykkesstedet vurderte han at det var snøføre med godt veigrep. Før inngangen til ulykkessvingene passerte han et fareskilt som varslet farlige svinger i en hastighet på ca. 80 km/t, som er tillatt fartsgrense på stedet. Han reduserte deretter hastigheten inn mot- og gjennom den første venstresvingen ved å ”geare ned”.

Da han kjørte inn i den neste høyresvingen var hastigheten redusert til ca. 66 km/t. Her merket han at bussen begynte å skrense, og prøvde å styre gjennom svingen uten å bruke bremsen. I denne situasjonen vurderer SHT at dette var et riktig valg, da en eventuell nedbremsing kunne forsterket skrensen.

Beslutningen for førerens hastighetsvalg var den informasjonen han fikk via skilt, egen oppfatning av friksjonen på den tilbakelagte strekningen samt de observasjonene han gjorde av den foranliggende veistrekningen. Til tross for førerens lange erfaring hadde han etter SHTs vurdering ikke mulighet til å forutse de endrede friksjonsforholdene gjennom ulykkessvingene. Da det heller ikke var bakgrunnsmarkeringer i svingene som ga informasjon om veiens videre linjeføring, valgte føreren ikke å redusere hastigheten nok til at bussen kunne kjøres sikkert gjennom ulykkessvingene.

Til tross for at føreren manglet viktig informasjon av føreforholdene gjennom ulykkessvingene, mener likevel SHT at hastigheten inn i og gjennom ulykkessvingene var for høy, da den ikke ga tilstrekkelige sikkerhetsmarginer selv på godt vinterføre. SHT mener føreren med sin erfaring i større grad burde forutsatt denne faren og redusert hastigheten ytterligere gjennom svingene.

### 2.2.3 Bussens dekkutrustning

Kontroll av bussen etter ulykken viste at den var i generelt god teknisk stand. Den var utstyrt med piggdekk på forakselen og piggfrie vinterdekk på bakakselen. Dekkmønsteret på de respektive hjulene var tilpasset de akslene de var montert på med hensyn til vinteregenskaper. Dekkene hadde etter SHTs vurdering en mønsterdybde (12 mm) og hardhetsgrad som ivaretok sikkerheten på en tilfredsstillende måte ved kjøring på godt snøføre (snødekket vei uten is).

I den svenske rapporten "Bussars trafiksikkerhet vinterstid" er det gjort forsøk med kjøring på islagt vei med ulike typer dekk. Rapporten konkluderer med at upiggede vinterdekk og sommerdekk har tilnærmet like vinteregenskaper ved kjøring på islagt vei. Piggdekk har vesentlig bedre egenskaper enn upiggede dekk. På bakgrunn av konklusjonene i rapporten mener SHT at sikkerhetsmarginene ville vært større hvis bussen hadde hatt piggdekk på samtlige hjul når den kjørte på islagt vei.

### 2.2.4 Føreforhold

Undersøkelsen har avdekket at det har vært varierende føreforhold på strekningen fra Verdalen fram til ulykkesstedet. Det varierte fra iset asfalt på den første delen av strekningen til godt snøføre på strekningen fram mot ulykkesstedet. Gjennom ulykkessvingene ble føreforholdene etter SHTs vurdering vesentlig dårligere. Selv om Statens vegvesen mener kontraktskravene mht. friksjon var oppfylt når en tar hensyn til entreprenørens tiltakstid etter kontrakten, mener SHT entreprenøren ventet for lenge før tiltak ble iverksatt. Hvis Mesta hadde benyttet bla. meteorologiske data burde de ha forutsett de aktuelle forholdene og iverksatt tiltak før det dannet seg rim og is på veien.

I rapporten fra Reinhard Mook blir det pekt på de meteorologiske forholdene i området fra Verdalen, gjennom Inndalen og opp mot riksgrensen til Sverige. Vurderingene i rapporten konkluderer med at det under de rådende forholdene kan ha blitt dannet rim på en allerede iset overflate, der veien går langs elven. Dette gjør at det har blitt spesielt glatt, noe som bekreftes av de som kom til stedet umiddelbart etter ulykken.

### 2.2.5 Veiens linjeføring og skilting

Veien på ulykkesstedet gikk i en S-sving, som startet med en venstresving og ble avsluttet med en skarpere høyresving. Før svingene var det satt opp fareskilt som varslet om farlige svinger, men det var ikke satt opp bakgrunnsmarkeringer i noen av svingene som ga føreren ytterligere informasjon om veiens videre forløp. Det var heller ikke skiltet med glatt veibane, noe som burde vært gjort ved de rådende vær og føreforholdene. SHT mener at bakgrunnsmarkeringer i svingene ville forsterket informasjonen som var gitt ved fareskiltet som var plassert før svingene, og påminnet føreren om behovet for fartsreduksjon gjennom disse. Skilt som opplyste om glatt veibane ville i tillegg gitt føreren informasjon om mulige endringer i friksjonsforholdene.

## 2.3 **Drift og vedlikehold av vei**

### 2.3.1 Statens vegvesens og Mestas oppfølging av kontrakten

Funksjonskontrakten som er inngått mellom Statens vegvesen og Mesta AS tar utgangspunkt i standardkontrakt utarbeidet av Statens vegvesen. Den beskriver hvilke tiltaksgrenser entreprenøren skal forholde seg til med hensyn til bla. brøyting, friksjon og strøing. Den beskriver også at kritiske punkter på veinettet skal ha enn spesiell oppfølging. Det går på områder som er utsatt for lav friksjon under spesielle værforhold, samt kritiske punkter mht kurvatur og linjeføring. Ut fra opplysninger SHT sitter inne med var ikke sikkerhetskritiske punkter på denne veistrekningen kartlagt. Svingkombinasjonen hvor ulykken skjedde var heller ikke definert som et spesielt vedlikeholdspunkt av Statens vegvesen, selv om den etter SHTs oppfatning burde vært det med bakgrunn i linjeføring, sideterreng og beliggenheten inntil elva.

Revisjon av funksjonskontrakten som ble gjennomført av et revisjonsteam fra Statens vegvesen ble ikke utløst av ulykken som skjedde i november, men avdekket forhold som kan ha hatt betydning for sikkerheten på ulykkesdagen. Det går bla på gjennomgående manglende oppfølging av friksjonsforhold både fra Mestas og Statens vegvesens side, etter at tiltak er utført. I tillegg blir det påpekt at entreprenøren har fastsatt lavere strømengde pr. m<sup>2</sup> enn det som er spesifisert i kontrakten med Statens vegvesen. Dette hadde ikke betydning for ulykken, men har betydning for den generelle sikkerheten når strøing er påkrevd

Etter SHTs vurdering har manglende beskrivelse og oppfølging av kritiske punkter på strekningen bidratt til at det var forskjellig føre- og friksjonsforhold på strekningen fram mot ulykkesstedet, og på ulykkesstedet. Uoverensstemmelse mellom entreprenør og underentreprenør om når tiltak skal iverksettes, og det forhold at underentreprenøren forhindres i å utføre preventiv strøing, kan også ha medvirket til at føreforholdene på strekningen var variable.

### 2.3.2 Rutiner for friksjonsmålinger

Mesta AS og Statens vegvesen gjennomførte flere friksjonsmålinger på Rv 72 fra Verdalen mot ulykkesstedet i Inndalen. Målingene hadde til dels store avvik, og ble gjennomført etter at veien var strødd med sand. Etter SHTs vurdering gjenspeiler ikke målingene nødvendigvis de faktiske forholdene som var på ulykkesstedet ved ulykkestidspunktet.

Det er også avdekket at friksjonsmålingene gjennomføres lite systematisk, og at verken Mesta AS eller Statens vegvesen på en tilfredsstillende måte kan dokumentere aktuell



friksjon på spesielt kritiske områder før tiltak iverksettes. Underentreprenørene er i kontrakten med Mesta AS pålagt å følge opp tilstanden på veinettet mht friksjon og kjøreforhold.

Basert på den store usikkerheten som kan knyttes til friksjonsmåling er SHT skeptisk til å bruke tiltaksgrenser slik det gjøres i dag. Det er ikke fornuftig å benytte verdier med hundredels nøyaktighet som grenseverdier før tiltak iverksettes. I praksis vil friksjonsmålere i dag kunne brukes for å dokumentere at det ikke er nødvendig å iverksette tiltak, selv om de faktiske forholdene tilsier at tiltak burde iverksettes. Når man måler 0,22 og tiltaksgrensen er 0,20 iverksettes det ikke tiltak. Bare denne usikkerhetsfaktoren, 10 % feilmargin, bringer straks resultatet ned i tiltaksområdet 0,20 som krever at tiltak skal iverksettes. Usikkerheten vil være enda større knyttet til punktmåling, hvor standardiseringen er svært liten. En entreprenør som ønsker å unngå å iverksette tiltak basert på dagens rutiner for friksjonsmåling vil med enkle grep kunne oppnå dette.

En større grad av standardisering og krav til kjøretøy/dekk som brukes i forbindelse med friksjonsmåling vil kunne redusere feilmarginene, men vil likevel ikke bringe metoden til et vitenskapelig nivå.

Friksjonsmåling vil være et svært nyttig hjelpemiddel til å avdekke områder hvor spesielle tiltak bør iverksettes. Likeledes vil systematiske friksjonsmålinger kunne gi en trendutvikling og dermed kunne brukes proaktivt, slik det i dag gjøres innen luftfart. En systematisk bruk kan videre brukes til å indikere om tiltak har hatt virkning.

SHT mottok resultat fra friksjonsmålinger som var utført på strekningen fra Verdal til Lysthaugen dagen før ulykken (Figur 13). Dette var en kontinuerlig friksjonsmåling utført over en strekning på 7,9 km. Laveste målte verdi var 0,16 mens høyeste var 0,63. At det er variasjoner som dette over en så lang strekning synes naturlig. En midling av hele strekningen, som gir en friksjonsverdi på 0,27, synes derimot ikke fornuftig. Det er derfor positivt at gjennomsnittsberegninger nå gjøres for strekninger på maks 20 m. Ved å bruke registrerte friksjonsdata til å se etter risikoområder kunne en satt søkelys på blant annet ulykkesområdet slik at tiltak ville blitt iverksatt.

SHT mener at en forbedring av rutineene i forbindelse med dokumentasjon av riktige friksjonsforhold har et betydelig potensial for bedret trafikksikkerhet, og fremmer en sikkerhetstilråding til Statens vegvesen i den forbindelse.

### 2.3.3 Veiens sideterrenget på ulykkesstedet

På veiens venstre side i østgående retning (på yttersiden av ulykkeskurven) er det en grøft og en skogkledd skråning. I sideterrenget på denne siden er det flere store steiner, trær og telefonstolper. Da bussen veltet på siden, traff vindusrekken på bussens venstre side en stein som lå i veigrøften. Sammenstøtet med steinen resulterte i store skader på bussens venstre side. Deformasjonen i forbindelse med sammenstøtet resulterte i at flere av passasjerene ble påført omfattende skader, og noen av passasjerene falt ut av bussen. Tre personer omkom. SHT mener at skadeomfanget for flere av passasjerene ville blitt redusert hvis sideterrenget hadde vært utbedret, ved at steinene og trærne som var i dette området hadde vært fjernet.

I juni 2007 skjedde det en ulykke på Rv 46 i Vikedal i Vindafjord kommune, hvor tre personer omkom. Ulykken er omtalt i SHT rapport VEI 2009/2. I forbindelse med denne

ulykken blir det påpekt at store usikrede steiner i veiens sideområder har medvirket til at skadeomfanget til de involverte personene har økt.

Disse to ulykkene viser at ugunstig sideterreng har en negativ effekt på skadeomfanget når ulykken er et faktum, og kjøretøy havner utenfor veien. SHT mener det er viktig å utbedre sideterrengen på spesielt sikkerhetskritiske og ulykkesutsatte punkter, og vil fremme en sikkerhetstilråding innenfor dette området.

#### 2.3.4 Meteorologiske observasjoner

Statens vegvesen har ikke satt opp værstasjoner som viser de reelle forholdene på veistrekningen fra Verdal til Riksgrensen. Værdata og meteorologiske observasjoner er viktige opplysninger for å kunne forutse ugunstige føreforhold på hele eller deler av veistrekninger. SHT er inneforstått med at Statens vegvesen bruker slike data i dag, men registrerer at mange av dagens observasjonspunkter har en ugunstig plassering i forhold til sikkerhetskritiske punkter på veinettet. For at data fra disse stasjonene skal kunne tolkes uten inngående kunnskaper om meteorologi, bør Statens vegvesen plassere stasjonene slik at registrerte opplysninger er relevante for de mest kritiske punktene, og kan tolkes på en enkel måte.

### 2.4 **Vurdering av skadeomfang og redningsarbeid**

#### 2.4.1 Sikkerhetsutstyr i bussen

Bussen var utstyrt med bilbelter på 6 av bussens 46 sitteplasser, men det var kun bussføreren som brukte bilbelte. SHT mener at manglende tilgjengelighet til- og bruk av bilbelte har forverret skadeomfanget med hensyn til antall skadde. Det kan ikke sies sikkert om de omkomne hadde blitt reddet av bilbelter, men bruk av bilbelter bidrar uansett til reduksjon av skadeomfanget ved at personer ikke blir kastet ut av setene.

To av de kritisk skadde hadde skader/indre blødninger etter forflytning inne i bussen. Flere hadde ribbensbrudd og støt/slagskader i brystkassen. Disse skadene er i hovedsak påført i forbindelse med forflytning forover og treff av seterygger foran og armlener, da mulig i sammenheng med sideforskyvning. Flere av småskadene (sår og mindre brudd) er trolig også forårsaket av forflytning inne i bussen. Etter SHTs vurdering kunne hoveddelen av disse skadene vært unngått, eller betydelig redusert hvis det hadde vært montert bilbelter i alle bussens sitteplasser, og da trepunktsbelter, og disse hadde vært brukt.

SHT ser positivt på at det har kommet krav til bilbelte i buss, men vil samtidig peke på at det kun er trepunktsbelte som gir den beskyttelsen man bør kunne forvente.

#### 2.4.2 Varsling

Undersøkelsen viser at varslingen ikke var optimal da prinsippet om trippelvarsling ikke ble fulgt. Dette medførte en fem minutters forsinkelse i varslingen til brannvesenet. I tillegg ble melding om ulykken formidlet forskjellig mellom nødsentralene, noe som resulterte i at 110-sentralen ikke oppfattet ulykken som like alvorlig i initialfasen. Tidsforskjeller i varslings- og kommunikasjonskjeden og ulik informasjon kan potensielt forsinke nødvendige tiltak og rekvirering av utstyr. Imidlertid er det SHTs oppfatning at dette ikke hadde betydning for redningsinnsatsen i denne ulykken.

### 2.4.3 Redningsinnsats teknisk

Det tekniske redningsarbeidet ble noe enklere siden det ikke var fastklemte personer inne i eller under bussen. Dersom det hadde vært fastklemte personer ser SHT en utfordring når det gjelder tidsbruk. Nærmeste bergingsutstyr for tungt kjøretøy var opptatt på ulykkestidspunktet og det ville tatt ca. 1 time før slikt utstyr kunne vært på plass fra nabodistriktet. Det påpekes også at det tok unødvendig lang tid før tungt bergingsutstyr ble rekvirert. I en initialfase kan dette utstyret være helt sentralt i en redningskjede hvor skadde ligger under tungt kjøretøy. Et annet moment er utfordring i forhold til nedkjøling dersom fastklemte ikke blir frigjort raskt. En time i snø og kuldegrader kan være kritisk.

SHT mener det bør satses nasjonalt på håndtering av større transportulykker. Spesielt gjelder dette tilgjengelighet av tungt redningsmateriell og minimumsoppsett av utstyr hos lokalt brannvesen.

### 2.4.4 Redningsinnsats medisinsk

Kunnskap om høyenergi og skademekanismer som det medisinske innsatspersonellet besitter er viktig i rednings- og frigjøringsfasen. Det gjelder hendelser som kan ha forårsaket skader på pasienten, som belastningsskader i forbindelse med bruk av bilbelter eller annet sikkerhetsutstyr. Avlesing av skader i forbindelse med sammenstøt med inventar og løse gjenstander er også viktig kunnskap å ha. Etter SHTs vurdering er det viktig at kunnskap om utløst energi og skademekanismer inngår i opplæringen av innsatspersonell på nasjonalt nivå.

Den medisinske redningsinnsatsen gikk meget bra i denne ulykken. Det var direkte livreddende for to personer med indre blødninger at alle ble fraktet til sykehuset for en sekundær medisinsk sjekk. Ulykken viser dermed hvor viktig det er at alle som er involvert i en trafikkulykke med alvorlig skadde personer blir tatt inn til medisinsk sjekk. Det er SHTs oppfatning at dette bør inngå i retningslinjene for medisinsk innsatspersonell, og vil derfor fremme en sikkerhetstilråding knyttet til dette.

## 2.5 **Busselskapets håndtering av ulykken**

Trønderbilene AS har som mål å ha sterkt fokus på HMS og sikkerhet. Det omfatter bl.a. systematisk oppfølging av kjøretøyparken, førernes kompetanse og anseelse, samt oppfølging av generell sikkerhet overfor egne ansatte og passasjerer. Arbeidsmiljørelaterte forhold er høyt prioritert. Bedriften har også en katastrofeberedskapsplan som trer i kraft ved ulykker. Med bakgrunn i denne beredskapsplanen er det gjennomført flere øvelser.

Da den tragiske ulykken intraff var Trønderbilene AS etter SHTs vurdering godt forberedt på å håndtere situasjonen som selskapet hadde kommet opp i. Selskapets katastrofeberedskapsplan ble iverksatt umiddelbart, og beskrevne tiltak ble gjennomført. Både gjennom media og fra politiet har Trønderbilene AS fått ros for profesjonell opptreden i forbindelse med ulykke. Etter gjennomgang av selskapets håndtering av ulykken støtter SHT de vurderingene som er framsatt gjennom media og fra politiets side.

### 3. KONKLUSJON

Havarikommisjonen skiller mellom **operative og tekniske** faktorer som er hendelser og forhold i hendelsesforløpet som enkeltvis eller i kombinasjon medvirket til ulykken, **bakenforliggende** faktorer som forklarer hvorfor de operative og tekniske faktorer var tilstede eller oppsto i hendelsesforløpet, og **andre undersøkelsesresultater** som vurderes som viktige sikkerhetsmessige opplysninger eller funn (men som ikke betraktes som medvirkende til denne ulykken).

#### 3.1 Operative og tekniske faktorer

- a) Bussens hastighet gjennom ulykkessvingene var for høy da det ikke var tilstrekkelig sikkerhetsmargin selv på godt vinterføre.
- b) Det var skiltet med fareskilt som angir farlige svinger, men skiltingen var ikke fulgt opp med bakgrunnsmarkeringer gjennom svingene.
- c) Det var ikke satt opp skilt som varslet om glatt veibane.
- d) Det var vesentlig dårligere føreforhold gjennom ulykkessvingene enn på veistrekningen før ulykkesstedet.
- e) Entreprenøren burde iverksatt tiltak tidligere.
- f) Steiner i veigrøften forverret skadene på flere av passasjerene.
- g) Det var kun montert bilbelter i 6 av bussens totalt 46 seter og kun bussføreren brukte bilbelte.
- h) Det var ikke montert piggdekk på bussens bakaksel.

Det var direkte livreddende for to personer med indre blødninger at alle ble fraktet til sykehuset for en sekundær medisinsk sjekk.

#### 3.2 Bakenforliggende faktorer

- i) Svingkombinasjonen hvor ulykken skjedde var ikke definert som et spesielt vedlikeholds- eller oppfølgingspunkt av Statens vegvesen.
- j) Sikkerhetskritiske punkter på Rv 72 fra Verdal til Riksgrensen er ikke kartlagt og utbedret.
- k) Friksjonsmålinger er ikke brukt proaktivt til å kartlegge utsatte områder på veinettet.
- l) Statens vegvesen har ikke satt opp værstasjoner som viser de reelle forholdene på veistrekningen fra Verdal til Riksgrensen.
- m) Underentreprenørene er i kontrakten med Mesta AS pålagt å følge opp tilstanden på veinettet mht og friksjon og kjøreforhold, men har ikke fått gode nok føringer til å bruke resultatene.

### 3.3 Andre undersøkelsesresultater

- n) Revisjon av funksjonskontrakten har avdekket at Mesta AS har definert lavere strømengde pr. m<sup>2</sup> enn det som er spesifisert i kontrakten med Statens vegvesen. Dette hadde ikke betydning for ulykken, men har betydning for den generelle sikkerheten når strøing er påkrevd.
- o) Friksjonsmålingene som ble foretatt etter ulykken hadde til dels store avvik, og de ble gjennomført etter at veien var strødd med sand.
- p) Varslingen av ulykken var ikke tilfredsstillende da prinsippet om trippelvarsling ikke ble fulgt.
- q) Trønderbilene AS har en katastrofeberedskapsplan som trer i kraft ved ulykker.
- r) Trønderbilene AS var godt forberedt på situasjonen som oppsto gjennom sin katastrofeberedskapsplan, og hadde gjennomført flere øvelser i samarbeid med ambulanse og redningstjenesten.
- s) Det er registrert manglende oppfølging av fastsatte kvalitetskrav i funksjonskontrakten fra Statens vegvesens side.

## 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.<sup>10</sup>

### Sikkerhetstilråding VEI nr. 2010/01T

Undersøkelsen har avdekket at det var direkte livreddende for to personer med indre blødninger at alle ble fraktet til sykehuset for en sekundær medisinsk sjekk. Ulykken viser hvor viktig det er at alle som er involvert i en trafikkulykke med alvorlig skadde personer blir tatt inn til medisinsk sjekk. SHT tilrår at Helsedirektoratet vurderer å utarbeide rutiner for umiddelbar medisinsk helsesjekk av alle som har vært involvert i alvorlige trafikkulykker.

### Sikkerhetstilråding VEI nr. 2010/02T

Statens vegvesen hadde ikke definert spesielle problempunkter på veistrekningen som skulle ha spesiell oppfølging, slik det var beskrevet i funksjonskontrakten. Dette har etter SHTs vurdering medvirket til at tiltak ikke var iverksatt. SHT tilrår at Statens vegvesen innfører rutiner for å identifisere kritiske punkter på veinettet som krever forsterket oppfølging, og implementerer dette i funksjonskontraktene for drift og vedlikehold.

### Sikkerhetstilråding VEI nr. 2010/03T

I denne ulykken og i ulykken som er omtalt i Rapport Vei 2009/03 traff kjøretøyer steiner som lå i veiens sideterreng. Ulykkene viser at ugunstig sideterreng har en negativ effekt på skadeomfanget når ulykken er et faktum, og kjøretøy havner utenfor veien. SHT tilrår

---

<sup>10</sup> 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.

at Statens vegvesen innfører rutiner for utbedring av sideterreng på sikkerhetskritiske og ulykkesutsatte punkter på veinettet.

#### **Sikkerhetstilråding VEI nr. 2010/04T**

Undersøkelsen har avdekket at det ble brukt forskjellige typer friksjonsmålere ved gjennomføring av friksjonsprøver på ulykkesdagen, og at det var stor sprik i resultatene fra disse prøvene. SHT mener at bruk av forskjellige typer friksjonsmålere til oppfølging av vedlikeholdsstandarden på veinettet kan gi for store avvik mellom verdier som er målt med et utstyr sammenlignet med et annet. SHT tilrår at Statens vegvesen går kritisk gjennom dagens godkjente friksjonsmålere med tanke på å standardisere disse.

Statens Havarikommisjon for Transport

Lillestrøm, 28. April 2010

## **REFERANSER**

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

Statens vegvesen (2003): Intern rapport nr. 2337. Temahefte til Håndbok 111 – Standard for drift og vedlikehold

M. Hjort, B. Thorslund, J. Sundstrøm, M. Wiklund, G. Öberg (2008): VTI Rapport nr. 618 – ”Bussars trafiksikkerhet vinterstid”

## **VEDLEGG**

Vedlegg A: Skadegradering etter AIS-skalaen

Vedlegg B: Oversikt over innvendige skader i bussen påført av passasjerene og anvisning av monterte bilbelter

Vedlegg C: Analyse av diagramskive

Vedlegg D: Rapport fra professor Reinhard Mook "Føreforhold ved bussulykken RV72, Garnes, Verdal, den 24.11.2007 kl. 08.05 lokal tid"

Vedlegg E: Revisjon av funksjonskontrakt for drift og vedlikehold Steinkjer, kontraktsnummer 1704



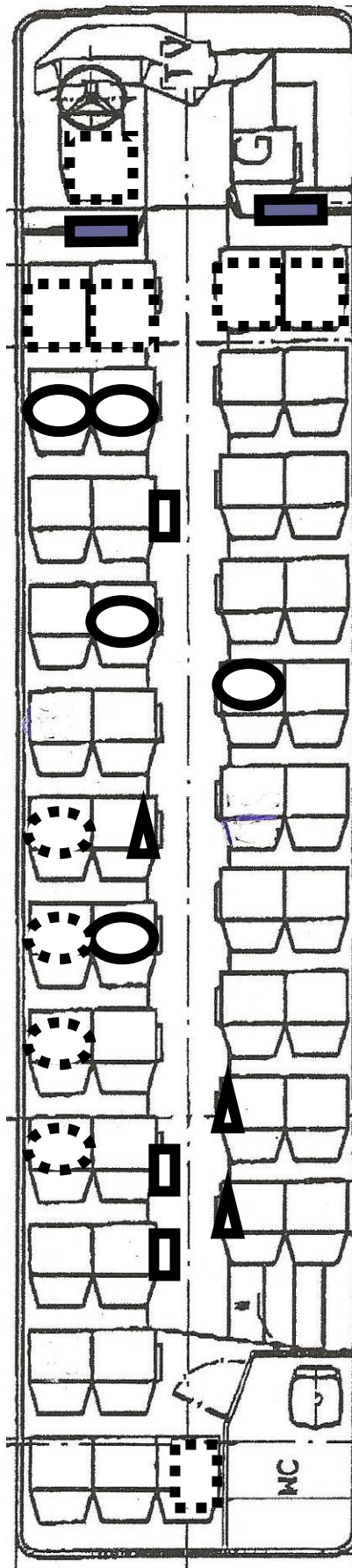
**Vedlegg A: Skadegradering etter AIS-skalaen**

- AIS 1: Lettere skadet:**  
Små sår, forslått, små fraktur (finger osv), lettere hjernerystelse uten bevissthetstap, lettere nakkesmerter. Alle med besøk på legekontor eller legevakt.
- AIS 2: Moderat skadet:**  
Hjernerystelse med bevissthetstap opp til 1 min, ribbensbrudd, ukomplisert fraktur, moderate smerter over tid (nakke, rygg), øye skader og større kutt. Alle med innleggelse sykehus eller behandlet på poliklinikk sykehus.
- AIS 3: Alvorlig skadet:**  
Hjernerystelse med bevissthetstap opp til 5 minutter, brudd i hofte, lårben, bekken osv, punktert lunge, nakke ryggskade med smerter og mulig utfall, amputasjoner (fingre og lignende) og nedkjøling. Alle innlagt sykehus.
- AIS 4: Meget alvorlig skadet:**  
Hodeskade med bevissthetstap over 5 minutter med vedvarende bevissthetsvariasjoner, flere amputasjoner, indre blødninger (blodtap), brystskader pustevansker, alvorlig nedkjøling, alvorlig skader i bekken med klinikk forenelig med blodtap osv. Innlagt sykehus.
- AIS 5: Kritiske skader:**  
Skader på hovedpulsåren, Truende ABC, osv.
- AIS 6: Maksimal skade:**  
Nesten alltid dødelig.


Ved ulykke av denne størrelse; 26 skadet og 3 døde må gradering etter definitiv behandling på sykehus gjøres etter AIS prinsippet. Dette gjøres av helsepersonell med godkjenning for AIS gradering. Utgangspunktet for denne gradering er å innhente alle relevante pasientdata/journaler.

AIS gradering vil kunne gi viktig informasjon om mulig varige men, eller varighet på senskader ved utskrivning sykehus. Disse data vil også kunne brukes statistisk i bergninger av samfunnskostnader ved kortvarig eller langvarig invaliditet.

**Vedlegg B: Oversikt over innvendige skader i bussen påført av passasjerene og anvisning av monterte bilbelter.**




 Hoftebelter

 Forskjøvet seterygger forover

 Forskjøvet seterygger bakover

 Avslåtte armlene

 Bord forskjøvet fremover

 Bøyde / løse armlene

**Vedlegg C: Analyse av diagramskive****a.s Fartskriver**

Diagramskivevurdering nr. 0712-074

Diagramskiven som er datert 24.11.2007, og som stammer fra kjøretøy med registreringsnummer VE 86124, har blitt vurdert mikroskopisk.

En 10 gangers forstørrelse av det aktuelle kjøreturutsnittet følger vedlagt.

Ut i fra diagramskiven kan man se at fartskriveren begynte å tegne opp ca. 2 km/t for høyt. Dette avviket ligger innenfor de tillatte toleransegrensene, men er allikevel blitt tatt hensyn til under vurderingen. Den egentlige 0-linjen er tegnet inn på den vedlagte forstørrelsen.

Dessuten blir fartskriveren delvis hengende i det nedre området, dvs. den faller ikke alltid tilbake til 0-linjen når kjøretøyet står stille.

Under undersøkelsen av diagramskiven så vi at registreringene er tegnet over hverandre. Dette vanskeliggjorde vurderingen av diagramskiven. For de oppgitte tidene i den vedlagte tabellen er det derfor en mulighet for høyere toleranseverdier. Hastighetsverdiene har ikke blitt påvirket av dette. Vegstrekningene og de gjennomsnittlige akselerasjonsverdiene som er beregnet på grunnlag av den tidsavhengige fartsopptegnelsen, er i dette tilfellet holdepunkter.

Fartsopptegnelsene, som ifølge diagramskiveklokken stanset kl 0805,5, har vi målt mikroskopisk. Starten på denne målingen er markert med en "A" på den vedlagte forstørrelsen av utsnittet, og slutten med en "B".

Detaljene i hastighetsforløpet på den 1369 m lange strekningen, som ligger mellom punkt "A" og punkt "B", er dokumentert i vedlagte tabell og diagram.

Fra en hastighet på 53 km/t (punkt "B") økte fartskriveren raskt til 58 km/t, noe vi forklarer med en kortvarig fristilling av et drivhjul.

Fra 58 km/t kan vi deretter fastslå et raskt fall på fartskriveren til 40 km/t. På grunn av de påfølgende ulykkesbetingede avvikene i opptegnelsene, kan vi dessverre ikke anslå hvor lang vegstrekning som ble tilbakelagt under denne hastighetsreduksjonen. Etter opptegnelsenes art å dømme, dreier det seg om starten på en kraftig oppbremsing.

Ved en hastighet på 40 km/t avvek fartskriveren fra korrekt opptegnelse og tegnet deretter opp unormalt (l). Vi mener at dette avviket skyldes de unormale rystelsene som kjøretøyet ble utsatt for under ulykken.

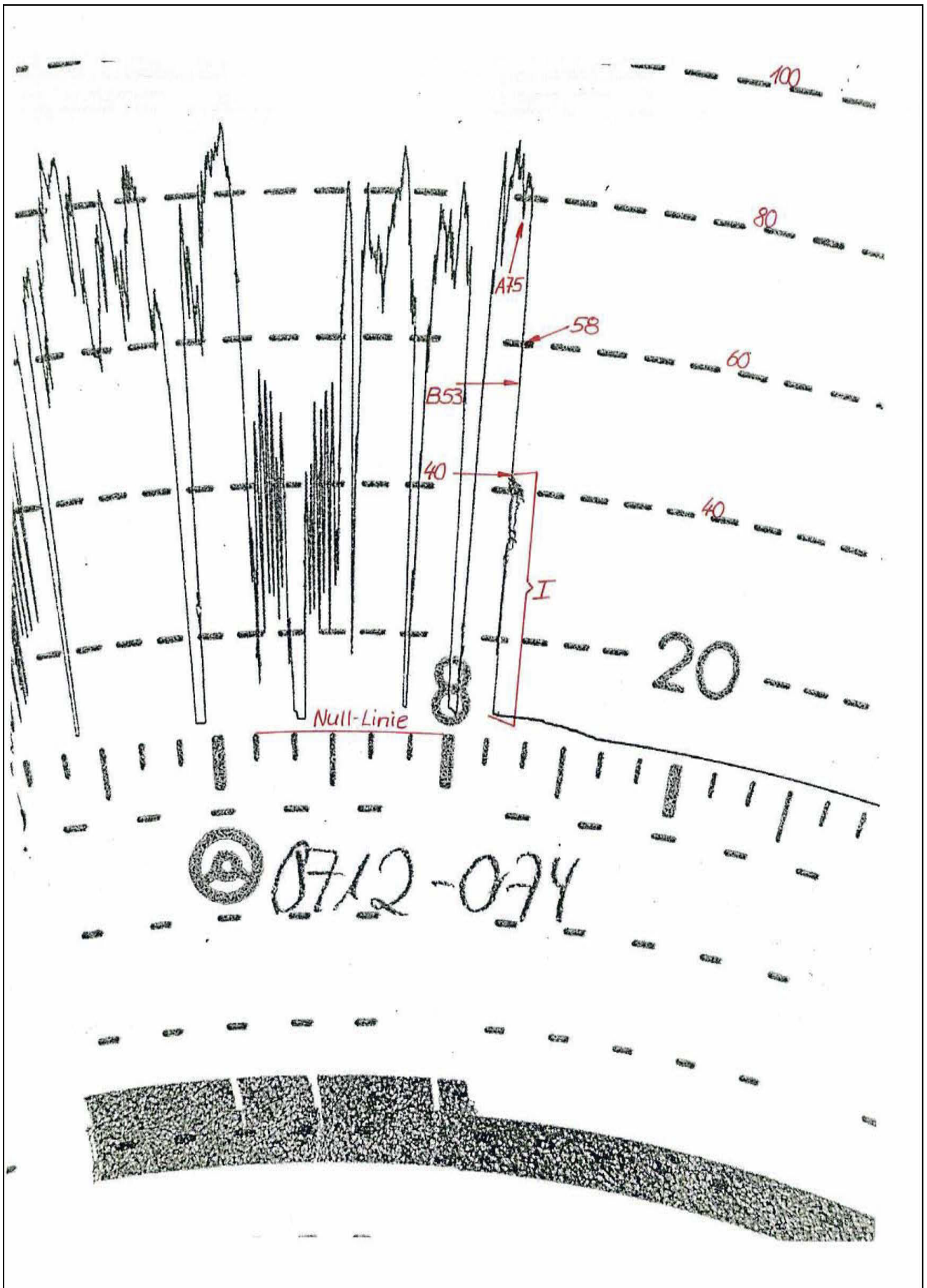
Etter vår vurdering vil det at en drivaksel er truffet av en stein, ikke automatisk fremgå av registreringene.

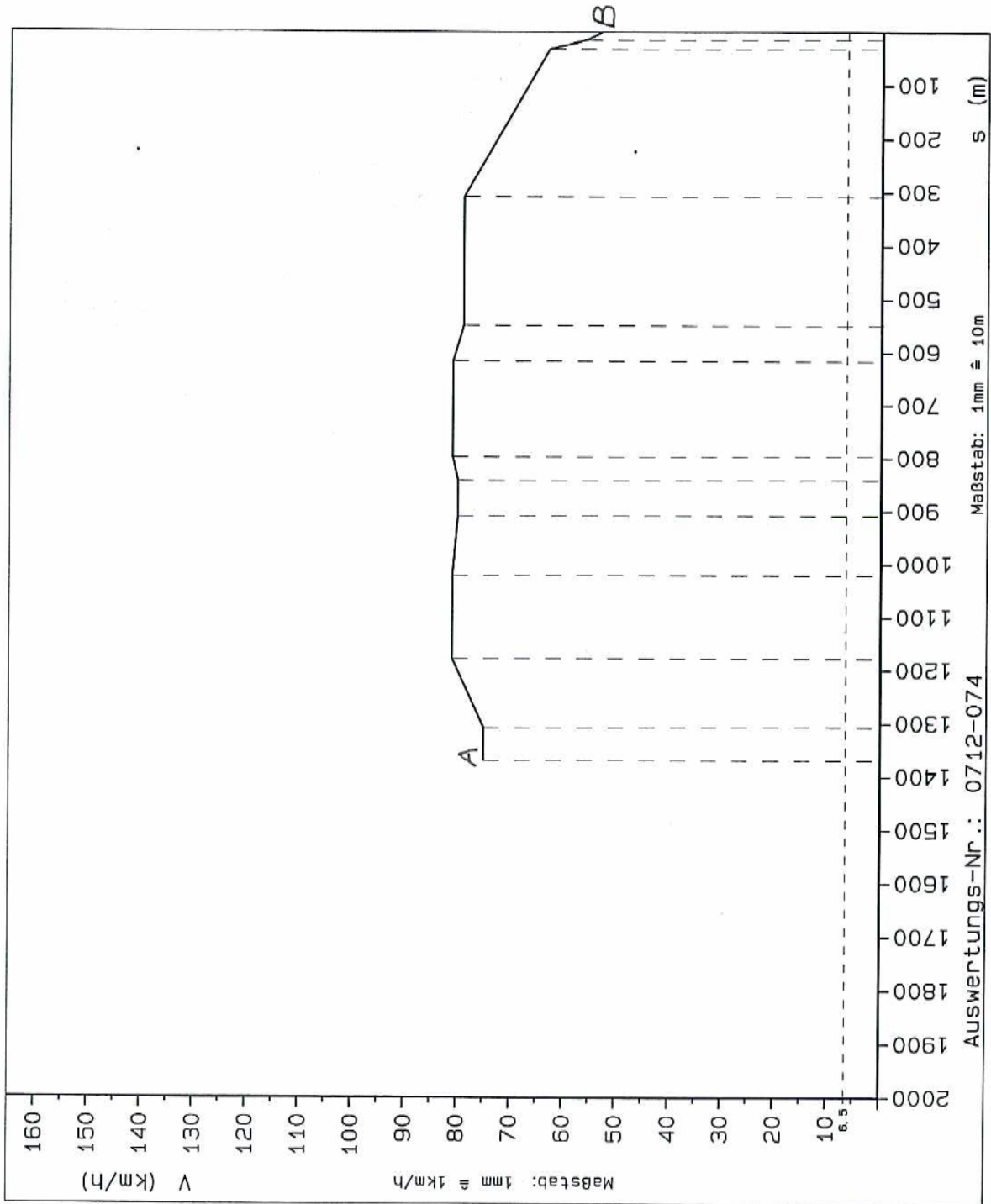
For de oppgitte hastighetene er det ikke tatt hensyn til eventuelle toleranser. Vennligst se vedlagte tosidige skriv for å finne de tillatte grenseverdiene.

Denne rapporten er gjennomført helt upartisk og etter beste evne og samvittighet.

Vedlegg

Diagramskive  
Forstørrelse av utsnitt  
Tabell  
Diagram  
Skriv vedr. toleranser







Ausw.-Nr.: 0712-074

Seite 1

Datum: 14.01.08

---Geschwindigkeit---			--Zeit in Sek.--		-----Weg in Meter-----			Beschl.
v	v	vm	t	t^	s	s	s^	a
km/h	m/s	m/s	einz	Summe	einz	Summe	Summe	m/s <sup>2</sup>
A 75	20,83	0,00	0	64	0	0	1369	
75	20,83	20,83	3	61	62	62	1307	0,00 gleichbleibend
81	22,50	21,67	6	55	130	192	1177	0,28 Beschleunigung
81	22,50	22,50	7	48	157	349	1020	0,00 gleichbleibend
80	22,22	22,36	5	43	112	461	908	-0,06 Verzögerung
80	22,22	22,22	3	40	67	528	841	0,00 gleichbleibend
81	22,50	22,36	2	38	45	573	796	0,14 Beschleunigung
81	22,50	22,50	8	30	180	753	616	0,00 gleichbleibend
79	21,94	22,22	3	27	67	820	549	-0,19 Verzögerung
79	21,94	21,94	11	16	241	1061	308	0,00 gleichbleibend
63	17,50	19,72	14	2	276	1337	32	-0,32 Verzögerung
56	15,56	16,53	1	1	17	1354	15	-1,94 Verzögerung
B 53	14,72	15,14	1	0	15	1369	0	-0,83 Verzögerung

**Vedlegg D: Rapport fra professor Reinhard Mook "Føreforhold ved bussulykken RV72, Garnes, Verdal, den 24.11.2007 kl. 08.05 lokal tid"**

Fra  
Reinhard Mook (RM)  
Dato: 17. august 2008

Til  
SHT  
Ved Kåre Halvorsen  
og Knut Lande

Sak:  
Føreforhold ved bussulykken RV72, Garnes, Verdal, den 24.11.2007 kl. 08.05 lokal tid

## Innhold:

	Side
1 Oversikt over grunnlagsmateriale .....	2
1.1 Kart.....	2
1.2 Bilder.....	3
1.2.1 Veibanen.....	3
1.2.2 Omgivelsen av ulykkesstedet.....	3
1.3 Summariske tekster / rapporter.....	4
1.4 Meteorologisk dokumentasjon.....	5
1.4.1 Aktuelle værkart.....	6
1.4.2 Forventet og observert vær.....	6
2 Analyse.....	8
2.1 Hypotesen "Elva".....	9
2.1.1 Fordampning fra Inna.....	10
2.1.2 Fortetning av vanndamp i veibanen.....	11
2.2 Hypotese "Våt snø".....	13

2.3 Den for tiltak kritiske koeffisient for friksjon.....	14
---	----

-2-

3 Sammenfattende konklusjon.....	15
4 Anbefalinger .....	16
4.1 Observasjonskampanje for å avklare meteorologiske årsaker til ulykken.....	16
4.2 Pålitelighet av målt friksjon.....	16.
4.3 Identifisering av glatte veistrekninger.....	16
4.4 Vei - meteorologisk observasjonsstasjon.....	16.

## 1

Oversikt over materiale stilt til rådighet av SHT eller er innhentet av RM, samt merknader

### 1.1

#### Kart

Opprinnelige kartunderlag viste ulykkessted ved Nysete ovenfor Vuku ved Verdalselva.

Senere leverte kart la ulykkesstedet til Garnes / Krika, Inndalen. Vassdraget byr her på en betydelig mindre åpen vannflate enn det først og feilaktig utpekte stedet i bredden av Verdalselva. Inna ved Garnes som kilde for vanndamp og mulig årsak for dannelse av rim eller dugg på veibanen skulle derfor være mer beskjeden enn Verdalselva ved Nysete hadde vært, ellers like vilkår forutsatt. Elvebredden ved ulykkesvingen som ut fra kart anslått til 25 m. Den ”rettlinjete” elvestrekning som ”treffer” på ulykkesstedet er minst 250m. Vannflaten sin bredde oppstrøms ulykkesvingen i ca. 200 m avstand er opp i 50m bred.

RM kjenner ikke til dybdeforholdene i elva. Et trangere elveleie ved ulykkesstedet kan bety større hastighet av vannet, derav en beveget overflate og blanding av vannet, i sum intensivert fordampning. Bildet med tittel ”3 drepte, 26 sendt til sykehus” viser små bølger ved bredden. Det antas i det følgende at bevegelsen i vannskorpen ikke har bidratt til fordampning vesentlig, sett i relasjon til usikkerheten knyttet til senere vurderinger.

Kart og skisse av oppmålt trajektorie av bussen viser at krumningsradius til midtlinjen av veien på stedet der bussen har skjenet over i venstre kjørefelt var ca. 90m.



-3-

## 1.2

### Bilder

Bildematerialet stammer fra tidspunkt opp i flere timer etter ulykken. Bildene er åpenbart tatt for å dokumentere ulykken trafikkmessig, neppe for å vise meteorologisk hhv. for føret relevante forhold. Disse vil antagelig være påvirket av redningsaksjonen. Informasjonen som kunne hentes ut av bildematerialet var således begrenset.

#### 1.2.1

##### Veibanen

Bildet blant "Registreringer på ulykkesstedet" som viser personer opptatt med å måle en distanse på tvers av veien, synes å dokumentere en ru overflate av pakket snø med løse klumper av snø samt enkelte sandkorn. Snø og mulig rim kan ikke skilles, heller ikke sies noe om andelene av løs hhv. til veien festet kontaminasjon. Sanden tyder på at bildet neppe viser tilstanden ved ulykkestidspunktet.

Øvre høyre bilde i serien "Bussens sluttposisjon" samt nedre bilde med skjev lysebrun stav (mast?) gir inntrykk av komprimert og noe iset snø. Det samme gjør også høyre bildet av "Redningsaksjonen var 100% perfekt". Tilstanden av veien skulle være skapt av trafikk og kan ha eksistert i forkant av ulykken. Værets forløp under natten til ulykken (pkt. 1.4) sannsynliggjør komprimert iset snø skapt av trafikk. Det er ikke mulig å avgjøre ut fra bildene om det har eksistert rim på veien.

Bildene "Veidriftsforhold", høyre bilde (bil fra Verdal Brannvesen i høyre kant) viser et mønster av mørkere flekker på lys kontaminasjon. "Bilder fra Adressa", nedre høyre bilde tatt fra helikopter, gir inntrykk av et jernbanesville-liknende mønster. Forklaringen antas å være sand lagt ut i ettertid og følgelig ikke å være noen struktur av den kompakte snøens overflate.

#### 1.2.2

##### Omgivelsen av ulykkesstedet

Bilder uten tekst viser følgende: I sporet av bussens venstre hjul mot steinen sees snø formet til små baller. Derav kan slutes på gjenværende flytende vann i snøen revet opp i veigrøften.

På bildet som gjengir til høyre bein av en person i blå-svart kjeledress sees mot vraket av bussen noen lysbrune ris av en busk som muligens bærer litt rim langs en vertikal kant. Det samme gjelder før den mørkere stokken lengst mot høyre, til venstre for sporet på barken glinsende i lyset.

Ytterligere et bilde, det viser en ung trestamme bøyet inn under bussvraket, dokumenterer grener hhv. busker som bærer hvitt kommet ovenfra, dvs. snø som er fanget opp. Også bildet

-4-

”3 drepte, 26 sendt til sykehus” gjengir busker i skråningen mot elva med grener til dels dekket med hvitt, åpenbart rester etter snøfall. Bildekvaliteten er ikke tilstrekkelig til å kunne utelukke små mengder også av rim. - Bartrær ovenfor veien sees dekket med snø. Det kan derfor utelukkes svaiende bevegelser og således vind av styrke laber bris eller mer.

I bildeserien ”Bussens sluttposisjon” omfatter et bilde som viser hjulspor inntil et teppe eller plagg. Også dette bilde dokumenterer et ”granulat” dannet mekanisk av snø inneholdende flytende vann (se ovenfor). De øvrige tre bilder i serien bekrefter at grener var dekket av snø. Det samme forteller bildene ”Registreringer på ulykkesstedet”, ”Skader på bussen” samt alle andre bilder som viser grener av kratt og trær. Det finnes intet bilde som tillot å bekrefte eller avkrefte forekomsten av små mengder av rim eller av dugg frosset til is.

På bildet ”Redningsaksjonen var 100% perfekt” sees et helikopter med støv av is virvlet opp i ca. 10 m høyde. Støvet synes å stamme for en stor del fra skråningen mot elva og synes å drive med svak vind inn over veibanen. Det tyder ikke på skare, men på snø med opptørket øvre skorpe. Det kan også være tale om oppvirvlet rim eller så vel rim som noe tørket snø.

### 1.3 Summariske tekster / rapporter

Et ark med SHT-symbol opplyser under ”Veidriftsforhold” om bl.a.:

”Vertikal-kurvaturen er noe vanskelig å forutse da en kommer fra rettstrekninger på begge sider”. ”Forholdsvis flatt”. ”Vegen ligger nært inntil elva Inna.” ”...opplyser om ofte glatt vegbane pga. dogg og frost.”

Under rubrikken ”Statens vegvesen” heter det bl.a.:

”Ulykkespunktet er i nærheten av elv med fare for fuktighet og problematikk rundt dugg-punktet. Stor variasjon i friksjon på hele veggen.” Merknad ved RM: Det burde enten hete ”frysepunktet” eller når ”duggpunktsdifferansen er liten”!

”...politiet hadde en formening om at det tidligere også hadde vært utforkjøring i svingen uten at dette var (politi)-registrerte ulykker.”

”Målt friksjon på ulykkesdagen:

- Ingen friksjonsmåling før ulykken
- Fra 0,35 – 0,21 sammen med...”

Under tittel ”Friksjonsmåling SVV-UAG” listes opp måleverdier den 14.11. kl.11.00 for km 41 til 58. Temperaturen er oppgitt mellom minus 0,5°C og pluss 1,0°C, målte koeffisienter mellom 0,26 og 0,35.

-5-

Under rubrikken "MESTA AS" opplyses bl. a.:

"Mesta foretok en vurdering av vær og føreforhold kl. 04.00 og igjen kl. 06.00. Ny vurdering ble foretatt kl. 07.00 der man konkluderte med bakgrunn i tidligere erfaring". Kriteriene for disse vurderinger og erfaringen som påberopes er ikke omtalt, enn si begrunnet.

Kopi av "Rapport-TWO Friksjonsmåling" viste den 23.11.2007 kl. 11.55 (dvs. nær ett døgn før ulykken) oppholdsvær, for en parsell nedenfor ulykkesstedet (Hovedparsell 0.1 fra km 0,1 til 8) observerte friksjonskoeffisienter gjennomsnitt 0,27, minimum 0,16, maksimum 0,63.

Av et notat fra MESTA til Statens Vegvesen i sakens anledning, datert 24.11.2007, fremgår:

Fredag den 23. refereres til meteogram som varslet nedbør og temperatur nær frysepunktet for ettermiddagen. Veien med snø- og isdekke ble (trolig på bakgrunn av meteogrammet) høvlet til jevn flate uten spor "og hadde god friksjon" (uten at den ble oppgitt). Fredag ettermiddag skal sjåfører som transporterer kalkstein på lastebil ha rapportert "stødig vinterføre". Lett snøfall på ca. 1 cm om kvelden medførte brøyting ca. kl. 20.

Lørdag den 24. foretok MESTA vurderinger (se ovenfor) gjennom kontraktsmedhjelper og konkluderte med at det ikke var behov for tiltak. Den siste vurderingen kl. 07.00 førte til å anta at det kunne være behov for "punktstrøing". Den var satt i gang før kl. 08.00, men hadde ikke nådd ulykkesstedet.

Etter ulykken underveis til stedet ble friksjon målt mellom kl. 08.20 og 08.35. Dokumentasjon viser for "flere steder" (alle nedenfor ulykkesstedet) koeffisienter mellom 0,26 og 0,32, observert med utstyr uten nærmere spesifisering. Været ble oppgitt som minus 1°C, opphold, føreforhold kjennetegnet ved "snø, is". - MESTA nevner at tiltaksgrense i henhold til kontrakt var 0,25.

For å kunne sikre sporet ble ulykkesiden av veien strødd så sent som kl. 16.

I sin dokumentasjon av forventet vær anførte MESTA meteorogrammer hentet fra met.no-Kilden for Steinkjer og Sandvika-Verdal. Meteogrammer er prognoser, beslutningsgrunnlag i forkant av forventet vær. Meteogrammer viser ikke faktisk inntruffet vær.

#### 1.4

##### Meteorologisk dokumentasjon

Den synoptiske situasjon (det generelle været og dens utvikling) dokumenteres ved kart (kilde Meteorologisk Institutt = MI), prognoser utarbeidet ved MI forelå som meteorogrammer fra SHT hhv. ansvarlige for veien sin side for Steinkjer og Sandvika, faktiske observasjoner innhentet av RM for Værnes og Verdal Reppe (begge under MI).

-6-

#### 1.4.1

##### Aktuelle værkart

Alle her omtalte værkart er bakkeanalyser innhentet av RM fra Meteorologisk Institutt. - Den 24. november 2007 kl. 01.00 lokal tid lå et lavtrykk med kjerne 880 hPa på ca. 10°V 66°N. En høytrykksrygg dekket Skandinavia med kammen over Langfjella og svensk Norrbotten. Trykket over Innherred var ca. 1013 hPa. På Stadt observertes vinden 180° 40 kt, på værskipet "Polarfront" utenfor Helgeland 200° 35 kt. Storlien rapporterte 220° 15 kt.

Kl. 07.00 hadde lavtrykket dypet seg til kjernetrykk ca. 975 hPa uten nevneverdig å endre posisjon. Høytrykksryggen hadde forflyttet seg østover med kammen over Østersjøen og Finskebukta. Trykket over Innherred hadde falt til ca. 1005 hPa. På Stadt og "Polarfront" var den sørlige vinden kommet opp i 45 kt, Storlien meldte 180° 25 kt. Verdal meldte 130° 10 kt.

Mens et felt med stigende trykk, vestlig vind og byget nedbør forflyttet seg mot nordøst kvelden den 23. november utviklet seg over Trøndelag til ut på natta et isobarforløp med retning sørsørvest-nordnordøst og trykkgradient i Innherred-området på 5 hPa pr. 50 km. Det kunne således, ikke tatt hensyn til topografien, forventes sørlig bakkevind av kulingstyrke.

#### 1.4.2

##### Forventet og observert vær

Meteogrammer er for publikum lett lesbare grafisk presenterte prognoser. Det prognostiserte forløpet av været, opphør av nedbør midt på natta fra 23. til 24. november 2007, delvis oppklaring hhv. høye skyer før tiltykning påfølgende formiddag var i godt samsvar med observasjoner på Værnes hhv. de synoptiske kart (pkt. 1.4.1). Uten tvil kvalitativt rett var varslet fallende lufttemperatur og økende duggpunktdifferanse ("spread") forårsaket av negativ strålingsaldo som følge av delvis oppklaring hhv. høyt skydekke. Det kan neppe betviles snøfall på Garnes ved lufttemperatur meget nær frysepunktet, i følge meteogram i størrelsesorden 1 millimeter de siste tre timer før midnatt, dvs. ca. 1 cm snødekke. Siste nedbør ble observert på Værnes kl. 20.50. Av notat fra MESTA (pkt.1.3) sees at veien var blitt brøytet siste gang omkring kl. 20. Det kan gåes ut fra at våt snø, kan hende på nytt 1 cm, har lagt seg etter nevnte preparering.

Både værkart (pkt. 1.4.1) og observasjoner ved Værnes i høyde 670 ft viser at vinden dreiet fra vestlig til sørvestlig mot midnatt, og videre til prognostisert sørlig, på Værnes observert sørøstlig ut over natta. Verdal Reppe (63° 48' 54''N, 11° 40' 29''E, 81 moh) observerte kl. 07 10 kt fra sørøst. Luft med mettete vanddamp (tåke) over Inna ved Garnes er usannsynlig pga. turbulent blanding. Videre tyder konstant lufttemperatur på Værnes kl. 04 og 07 på 0°C men fallende duggpunkt fra -5°C til -7°C på synkende tiltakende tørr luft. Om denne har grepet ned i dalen av Inna ved Garnes er uvisst. Meteogrammene for Steinkjer og Sandvika varslet et fall i både luft- og duggpunktstemperatur fra kl. 04 til kl. 07, på sistnevnte sted "spread"

-7-

økende fra 2,3 K til 3,5 K. Verken Steinkjer innerst i Beistadfjorden (Steinkjerfjorden) eller Sandvika ved fjellovergangen til Sverige kan antas å være representative for ulykkesstedet.

Den påfølgende oppstilling omfatter meteogrammer for Steinkjer og Sandvika, observasjoner på Trondheim lufthavn Værnes og Meteorologisk Institutt sin stasjon Verdal Reppe. Alle tider er lokal tid (UTC + 1 time).

T = lufttemperatur, °C

D = duggpunkt, °C

S = skydekke. På Værnes høyde i ft

N = nedbør, millimeter siste 3 timer

V = vind, grad og kt

	----- METEOGRAM-----		-- -----OBSERVASJONER -----	
	Steinkjer	Sandvika	Værnes	Verdal Reppe

Kl. 22.00 23. nov. 2007:

T	+ 0,4	-1,5	+1	ikke observert
D	- 0,2	- 2,3	-3	
T – D	0,6	0,8	4	
S	overskyet, lavt	skyet, lavt	FEW 025 SCT 060	
N	1,6	1,0	20.50: SHSN VV005	
V	250/10	260/10	260/10 REM 670FT 220/12	

Kl. 01.00 24. nov. 2007:

T	+ 0,8	- 1,5	+ 1	ikke observert
D	0,0	- 2,5	- 3	
T – D	0,8	1,0	4	
S	delv.skyet, midd.	halvskyet, midd.	FEW 030 SCT 055	
N	0,3	0,4	0	
V	200/05	240/10	200/04 REM 670FT 200/18	

Kl. 04.00:

T	- 0,8	- 0,3	0	ikke observert
D	- 2,2	- 5,3	- 5	
T – D	1,4	2,3	5	
S	halvskyet, høyt	halvskyet, høyt	CAVOK	
N	0,1	0	0	
V	180/10	225/05	120/06 REM 670FT 120/11	

-8-

Kl. 07.00:

T	- 1,9	- 3,4	0	- 0,6
D	- 4,0	- 6,9	- 7	- 4,7
T – D	2,1	3,5	7	4,1
S	skyet, høyt-midd.	overskyet, høyt	NOSIG	4/8 Ci, 1/8 Sc
N	0	0	0	byge siste 6 t.
V	180/05	180/10	130/09 REM 670FT 150/20	120/10

Med vekt lagt på lufttemperatur, duggpunkt og vind observert på Verdal Reppe samt skydekke og værets forløp anslås at lufttemperaturen i 2 m høyde på ulykkesstedet kl. 07 kan ha ligget mellom -1°C og -2°C, overflatetemperaturen av snødekket mellom -2°C og -4°C. Denne subjektive vurdering kunne i prinsipp gjøres objektiv ved å beregne temperaturene, men måtte igjen bygge på forutsetninger grunnet manglende observasjoner på stedet. De prognostisk kalkulererte temperaturer (meteogrammer) kan topografisk begrunnet oppfattes som ekstremverdier; verdiene på ulykkesstedet (gitt at prognosen oppfyltes) skulle ligge innenfor disse intervallgrenser.

2

## Analyse

Utsagnet referert under "Statens Vegvesen" (pkt. 1.3) om lokalt vanskelige kjøreforhold pga. vanndamp fra elva må ikke betviles: Vannflaten vil være en kilde for vanndamp, sno nedover dalen vil føre trajektorier muligens på flere hundre meters lengde over vannet rett mot ulykkesvingen. Om overflatetemperaturen av veien ligger under dugg- hhv. frostpunktet vil dugg hhv. rim settes av. Tidsforløp av først duggfall etterfulgt av frysing til is ved temperatur fallende under frysepunktet vil kunne forekomme. De her antydete prosesser der rim eller frosset dugg preger føret vil måtte påregnes på alle topografisk liknende steder under gitte meteorologiske vilkår. Om fordampning fra elva hhv. fortetning av vanndamp på veien kan ha spilt noen rolle ved ulykken om morgenen den 24. november 2007 skal kvalitativt vurderes ut fra sannsynlige gradienter i vanndamptrykk. Spørsmålet søkes besvart under "Elva", pkt. 2.1.

Ytterligere en hypotese, kalt "Våt snø" (pkt. 2.2), forutsetter snøfall med relativt stor andel av flytende vann. Flytende vann i (fersk) våt snø på bakken vil ved sammenpresning under trafikk kunne danne en film av vann som så fryser til en hinne av mer eller mindre transparent is - vanskelig å se mot den komprimerte hvite snøen som underlag. Om hypotesen "Elva" kan besvares dit hen at rim kunne dannes på veien, og hypotesen "Våt snø" besvares i retning av en skorpe av is, så vil kunne antas et lag av rim på is. En slik konstellasjon er erfaringsmessig kjent som et for akselererte hjul meget glatt underlag. Selv svært små mengder av rim danner et glidesjikt av krystaller eller deres fragmenter på underliggende elementer av "plan" is som på sin side ved temperaturer varmere enn ca. -10°C omgis av en molekylær hinne av flytende vann.

-9-

Avsluttende (pkt. 2.3) estimeres grovt den største akselerasjon som kan overføres ved skjærkrefter. Det forutsettes kun sentripetalakselerasjon og den målte i forhold til kontrakter "kritiske" koeffisient for friksjon  $\mu = 0,25$ . Estimert gjentas for grenseverdien  $\mu = 0,15$  om det på is antas at målingene er beheftet med standardfeil  $\pm 0,10$ . Tangensial akselerasjon vil redusere den ved en gitt  $\mu$  til underlaget overførbare sentripetalakselerasjon.

## 2.1

### Hypotesen "Elva"

Det tenkes et volum luft i kontakt med elvevannet. Volumet føres langs sin trajektorie mot elvebredden. Denne treffes av pålandsvind. Om vannflaten er varmere enn den tilgrensende luften, vil luften like inntil vannflaten være labil (noe som blir synlig ved frostrøyk). Luften ovenfor det labile grunnsjiktet like inntil vannflaten skulle under de rådende meteorologiske forhold (generelt over land kjøling ved utstråling) ha vært til en viss grad stabil. Likevel skulle forventes turbulent vertikal utveksling av luft forårsaket av antatt 5 til 10 kt vind en 10 m over bakken. Bare i den grad det tenkte volumet av luft stengtes av et stabilt lag i toppen, ville vanndamp mottatt fra elva fullt ut akkumuleres i luftvolumet langs med trajektorien over fordampende vann. Intensiteten av fordampningen vil, foruten av gradienten i damptrykk, avhenge av det rennende vannets drag på luften og den turbulente utveksling de to sfærer i mellom og internt i luften.

Fordampning vil foregå så lenge vanndamptrykket i vannflaten er større enn trykket i luften (ved frostrøyk fordampes inn i mettet damp). På skråningen fra elva mot veien, gitt lavere vanndamptrykk på snøflaten enn i luften, vil damp felles ut som dugg eller rim. Intensiteten vil avhenge av ventilasjonen, her begunstiget av antatt horisontal vind mot oppstigende terreng. - Veibanen vil ventelig ligge i "vindskygge" av skråningen; ventilasjonen vil muligens påvirkes av en "kantvirvel" utøst av kanten mellom skråning og horisontal vei. Disse forhold vil ha betydning for den mengdemessige flyten av vanndamp.

Modellering av de nevnte meteorologiske prosesser i heterogen topografi ville være nødvendig dersom det gjaldt å komme frem til kvantitative utsagn. Disse ville likevel være heller upresise fordi alle de meteorologiske randbetingelser må bygge på antagelser. Men i den aktuelle sammenheng skulle det være tilstrekkelig å vurdere om dugg hhv. rim kan være dannet på veien eller ei. Det vil da være tilstrekkelig å vurdere mulige vanndamptrykk i vannflaten og på veibanen, begge i forhold til luft, uten at den eksakte høyden i luft spesifiseres (størrelsesorden meter).

Den enkleste modellen for potensiell fordampning (dvs. fra en vannflate) bygger på Dalton-relasjonen. Med  $Q$  for masse vanndamp (kg) fordampet bort fra (negativt fortegn) en flate ( $m^2$ ) i løpet av en viss tid ( $s$ ),  $E(T_0)$  for damptrykket i overflaten - her av det fordampende vannet - på temperatur  $T_0$ ,  $e(z)$  for vanndamptrykket i luft i høyde  $z$ , samt  $f(u)$  for ventilasjonen som en funksjon av vindhastighet  $u$ , avhengig også av luftens stabilitet, her også av det mekaniske samspill mellom vannskorpe og luft, kan skrives

-10-

$$Q = f(u) \cdot \{E(T_0) - e(z)\}$$

der  $f(u)$  kan beskrives ved empirisk bestemte koeffisienter, nemlig

$$f(u) = a + b \cdot u^c$$

med for eksempel  $a = 0,15$ ,  $b = 0,2$ ,  $c = 0,5$ , koeffisienter som er avhengige av klima, årstid, værforhold.

En tilsvarende relasjon kunne settes opp for fortetning av vanndamp på en overflate av vann eller is med metningstrykk  $E$  på temperatur  $T_0$ . For  $e(z) > E(T_0)$  blir  $Q$  positiv i samsvar med konvensjonen for fortegn, for overflaten mottar vanndamp som sluk for vanndamp i atmosfæren.

Differansene i vanndamptrykk, på den ene side med elva som kilde, på den annen side veibanen som sluk for vanndamp, er kriteriene for å vurdere om fordampning hhv. fortetning kan ha foregått. Massene som omsettes avhenger av  $f(u)$ , men være proporsjonale til differansen i damptrykk. For den aktuelle problemstilling ansees det som tilstrekkelig å vurdere differanser i vanndamptrykk.

### 2.1.1

#### Fordampning fra Inna

Vanntemperaturen er ukjent, men antas med  $2,5^\circ\text{C}$ , alternativt  $3^\circ\text{C}$  eller  $4^\circ\text{C}$ . Lufttemperaturen i det labile laget inntil vannflaten antas med  $0^\circ\text{C}$  eller  $-1^\circ\text{C}$  eller  $-2^\circ\text{C}$ . Siden vanntemperaturen antas som høyere enn lufttemperaturen vil det i alle tilfeller pågå fordampning fra vannflaten, selv om vanndampen skulle være mettet, så lenge metningstrykket i vannflaten,  $E(T_0)$ , er større enn vanndamptrykket i luften,  $e(z)$ , der metningstrykket i den kaldere luften kan overskrides inntil  $E(T_0) = e(z) = E(\text{luft}) + \Delta e$ , om metning av dampen i luft betegnes med  $E(\text{luft})$  og  $\Delta e$  symboliserer damptrykk for "overmetning" i luft.

Påfølgende oppstilling viser metningstrykk i hPa ved de anførte vann- hhv. lufttemperaturer og differansene i damptrykk. For eksempel er ved vanntemperatur  $2,5^\circ\text{C}$  og lufttemperatur  $0^\circ\text{C}$  trykkdifferansen  $7,3 - 6,1 = 1,2$  hPa.

Lufttemperatur $^\circ\text{C}$ :	0	-1	-2
Metningstrykk hPa:	6,1	5,7	5,3

Vanntemp: Metn. trykk:

2,5	7,3	1,2	1,6	2,0
3,0	7,6	1,5	1,9	2,3
4,0	8,1	2,0	2,4	2,8



-11-

Ut fra de mer eller mindre sannsynlige temperaturforhold i vannet og i luften skulle det således ha pågått fordampning fra elva. Om det antas at for eksempel luft på 0°C i utgangspunktet med vanndamptrykk 4,2 hPa svarende til relativ luftfuktighet 70 prosent og duggpunkt - 5°C skulle fordampning fra en vannflate på for eksempel 3°C pågå inntil vanndamptrykket hadde nådd 7,6 hPa. Da hadde ved 6,1 hPa tåke opptrådt, trykkdifferansen 7,6 – 6,1 hPa svarer til størrelsen  $\Delta e$ , se ovenfor.

For å få en oppfatning av hva endringer i damptrykk innebærer i masse vanndamp beregnes spesifikk fuktighet  $q$ . Denne størrelsen er definert som masse vanndamp pr. masse fuktig luft, i praksis gitt som gram vanndamp pr. kg fuktig luft. (Helt grovt kan ved havets nivå 1 kg luft oppfattes som ”terning” med kantlengde 0,93 m, volum ca. 0,8 m<sup>3</sup>).

Av termodynamiske konstanter følger med  $e$  for damptrykk og  $p$  for lufttrykk (alle i hPa) den spesifikke fuktighet:

$$q = 0,622 \cdot e / (p - 0,378 \cdot e)$$

Siden  $e$  er liten i forhold til  $p$ , og  $p$  i dette tilfelle kan settes lik med 1000 hPa, kan forenkling og med tilstrekkelig nøyaktighet settes

$$q = 0,6 \cdot e$$

der enheter for  $q$  blir gram vanndamp pr. kg fuktig luft. Ved damptrykk  $e = 4,2$  hPa ville luften ha inneholdt 2,5 g vann / kg fuktig luft, ved det maksimalt mulige damptrykket 7,6 hPa 4,5 g / kg, dvs. en økning på 2 g vann / kg fuktig luft.

Turbulent utveksling av luft ved vinden gjør det usannsynlig at vanndamptrykket i luften skulle ha steget inntil trykket i vannflaten på elva (de laveste centimeter over vannflaten sett bort fra). Vanndamptrykket i luften skulle heller ikke ha nådd metning av dampen ved luftens temperatur, og dannelse av tåke (igjen sett bort fra de laveste centimeter over vannet) utelukkes. Hvis det hadde oppstått tåke av noen betydning skulle bildematerialet (pkt. 1.2) vist rimfrost. Så langt det kan sees fantes ingen slike avsetninger.

Gitt de antatte rammebetingelser kan konkluderes med at fordampning fra vannflaten inn i luft har foregått. Luften i kontakt med elva kan ha tatt opp i størrelsesorden 1 gram vann (som damp) pr. kg fuktig luft, uten at det her sies noe om tidsintervallet. Ytelsen vil avhenge av  $f(u)$  som også ”rommer” interaksjonen mellom vann og luft langs trajektorien og den turbulente utveksling i luft..

### 2.1.2

Fortetning av vanndamp på veibanen

Fordampning eller fortetning av vanndamp, størrelsen  $Q$  under pkt. 2.1, er proporsjonal til

-12-

differansen i damptrykk mellom luft og metningstrykk på overflaten. For å vise at rim kan ha opptrådt, skulle det være tilstrekkelig å vise at differansen

$$- \{E(T_o) - e(z)\} > 0,$$

dvs. at damptrykket  $e$  i luften kan ha vært større enn metningstrykket  $E(T_o)$  på overflaten, i dette tilfelle relatert til is på veien med overflatetemperatur  $T_o$  svarende til frostpunktet. Det negative fortegnet foran parentesene medfører at flyt av vanndamp til overflaten etter kondensjonen telles positivt.

Den påfølgende oppstilling viser for ulike aktuelle lufttemperaturer og relative fuktigheter hhv. korresponderende damptrykk (i hPa) hvilke differanser i damptrykk som inntreffer om aktuelle overflatetemperaturer lik frostpunkter legges til grunn. Det sees for eksempel for lufttemperatur  $0^{\circ}\text{C}$  og 90% relativ luftfuktighet svarende til damptrykk 5,5 hPa i forhold til en isflate på temperatur  $-2^{\circ}\text{C}$  (frostpunkt) med metningstrykk 5,2 hPa at det består en positiv trykkdifferanse på 0,3 hPa, dvs. flyt av vanndamp rettet fra luft til is.

			Frostpunkt $^{\circ}\text{C}$			
			-2	-3	-4	-5
Lufttemperatur $^{\circ}\text{C}$			E (is)			
0	Rel. fukt. %	e (luft)	5,2	4,8	4,4	4,0
	90	5,5	0,3	0,7	1,1	1,5
	80	4,9	-0,3	0,1	0,5	0,9
	70	4,1	-0,9	-0,5	-0,1	0,3
-1	90	5,1	-0,1	0,3	0,7	1,1
	80	4,6	-0,6	-0,2	0,2	0,6
	70	4,0	-1,2	-0,8	-0,4	0,0
-2	90	4,7	-0,5	-0,1	0,3	0,7
	80	4,2	-1,0	-0,6	-0,2	0,2
	70	3,7	-1,5	-1,1	-0,7	-0,3
-3	90	4,4	-0,8	-0,4	0,0	0,4
	80	3,9	-1,3	-0,9	-0,5	-0,1
	70	3,4	-1,8	-1,4	-1,0	-0,6

Tas utgangspunkt i lufttemperatur og duggpunkt på Verdal Reppe kl. 07,  $-0,6^{\circ}\text{C}$  hhv.  $-4,7^{\circ}\text{C}$ , dvs. frostpunkt  $-4,3^{\circ}\text{C}$ , ville metningstrykket på is være 4,2 hPa og i likevekt med damptrykket i luften ved  $-0,6^{\circ}\text{C}$ , svarende til relativ luftfuktighet 72 %. Skulle rim dannes, måtte enten isen være kaldere enn  $-4,3^{\circ}\text{C}$  eller duggpunktet hhv. frostpunktet være høyere (varmere), dvs. den relative fuktighet større enn 72 % ved den gitte lufttemperatur. – På Steinkjer er det observert lufttemperatur  $-1,9^{\circ}\text{C}$ , duggpunkt  $-4,0^{\circ}\text{C}$ , frostpunkt  $-3,7^{\circ}\text{C}$ . Metningstrykk på is på denne temperatur hadde vært 4,5 hPa. Den relative fuktighet måtte ha vært større enn 84 % om rim skulle ha blitt dannet.

-13-

”Spread” på 7 K observert på Værnes og nesten 5 K på Verdal Reppe tyder på at generelle av værssituasjonen bestemte forhold neppe fremmet dannelse av rim, gitt lufttemperatur omkring  $-2^{\circ}\text{C}$  og overflatetemperatur av veien ikke lavere enn  $-5^{\circ}\text{C}$ . De positive differanser av damptrykk i oppstillingen ovenfor viser at det ved lufttemperatur  $-3^{\circ}\text{C}$  og overflatetemperatur ned i  $-5^{\circ}\text{C}$  knapt har vært til stede vilkår for dannelse av rim. Ved lufttemperatur  $-2^{\circ}\text{C}$  og overflatetemperatur  $-5^{\circ}\text{C}$  skulle den relative luftfuktigheten vært av størrelsesorden 90 % for å oppnå rim.

Av disse vurderinger sluttet at rim, i tilfelle, har vært et lokalt fenomen knyttet til relativt høy lufttemperatur og høy relativ luftfuktighet. Antas for ulykkesstedet at luften var varmet til  $0^{\circ}\text{C}$  eller i det minste  $-1^{\circ}\text{C}$  av ellevannet og relativ luftfuktighet lå omkring 90 % (siden tåke utelukkes), sees av tallene ovenfor at overflatetemperatur på  $-2^{\circ}\text{C}$  hhv.  $-3^{\circ}\text{C}$  var tilstrekkelig lave for at rim skulle dannes. Disse verdier for luft- og overflatetemperatur (på veien) samt relativ luftfuktighet ansees for rimelige. Tilstrekkelig stor relativ luftfuktighet hhv. stort damptrykk i luften skulle være sannsynlig kun ved elva som kilde for vanndamp. Luften skulle her ha kunnet være i umiddelbar kontakt med en vannflate av størrelsesorden  $6000\text{ m}^2$ , muligens større, alt etter trajektorienes lengde oppstrøms. Vurderingen av sannsynlige temperaturer og damptrykk ved ulykkesstedet støtter opp om utsagn at stedet er utsatt for dugg eller rim.

Mengden avsatt rim har trolig vært liten. Endring i damptrykk på for eksempel 0,7 hPa svarer til 0,4 g vanndamp pr. kg fuktig luft, der den faktiske avsetning pr. tid beror på  $f(u)$ . Uansett vil rim, i sær på is, erfaringsmessig gi glatt føre.

## 2.2

### Hypotese ”Våt snø”

Om kvelden den 23. november falt snø ved bakketemperaturer nær frysepunktet (pkt. 1.2.4). Selv om nedbøren er dannet ved atskillig lavere temperaturer, vil fersk snø inneholde en god del flytende vann, her konservativt antatt 10 prosent. Snø frosset fast til grener (kfr. 1.2.2) bekrefter en ikke liten andel av flytende vann i snøen. Det er opplyst at 1 cm snø ble brøytet ca. kl. 20 (pkt. 1.3). Etter brøytingen kan antas minst ytterligere 1 cm snø, ekvivalent 1 millimeter nedbør. Forutsettes en andel av 10 prosent flytende vann, svarende til 0,1 millimeter, sees at rullende trafikk kan ha presset fram en solid hinne av vann som antagelig har frosset straks eller når temperaturen underskred frysepunktet.

Tenkelig, om enn spekulativt, er en lagdeling av tynne skorper av is, dels etter brøyting forårsaket av brøyteredskapets trykk, dels etter trafikk på våt ikke brøytet snø. Flytende vann kan ha vært innelukket mellom skorpene av is.

Det finnes verken bilder eller tilstrekkelig nitide beskrivelser av kontaminasjonen på ulykkesstedet i forkant av hendelsen. Ett av bildene (pkt. 1.2.2) viser at løs snø i kanten av

-14-

veien mekanisk ble presset sammen av bussens kinetiske energi, men ville neppe blitt formet til de avbildete baller om ikke flytende vann ennå hadde vært til stede i snøen.

Vesentlig i vurderingen av ulykken skulle være at forholdene lå til rette for at den sammenpakkete snøen på veibanen hadde fått en "glasur" av is. Bussen kan ha mistet retningskontrollen forårsaket av dette føre, selv uten at rim var blitt avsatt i veibanen. Dette føre (av is "glasert" pakket snø) skulle ha vært til stede over lengre strekninger der våt snø hadde falt etter kl. 20 og temperaturen underskredet frysepunktet.

Lokalt, nemlig ved ulykkesstedet, kan i tillegg ha vilkår for dannelse av rim på isen ha vært oppfylt (pkt. 2.1), noe som her skulle ha betinget særdeles glatte forhold.

### 2.3

Den for tiltak kritiske koeffisient for friksjon

Det er her ingen grunn til å problematisere vanskeligheter ved å måle friksjonskoeffisienter på veier og rullebaner med konvensjonelt utstyr og dets upåliteligheter. Disse forhold er vel kjente. Uansett denne problematikken og behovet for å ta hensyn til en "feilmargin" kan det se ut for at kontrakter om preparering av veier ikke bare bestemmer den lave koeffisienten  $\mu = 0,25$  som fast tiltaksgrense, men også i praksis forholder seg mer eller mindre strengt til den målte verdi som om den gjaldt eksakt.

I det påfølgende bestemmes formelt den akselerasjonen som maksimalt kunne tas ut ved nevnte kritiske koeffisient, og tilsvarende om standardfeilen ved målingen var 0,10 slik at den faktiske koeffisienten i 16 prosent av tilfellene var  $\mu = 0,15$  eller mindre.

Av relasjonen  $\mu = a / g$

der  $a$  står for akselerasjon og  $g$  for gravitasjonen  $9,81 \text{ m s}^{-2}$ , finnes for foreskrevet kritisk  $\mu = 0,25$  den maksimalt mulige akselerasjon  $a = 2,45 \text{ m s}^{-2}$ . Her forutsettes at kjøretøyet virkelig erfarer den nevnte (og ingen mindre) koeffisient.

Bussen kjørte i en sving med radius 90 m. Antas at den tangensiale akselerasjonen var lik null (ingen bremsing), så opptrer kun sentripetalakselerasjonen  $s$  ved hastighet  $v$  i en sving med radius  $r$ , nemlig

$$s = v^2 / r$$

Hevdes at det ved koeffisienten  $\mu = 0,25$  tillates sentripetalakselerasjonen  $2,45 \text{ m s}^{-2}$  (den tangensiale akselerasjonen skal være null), så fåes med radius  $r = 90 \text{ m}$  den høyest mulige hastighet

-15-

$v = (2,45 \times 90)^{1/2} = 14,8 \text{ m s}^{-1}$ , dvs. hastighet 53,3 km/t, forutsatt at kjøretøyet erfarer nevnte kritiske koeffisient.

Om det på pakket snø eller is antas at måleutstyret viser standardfeil 0,10, vil den faktiske koeffisient i 16 prosent av tilfellene i beste fall være  $\mu = 0,15$ , skjønt målingen viser verdien 0,25. Den da maksimalt oppnåelige akselerasjon (uten å skli) blir i så fall  $a = 1,47 \text{ m s}^{-2}$ . Igjen forutsatt ingen tangensial akselerasjon og kun sentripetalakselerasjon av denne størrelse, fåes i svingen med  $r = 90 \text{ m}$  den maksimalt mulige hastighet  $11,5 \text{ m s}^{-1}$  eller 41,4 km/t. (Faktisk kjørehastighet og mulig tangensial akselerasjon (bremsing?) var ukjent for RM.)

I praksis vil også tangensial akselerasjon måtte påregnes. Videre kan antas at den målte koeffisient systematisk er større enn den av busser erfarte  $\mu$ .

3

### Sammenfattende konklusjon

Ut fra en elementær vurdering av vertikale sannsynlige gradienter i damptrykk over elva hhv. veibanen kan forventes lokalt ved ulykkesstedet dannelse av rim på sammenpresset snø på veien. Intensiteten (ytelsen) av den rim dannende prosessen (masse rim pr. areal og tid) skulle ha vært liten. Det er da heller ikke dokumentert påfallende avsetninger av rim på noen av bildene. Men svært dårlig evne til å overføre skjærkrefter vil inntreffe ved selv et tynt lag av rim på is ved temperatur varmere enn  $-10^\circ\text{C}$  (molekylært smøresjikt av vann og rim).

Opplysninger om veiens kontaminasjon ved ulykkestidspunktet er utilstrekkelige til å kunne vise at lag av transparent is var blitt dannet som følge av våt snø og trafikk. Men forutsetninger for en skorpe ("glasur") av is (muligens i flere lag) på den sammenpressete snøen har vært til stede. Det kan derfor antas at transparent is på pakket snø ble dannet ved temperaturfall (negativ saldo av stråling) ut på natten.

Følgende sammensatte forløp er mulig: Våt snø på veibanen, trafikk og fall i temperaturen ga opphav til en med is "glasert" overflate. Fordampning fra Inna og temperaturfallet ved utstråling har på veistrekningen langs med elva ført til avsatt rim (om enn i meget små mengder). Kombinasjonen av rim på isete "glaserte" flatelementer kan forklare særdeles glatte forhold ved ulykkesstedet, glattere enn om is eller rim på snø hadde opptrådt alternativt hver for seg.

Sentripetalakselerasjonen, gitt tilstrekkelig stor tangensial hastighet, kan på nettopp det aktuelle stedet ha bidratt til at retningskontrollen ble mistet. Dette gjelder ytterligere om den tangensiale akselerasjonen skulle ha vært forskjellig fra null.

-16-

4

## Anbefalinger

For ytterligere å avklare årsakshypotesene (pkt. 4.1), for kritisk å vurdere målt friksjon (pkt. 4.2) og for å forebygge uventet glatt føre hhv. bringe frem objektivt beslutningsgrunnlag for målrettede tiltak (pkt. 4.3 og 4.4) foreslåes:

4.1

### Observasjonskampanje for å avklare meteorologiske årsaker til ulykken

Dersom det ønskes en eksperimentell avklaring mht. hypotesene "Elva" og "Våt snø" (pkt. 2.1 og 2.2) ville observasjoner av lufttemperatur, duggpunkt samt overflatetemperatur til veibanen, likeså dens kontaminasjon, under meteorologiske forhold liknende dem om natten og morgenen forut ulykken kunne være nyttige. Slike instrumentelle og visuelle observasjoner (utført for eksempel over tolv timer) ville også gi kvantifiserte kunnskaper om terrengets meteorologi som skulle kunne overføres til liknende veistrekninger andre steder.

4.2

### Pålitelighet av målt friksjon

Kontrakter som opererer med tiltaksgrenser ved bestemte kritiske målte skiddometer-koeffisienter må ta høyde for standardfeil ved slikt utstyr. Alternative målinger ved akselerometer på "utsatte", dvs. faste og som regel de mest glatte avsnitt kunne vurderes.

4.3

### Identifisering av glatte veistrekninger

Det opplyses (pkt. 1.3) at friksjonsforholdene kan være variable langs veien. Ulykkesstedet er kjent som til tider spesielt glatt. Føreforhold under bestemte meteorologiske rammevilkår kunne granskes systematisk i relasjon til topografien. "Utsatte" strekninger kunne identifiseres (objektivering ut over subjektiv erfaringsviten).

4.4

### Vei - meteorologisk observasjonsstasjon

Om ulykkesstedet kan anees for å være særlig utsatt for glatt føre, gjerne representativt for tilsvarende avsnitt i samme distrikt (vei mellom skråning og elv), kunne en stasjon som permanent på den kalde årstid målte lufttemperatur og duggpunkt nærmest (lavest) mulig bakken samt overflatetemperatur i veibanen gi et objektivt grunnlag for å vurdere behovet for føreforbedrende tiltak.

## Vedlegg E: Revisjon av funksjonskontrakt for drift og vedlikehold Steinkjer, kontraktsnummer 1704

Seksjonsleder Jo Bernt Brønstad  
Statens vegvesen

STATENS HAVARIKOMMISJON FOR TRANSPORT	
Avil: VEI	
23 OKT 2008	
S.nr: 07/529-21	082364
Arkiv: 511	S. beh: JHB
24/107	

11. februar 2008

### REVISJONSRAPPORT

#### Revisjon av Funksjonskontrakt for drift og vedlikehold Steinkjer, kontraktsnummer 1704

Gjennomført 24., 25. og 28. januar 2008.

Intervjuene ble holdt på Vegvesenets distriktskontor, på Mestas driftskontor på Steinkjer samt på leverandørenes kontor.

#### Sammendrag:

**Revisjonstype:** Systemrevisjon

**Oppdragsgiver:** Seksjonsleder Jo Bernt Brønstad, Statens vegvesen

**Revisjonslag:** Torolf Aune (revisjonsleder), Jon-Helge Grevskott (HMS)

#### Revisjonsgrunnlag:

Kontrakt 1704 Steinkjer - Kvalitetssystem for Statens vegvesen Nord -Trøndelag distrikt, Arbeidsmiljøloven - Internkontrollforskriften - Håndbok 214 Helse, miljø og sikkerhet for Region midt.

#### Hovedtema for revisjonen:

- Oppfølging av funksjonskontrakt, først og fremst vinterdrifta, med særskilt fokus på
  - Forholdet entreprenør/leverandører
  - Prosess for behandling av uønskede hendelser
  - Prosess for iverksetting av driftstiltak

#### Startmøte

avholdt på Vegvesenets distriktskontor Steinkjer 24. januar 2008 kl 09.00

Til stede fra:

- **Revisjonsteamet**
  - Revisjonsleder Torolf Aune,
  - HMS-rådgiver Jon Helge Grevskott,
- **Statens vegvesen**
  - Prosjektleder Jo Bernt Brønstad
  - Byggeleder Torbjørn Holstad,
- **Mesta a/s**
  - Distriktsleder Trøndelag Roar Skatland
  - Driftsleder for funksjonskontrakt 1704 Ola Rostad
  - Formann Frank Ertsås
- **Firma Tor Berg**
  - Tor Berg
- **Brødr Verstad**
  - Ann Elin Kjeldseth
- **Firma Rune Bjørnes**
  - Rune Bjørnes

### **Sluttmøte**

Sluttmøte ble avholdt tirsdag 12. februar 2008 kl 13.30 på Vegvesenets distriktskontor, Steinkjer. Til stede:

- **Revisjonsteamet**
  - Revisjonsleder Torolf Aune,
  - HMS-rådgiver Jon Helge Grevskott,
- **Statens vegvesen**
  - Byggeleder Torbjørn Holstad,
- **Mesta a/s**
  - Driftsleder for funksjonskontrakt 1704 Ola Rostad
  - Formann Frank Ertsås
- **Firma Tor Berg**
  - Tor Berg
- **Brødr Verstad**
  - Ann Elin Kjeldseth
- **Firma Rune Bjørnes**
  - Rune Bjørnes

### **Innledning**

Det er gjennomført en systemrevisjon av *Funksjonskontrakt for drift og vedlikehold Steinkjer, kontraktsnummer 1704*. Revisjonen er bestilt av seksjonsleder Jo Bernt Brønstad i Statens vegvesen, Nord-Trøndelag distrikt. 8 personer ble intervjuet.

Revisjonen ble gjennomført som en åpen og grei dialog mellom revisjonsteamet og de reviderte. De reviderte viste gjennomgående en positiv innstilling til revisjonen, og det ble forstått at revisjon er et godt hjelpemiddel til forbedring av både system og arbeidsmiljø. Det er til stor hjelp for revisjonsgruppen når det vises slik åpenhet og god vilje som under denne revisjonen.

Vegvesenet som byggherre ble av de reviderte oppfattet som en ryddig oppdragsgiver og som er opptatt av å opprettholde et godt samarbeidsklima. Imidlertid oppfattet vi under revisjonen at forholdet mellom entreprenør og leverandør fra tid til annen kan være preget av meningsforskjeller.

Selv om en del dokumentasjon mangler, synes entreprenøren å være svært bevisst i forhold til kontrakten med Vegvesenet og i krav til sine leverandører.

Kontrakten er av et slikt omfang at revisjonen måtte gjennomføres som stikkprøvekontroll. Vi mener likevel å ha avdekket svakheter i system og gjennomføring av kontrakten. De avvik vi har registrert og merknader som er gitt håper vi vil være til hjelp for å utnytte et bedringspotensial som er til stede.

Statens vegvesen Nord-Trøndelag ved byggherren bes om å administrere oppfølgingen av revisjonen.



## Revisjonen

Fire aktører er berørt av gjennomføring og resultat av vinterdriften, nemlig Vegvesenet som byggherre, hovedentreprenøren, leverandørene og brukerne. I styrende kontrakter brukes benevningene underentreprenør, kontraktør og leverandør. Det er ønskelig at en enhetlig benevnelse blir brukt. Ved kontakt med Arbeidstilsynet får vi opplyst at de tre begrepene behandles likt med hensyn til Arbeidstilsynets regelverk. I denne rapporten vil benevnelsen *Leverandør* bli benyttet.

## Forhold entreprenør/leverandør

Brøyting ser ut til å fungere og er uproblematisk med hensyn til målformuleringer og måloppnåelse. Det har vært minimalt med publikumsklager på snøforhold. Strøing byr på vesentlige større problemer, både avtalemessig og når det gjelder utførelse. Det mottas stadig klager fra brukere, særlig rettet mot leverandørene.

## Observasjoner og refleksjoner omkring prosessen for strøing

- Leverandør har tilgang på vær- og klimadata til enhver tid.
- Det er umulig til en hver tid å ha samtidig oversikt over friksjon i hele funksjonsområdet.
- Leverandører gir uttrykk for at de er fratatt reell selvbestemmelse over når tiltak skal iverksettes. Det hevdes at Mesta overprøver leverandørens vurdering.
- Diskusjoner om når det er aktuelt å iverksette tiltak virker forsinkende på prosessen og kan øke virkelig tiltakstid.

## Diskusjoner omkring når tiltak skal iverksettes

Økonomiske motiv har i liten grad vært tema under revisjonen, og vil derfor ikke bli vektlagt. Vi velger å gjøre rede for den reelle situasjonen i det vi har registrert som meningsforskjeller, og som tidvis rår omkring berettigelsen av å iverksette tiltak. Av forhold som utløser uenighet og i verste fall vil ha negativ påvirkning på funksjonsresultatet mener vi å ha registrert:

- Krav om strøing knyttet til kun ÅDT.
- Friksjonskrav påstått vurdert for lavt.
- Sandmengde pr enhet påstått satt for lavt.
- Forlenget reell tiltakstid når tiltakskrav diskuteres. —
- Leverandører forhindres å utføre preventiv strøing. —
- Forskjell i budskap fra ledelsesvaktene.
- Stadig innstramning av instruksjer.
- Forretningsinteresser.

I verste fall utgjør eventuelle divergenser en risiko for redusert funksjon. Temaet burde ikke vært registrert som avvik, i det både Vegvesenets og Mestas kontraktsformuleringer er rimelig presise på de fleste av punktene. Likevel våger vi å se på selve *uenigheten* som kan oppstå som et avvik, fordi det kan utløse unødvendige diskusjoner mellom entreprenør og leverandør, hvilket igjen innebærer en risiko for å ende opp med svakt funksjonsresultat. Vi anbefaler Vegvesenet å vie dette problemområdet stor oppmerksomhet.

I en noen tilfeller, og særlig på en del fylkesveger, er friksjonskravene ene og alene knyttet til ÅDT. Lav ÅDT, med tilhørende lavt friksjonskrav, finner vi gjerne på smale fylkesveger med utfordrende vertikal- og horisontalkurvatur. Også disse vegene brukes av et stadig mer transportavhengig næringsliv. Varer befordres til og fra produksjonsbedrifter som har behov for frakt av store kolli; det kan være fra gårdsbruk, foredlingsbedrifter eller annet. Denne

trafikken representerer en økende trafikksikkerhetsrisiko (møteulykker og utforkjøring), så vel som et fremkommelighetsproblem (isolasjon av lokalsamfunn). ÅDT, geometri, vegbredde og tung næringstrafikk bør ses i sammenheng og defineres inn i grunnlaget for iverksetting av tiltak.

Særlig leverandørene synes å være ubekvem med denne situasjonen, og gir overbevisende uttrykk for at deres del av det følte ansvar, særlig for trafikksikkerheten, er så stor at de ønsker å fri seg fra avtalene før neste sesong. Krisemaksimering eller ikke, deres påstand inneholder et stort alvor når de forklarer problemene med å oppnå akseptabel friksjon, og de svært sterke reaksjonene og tidvis truslene fra publikum som følger av dette.

Revisjonen ble gjennomført ved dokumentgjennomgang og intervju med henimot 100 spørsmål. Det ble funnet 12 avvik av forskjellig karakter, og det er gitt 4 merknader.

### **AVVIK**

Revisjonen har ingen myndighet i kommandolinjen. Vi ber derfor Vegvesenet ved byggherren om å administrere oppfølging av avvikene. Forslag til tiltak for lukking av avvik og merknader med tidsfrister meldes til Vegvesenets distriktsledermøte (DLM) for videre oppfølging og fullført avviksbehandling. Byggherren vil i denne prosessen henvende seg til hovedentreprenør som blir tillagt ansvar for lukke avvik som er registrert i hans virksomhet, samt sørge for at avvik hos leverandør er lukket. I noen avviksbeskrivelser finnes forslag til tiltak fra revisjonsteamet. Disse er ikke bindende for avviksbehandlingen, og må ikke betraktes som annet enn forslag.

1. **Skjema for Samordningsansvar er ufullstendig.** Navn på verneombud hos leverandører er ikke registrert.  
Ref: Kontrakt byggherre/entreprenør - D2.18.3 og AML § 2.2 (tidligere § 15) og AML § 6.1.
2. **HMS-egenerklæring er ikke levert** av alle leverandører. Hovedentreprenør forplikter å innhente denne dokumentasjonen som også byggherren skal forvise seg om foreligger.  
Ref: Kontrakt byggherre/entreprenør – D18.18 og kontrakt entreprenør/leverandør pkt 1.2.
3. **Underregistrering av uønskede hendelser fra leverandører.**  
Det er underrapportering av uønskede hendelser fra leverandører. Entreprenør og byggherre bør legge press på at dette skal komme på et akseptabelt nivå, samtidig som det må redegjøres for formålet og betydningen av å registrere uønskede hendelser.  
Ref: Kontrakt byggherre/entreprenør - D2.18.19.
4. **Ikke fullført avviksbehandling av registrerte uønskete hendelser.** Nivå på antall registrerte uønskete hendelser fra entreprenør er akseptabelt, men vi finner ikke dokumentasjon på at avvik er lukket. Det er dermed heller ikke redegjort for byggherren at avvik er lukket. Avvik og uønskete hendelser blir registrert og tiltak er foreslått, men tiltakene er ikke dokumentert gjennomført. Forum for avklaring bør være byggherrens byggemøte, alternativt hovedentreprenørs møte med leverandør.  
Ref: Kontrakt byggherre/entreprenør - D2.18.19.
5. **Leverandørers forventninger er i utakt med entreprenørens.** Vi har registrert fra leverandørers side utrygghet og usikkerhet i forhold til entreprenørs krav.  
Se beskrivelse ovenfor under *Diskusjoner omkring når tiltak skal iverksettes.*

Dette temaet er i for liten grad belyst. Revisjonsteamet er av den oppfatning at regelmessige møter med en god dialog mellom aktørene vil kunne bøte på dette. I entreprenørs kvalitetsplan savnes et program for møter med leverandører i driftsperioden. Slike møter kan også brukes for regelmessig å oppsummere og evaluere aktiviteten, samt for å avklare uenighet og meningsforskjeller mellom entreprenør og leverandør. Dette avviket ses i sammenheng med avvik 6, 7 og 8.

6. **Byggherre mangler dokumentasjon av kornkurve på strøsand.** Kvalitetssikring av krav til kornkurve på strøsand, f.eks. til finstoffinnhold er ikke dokumentert hos byggherren. Fra *Temahefte til håndbok 111*, som er et kontraktsdokument, side 242, *Krav til utførelse/ferdig produkt* siteres: *Krav til sandkvalitet er den samme for alle metoder. Det anbefales å benytte knuste masser mellom 0 og 4 mm nominell korndiameter som strøsand. Denne korngraderingen kan inneholde kornstørrelser inntil 6 med mer. Av dette bør 10 – 12 % ha kornstørrelse mindre enn 0,075 med mer.*
7. **Krav til strømengde pr m<sup>2</sup>** (120 g/m<sup>2</sup>) og sandfraksjon (0-6 mm) er bestemt av Mesta og kontraktsmessig akseptert av leverandørene. Vegvesenet kontraktskrav i Håndbok 111 er 200 g/m<sup>2</sup>. Leverandørene er kritisk til om verdiene som er satt av Mesta gir tilstrekkelig friksjon. Vi kan ikke se at endringen i strømengde er drøftet og klarert av byggherren.
8. **Områder på vegnettet som skal punktstrøs er ikke dokumentert.** Dette burde fremgå av vinterinstruksen. Fra *Temahefte til håndbok 111*, som er et kontraktsdokument, side 242, *Krav til utførelse/ferdig produkt* siteres: *Alle "punkter" der det er behov for punktstrøing skal være registrert og prioritert slik at det ikke er noen tvil om hva som skal strøs først og sist når behov oppstår. Tilsvarende når det gjelder helstrøing, det skal på forhånd være klart på hver strørode hvilke strekninger som skal strøs først og hvilke som skal strøs sist.*
9. **Lite dokumentasjon av friksjon etter tiltak.** Måling og dokumentasjon av friksjon etter tiltak er så å si ikke forekommende, og gjennomføres vilkårlig eller i svært liten grad både av byggherre og entreprenør. Se også avvik 7.  
Ref: Kontrakt byggherre/entreprenør - D2.17.2.6.4).
10. **Manglende dokumentasjon på opplæring.** I Avtale om innleie til vintervedlikehold pkt 1.2 er opplistet krav til opplæring. Det er ikke dokumentert at alle disse er fremlagt for oppdragsgiver.  
Ref: Kontrakt byggherre/entreprenør - D2.18.5
11. Det kan ikke godtgjøres at **kontroll av lønns- og arbeidsforhold** hos leverandører er gjennomført.  
Ref: Kontrakt byggherre/entreprenør - D2.9.2. og D2.18.16.
12. **Vegvesenet har ikke skaffet seg innsyn i avtale** mellom entreprenør og leverandører og har derfor utilstrekkelig kunnskap om denne.

### MERKNADER

I tillegg til de avvik som er registrert, ble det under revisjonen gjort observasjoner som etter revisjonsgruppens mening representerer problemområder eller svakheter i styringssystemet og som derfor her rapporteres som merknader. Det anbefales at det tas stilling til disse, og at byggherre rapporterer til DLM om det eventuelt iverksettes korrigerende tiltak.

1. **Mestas kvalitetsplan er for tiden under oppdatering.** Dato for revisjon av kvalitetsplan fremgår ikke av planen. Kvalitetsplanen vil bli oppdatert med krav til leverandører om at det skal begrunnes for hvorfor tiltak eventuelt ikke iverksettes.
2. **Mesta griper inn i avtalt funksjonsområde.** Avtale om innleie til vintervedlikehold, pkt 6.1 gir oppdragsgiver mulighet til og gå inn på den enkelte rode for å benytte fastsandspreder. Her vil leverandør ha fordel av å bli varslet før slike tiltak iverksettes. Det vil bety noe for leverandørs beredskapsplan. Også her kan dialogen bedres.
3. **Omfattende dokumentasjon.** Dokumentasjon, registreringer, kvalitetssikringer og stikkprøver har slikt omfang og er så ressurskrevende at det er risiko for at dette ikke blir tilstrekkelig ivaretatt. Både byggherre og entreprenørene deler dette synet. Byggherre ønsker også assistanse for å oppnå tilstrekkelig kvalitetssikring av rapporteringene.
4. Leverandører har **MEFs kvalitetsplan.** Byggherren bes vurdere om det enkelte firma bør utarbeide egen kvalitetsplan.

Torolf Aune  
revisjonsleder