



ISSN 1400-5751

## **Rapport RO 2001:04**

**Brand i buss efter trafikolycka  
i Fjärdhundra på länsväg 70, C län  
den 21 november 1998**

**Dnr O-10/98**

---

SHK undersöker olyckor och tillbud från säkerhetssynpunkt. Syftet med undersökningarna är att liknande händelser skall undvikas i framtiden. SHK:s undersökningar syftar däremot inte till att fördela skuld eller ansvar.

Det står var och en fritt att, med angivande av källan, för publicering eller annat ändamål använda allt material i denna rapport.

Rapporten finns även på vår webbplats: [www.havkom.se](http://www.havkom.se)

---

Statens haverikommission (SHK) Board of Accident Investigation

*Postadress/Postal address*  
P.O. Box 12538  
SE-102 29 Stockholm Sweden

*Besöksadress/Visitors*  
Wennerbergsgatan 10  
Stockholm

*Telefon/Phone*  
Nat 08-441 38 20  
Int +46 8 441 38 20

*Fax/Facsimile*  
Nat 08 441 38 21  
Int +46 8 441 38 21

*E-mail Internet*  
info@havkom.se  
www.havkom.se



2001-12-14

O-10/98

Vägverket  
781 87 BORLÄNGE

### **Rapport RO 2001:04**

---

Statens haverikommission har undersökt en brand i en buss som inträffade efter en trafikolycka den 21 november 1998 i Fjärdhundra på länsväg 70, C län.

Statens haverikommission överlämnar härmed enligt 14 § förordningen (1990:717) om undersökning av olyckor en rapport över undersökningen.

Statens haverikommission emotser tacksamt besked senast den 30 juni 2002 om hur de i rapporten intagna rekommendationerna följs upp.

Olle Lundström

Jan Mansfeld

Henrik Elinder

Likalydande till Statens räddningsverk

# Innehåll

	<b>SAMMANFATTNING</b>	5
<b>1</b>	<b>FAKTAREDOVISNING</b>	6
<b>1.1</b>	<b>Händelseförloppet</b>	6
<b>1.2</b>	<b>Personskador</b>	7
1.2.1	<i>Omhändertagna personer</i>	7
1.2.2	<i>Fördelning av skadornas svårighet</i>	7
1.2.3	<i>Medicinskt skadepanorama</i>	8
<b>1.3</b>	<b>Branden</b>	11
<b>1.4</b>	<b>Räddningstjänstinsatsen</b>	11
1.4.1	<i>Utrymningen och livräddningen</i>	11
1.4.2	<i>Brandsläckningen</i>	13
<b>1.5</b>	<b>Ambulans- och sjukvårdsinsatser</b>	13
1.5.1	<i>Inledning</i>	13
1.5.2	<i>Allmänt</i>	13
1.5.3	<i>Larm</i>	14
1.5.4	<i>Medicinsk verksamhet vid skadeplatsen.</i>	
	<i>SOS Alarm</i>	14
1.5.5.	<i>Verksamheten vid Enköpings lasarett</i>	15
1.5.6	<i>Verksamheten vid Akademiska sjukhuset i Uppsala</i>	16
1.5.7	<i>Övriga sjukhus</i>	17
<b>1.6</b>	<b>Skador på bussen</b>	17
<b>1.7</b>	<b>Andra skador</b>	17
<b>1.8</b>	<b>Busspersonal</b>	17
1.8.1	<i>Föraren</i>	17
1.8.2	<i>Biträdet</i>	17
<b>1.9</b>	<b>Fordonet</b>	17
<b>1.10</b>	<b>Väderförhållanden</b>	20
<b>1.11</b>	<b>Vägdata</b>	20
<b>1.12</b>	<b>Färdskrivaren</b>	21
<b>1.13</b>	<b>Olycksplats och fordonsvrak</b>	22
1.13.1	<i>Olycksplatsen</i>	22
1.13.2	<i>Fordonsvraket</i>	22
<b>1.14</b>	<b>Medicinsk information</b>	22
<b>1.15</b>	<b>Vindkrafter på bussar</b>	23
1.15.1	<i>Inledning</i>	23
1.15.2	<i>Modellen</i>	23
1.15.3	<i>Vindtunnel, installation och mätning</i>	23
1.15.4	<i>Luftkrafter</i>	24
1.15.5	<i>Friktionskrafter</i>	25
1.15.6	<i>Beräkningsmodell</i>	26
1.15.7	<i>Resultat</i>	26
1.15.8	<i>Framtida undersökningar</i>	27
1.15.9	<i>Beräkning av det aktuella fallet</i>	28
<b>1.16</b>	<b>Övriga prov och undersökningar</b>	28
1.16.1	<i>Brandundersökningen</i>	28
1.16.2	<i>Teknisk undersökning från trafiksäkerhetssynpunkt</i>	33
1.16.3	<i>Brandprovning av bussäten</i>	33
<b>1.17</b>	<b>Bussföretagen</b>	34

<b>2</b>	<b>ANALYS</b>	<b>34</b>
2.1	Avåkningen	34
2.2	Branden	35
2.3	Räddningstjänsten	37
2.4	Medicinska aspekter	37
2.5	Vindkrafter på bussar	38
2.6	Säkerhetsaspekter	39
<b>3</b>	<b>UTLÅTANDE</b>	<b>41</b>
3.1	Undersökningsresultat	41
3.2	Orsaker till olyckan	41
<b>4</b>	<b>REKOMMENDATIONER</b>	<b>42</b>

## **BILAGOR**

- 1 Simulerade körfall** (12 diagram)
- 2 Rapport FFA TN 2000-05.** Experimentell undersökning av sidvindskänsligheten hos en modell av en tvåvåningsbuss i FFA:s vindtunnel LT1.  
**Kalkylark** (diskett).

Bilaga 2 kan beställas hos SHK.

## Rapport RO 2001:04

O-10/98

Rapporten färdigställd 2001-12-14

---

<i>Buss: registrering, typ</i>	NUR 172, tvåånings turistbuss
<i>Fabrikat/tillverkn. år</i>	Chassi: Scania K112 TL Kaross: Jonckheere Jubilee P99/1988
<i>Senaste besiktning</i>	1997-11-06
<i>Tjänstevikt/totalvikt i kg</i>	16720/22500
<i>Ägare/innehavare</i>	Västanhede Trafik AB
<i>Tidpunkt för händelsen</i>	1998-11-21 kl. ca 18.35 under mörker <i>Anm:</i> All tidsangivelse avser svensk normaltid = UTC + 1 timme
<i>Plats</i>	Riksväg 70, ca 1,5 km söder om avfarten till Fjärdhundra, C län
<i>Typ av körning</i>	Linjetrafik
<i>Väder</i>	Vid väderstationen i Simtuna kl. 18.30; Lufttemperatur +0.6 °C, daggpunkt -0,4 °C, vägytans temperatur -0,6 °C, medelvind 7-10 m/s och i byarna kring 15 m/s och snöblandat regn
<i>Antal ombord: besättning</i>	Förare och ett biträde
<i>passagerare</i>	Cirka 60
<i>Personskador</i>	42 skadade, varav åtminstone 7 allvarligt
<i>Skador på bussen</i>	Totalförstörd
<i>Andra skador</i>	Inga
<i>Föraren:</i>	
<i>ålder, körkort</i>	44 år, ABE C DE
<i>erfarenhet som förare</i>	4 år

---

Statens haverikommission (SHK) underrättades på kvällen den 21 november 1998 om att en olycka med en buss med registreringsbeteckningen NUR 172 inträffat på länsväg 70 ca 1,5 km söder om avfarten till Fjärdhundra, C län, samma dag.

Olyckan har undersökts av SHK som företrätts av Olle Lundström, ordförande, Jan Mansfeld, utredningschef för brand- och räddningstjänst och Henrik Elinder, teknisk utredningschef.

SHK har biträtts av Hans Carlbom som brandteknisk expert, Henry Lorin som medicinsk expert och Ronny Widman som fordonsexpert.

Undersökningen har följts av Statens räddningsverk genom Klas Helge.

# 1 FAKTAREDOVISNING

## 1.1 Händelseförloppet

Säffle Reseservice AB bedrev år 1998 tidtabellbunden linjetrafik mellan Dalarna och Stockholm under veckosluten. Lördagen den 21 november kl. 17.30 avgick en expressbuss med registreringsnummer NUR 172 från buss-terminalen vid Stockholms Central med slutdestination Falun. Bussen var en s.k. dubbeldäckare och hade – utöver föraren och dennes biträde - cirka 60 passagerare ombord. De flesta satt i övervåningen. Bussen tillhörde Västanhede Trafik Aktiebolag, som enligt avtal upprätthöll linjetrafiken med egen personal åt AB Säffle Rese Service.

Omkring kl. 18.30 befann sig bussen på riksväg 70 i nordvästlig riktning ett par kilometer söder om avfarten till samhället Fjärdhundra. Farten var ca 90 km/h. Det snöade kraftigt och bussen hade stark och byig sidvind från vänster. Bussföraren har uppgivit att bussen plötsligt började glida ut åt höger. Han styrde emot åt vänster men det fick ingen effekt. Han upplevde det som att bussen trycktes ut mot höger sida av vägen. Vinden kändes ihållande. Till slut gled bussen ner över den högra dikeskanten. Eftersom den då fortfarande stod på hjulen, tänkte föraren att han kunde låta bussen fortsätta ut på den åker som fanns på andra sidan diket. Bussen fortsatte omkring 60 meter i diket innan den med kraft kolliderade mot en vägtrumma under en mindre uppfartsväg till en gård. Bussen blev sedan liggande på sin högra sida, vilket innebar att alla dörrar blockerades. Vid kollisionen trycktes både övre och undre vindrutan ut. Föraren slungades ut och hamnade på åkern.

En annan buss, buss 2, körde bakom olycksbussen. Föraren av buss 2 såg hur den i en svag vänsterkurva åkte längre och längre ut mot vägens högra sida. Han tänkte blinka med helljuset för att varna bussföraren, men innan han hann göra det åkte bussen av vägen i ett väldigt snömoln. Någon tendens till sladd hade han inte uppmärksammat. När olyckan inträffade började han genast att bromsa. Väglaget var mycket halt men han fick stopp på sin buss ungefär 50 meter bortom där olycksbussen låg. Han förstod att hjälp behövdes och frågade sina passagerare om det fanns några som arbetade inom vården. Tio personer anmälde sig och tillsammans med dem begav han sig till olycksplatsen. När de kom dit gick bussens motor med ökande varvtal men den stannade efter några minuter. Han ringde larmnumret 112 och informerade om olyckan och hans medhjälpare började att hjälpa ut passagerare genom de trasiga vindrutorna.

Passagerarna insåg snabbt att alla dörrar var blockerade. De som satt långt bak i bussen hade inte uppfattat att vindrutorna lossnat. Någon av dessa passagerare försökte att med en glaskrosshammare slå sönder en ruta på bussens vänstra sida, som nu utgjorde tak i bussen. Den invändiga höjden var således lika med bussens bredd, dvs. ca 2,5 meter. Bussen saknade takluckor och det fanns inte heller någon ruta baktill.

Glaskrosshammaren var fastsatt med en vajer på bussens högra sida. Vajern var dock för kort för att man skulle få tillräcklig kraft för att slå ut rutan.

Plötsligt upptäckte en av passagerarna att det brann bak i bussen och att lågorna slickade längs bussens sida. Genom rop uppmärksammades alla i bussen på faran.

Föraren i buss 2 såg vad som hände och insåg att snabb hjälp var av nöden, eftersom branden snart skulle kunna komma in i passagerarutrymmet. Han sprang till sin egen buss och hämtade brandsläckaren. Han konstaterade att det brann i motorrummet, vars lucka var på glänt. Han stoppade in brandsläckarens slang där och sprutade och branden upphörde. Kort därpå tog den sig emellertid igen. Han fick då låna en brandsläckare från en last-

bil men dess kapacitet var för liten så branden dämpades endast något. Det enda han då kunde göra var att hjälpa till med passagerarna. Plötsligt hördes en skarp knall och bussens hela passagerarutrymme föreföll övertänt. Han och medhjälparna kämpade hårt för att få ut alla. De upptäckte en kvinna som hade fastnat i ett trasigt fönster bakom förarplatsen men till slut fick de ut även henne. Det brann i hennes kläder när hon kom ut men elden släcktes med hjälp av snö.

Den kommunala räddningstjänsten kom till platsen kl. 18.50 och då var bussen övertänd. Räddningsinsatsen redovisas i avsnitt 1.4.

Först samlades de skadade framför den brinnande bussen vid sidan av vägen och övriga passagerare på vägen bakom buss 2. Många av passagerarna var tunnklädda. Alla drabbade fick dock sedan i väntan på vidare åtgärder sätta sig i buss 2 och i övriga fordon som allteftersom stannade på platsen.

## 1.2 Personskador

### 1.2.1 Omhändertagna personer

Sammanlagt finns inom sjukvården data på 60 passagerare samt chauffören och biträdet.

#### Ålders- och könsfördelning

Födelseårsgrupp	Antal män	Antal kvinnor	Totalt
1925 – 29	0	1	1
1930 – 34	1	0	1
1935 – 39	2	4	6
1940 – 44	3	2	5
1945 – 49	0	2	2
1950 – 54	2	6	8
1955 – 59	0	2	2
1960 – 64	3	6	9
1965 – 69	1	8	9
1970 – 74	2	4	6
1975 – 79	0	1	1
1980 – 84	1	5	6
1985 – 89	2	2	4
1990 – 94	2	0	2
1995 – 98	0	0	0
	<b>19</b>	<b>43</b>	<b>62</b>

### 1.2.2 Fördelning av skadornas svårighet

Med hänsyn till de uppgifter som SHK kunnat införskaffa har försök gjorts att bedöma svårighetsgraden på de kroppsskador som människorna som färdades i bussen ådragit sig. I nedanstående tabell och på skissen i avsnitt 1.2.4 betecknar

- 0** = Inga skador eller endast obetydliga blesyrer.
- 1** = Lätta skador men i behov av läkares bedömning och medicinsk åtgärd eller en tids observation.
- 2** = Svåra skador, livshotande eller med risk för invaliditet.
- 1–2** = Tvekan funnits huruvida de skulle hänföras till grupp 1 eller 2 med hänsyn till givna uppgifter.
- ?** = Uppgift om eventuella skador saknas.

### Fördelning av skadorna

Skadegrad	0	1	1–2	2	?	Omkomna	Totalt
Antal	14	32	3	7	8	0	62

#### 1.2.3 Medicinskt skadepanorama

Vid den häftiga stöten kastades passagerarna framåt i bussens riktning. Bussföraren och passagerarna längst fram kastades mot vindrutorna som trycktes ut ur sina infattningar och hamnade på åkern.

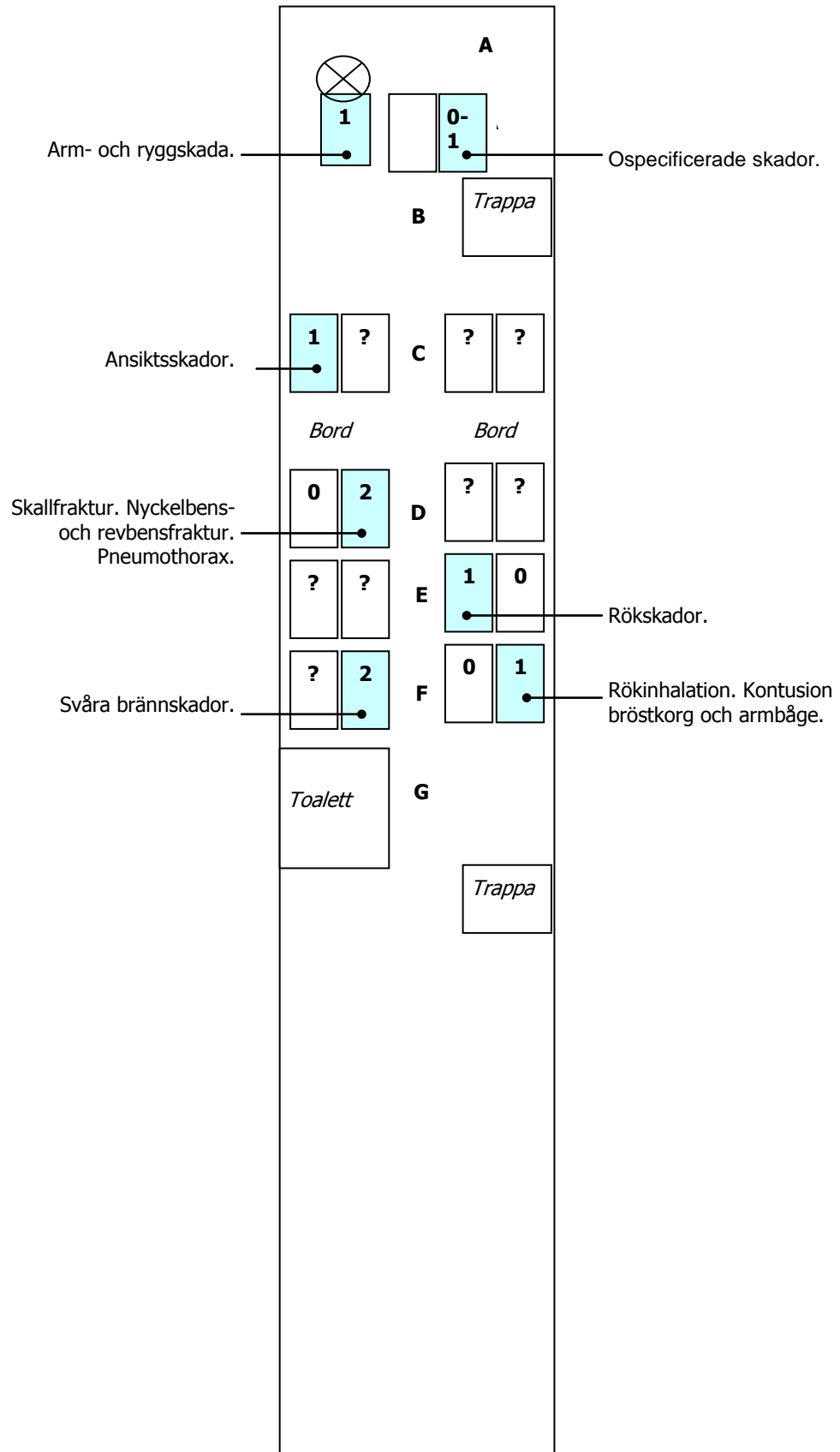
Olyckan gav ett vidsträckt prov på olika typer av kroppsskador. Dominerande var kontusionsskador med blåmärken och smärtor i olika kroppsdelar. Ett tiotal av bussens passagerare ådrog sig frakturer. I flera fall rörde det sig om revbensfrakturer, ibland i kombination med pneumothorax (skada på lungsäcken). Även ett fall med skallbasfraktur följt av ansiktsnervsförlamning förekom. Ryggsmärtor och då även smärtor i halsryggen var vanligt förekommande. I tre av fallen rörde det sig om fraktur av halskotor, i ett fall med allvarlig förlamning nedanför frakturställe. Skärsår i ansikte och/eller på händer förekom.

Brand i bussens bakre delar uppstod först efter ett antal minuter varför många av passagerarna hade hunnit ta sig ut och inte exponerades för rök. Men ett antal fall påverkades vid utrymningen av bussen av rök och hade vissa kvarstående besvär under något dygn. Det rörde sig dock aldrig om kolmonoxidförgiftning med allvarlig medvetandepåverkan. En kvinna som inte lyckades ta sig ut ur bussen men efterhand kunde hjälpas ut fick allvarliga hudbrännskador på vänster hand, arm och ben samt över gluteerna och vänster flank. En av passagerarna som hade multipla frakturer, leverruptur, pneumothorax och utbredda blödningar i kroppen drabbades dock på Akademiska sjukhuset i Uppsala av hjärtstillestånd men kunde återupplivas och överlevde.

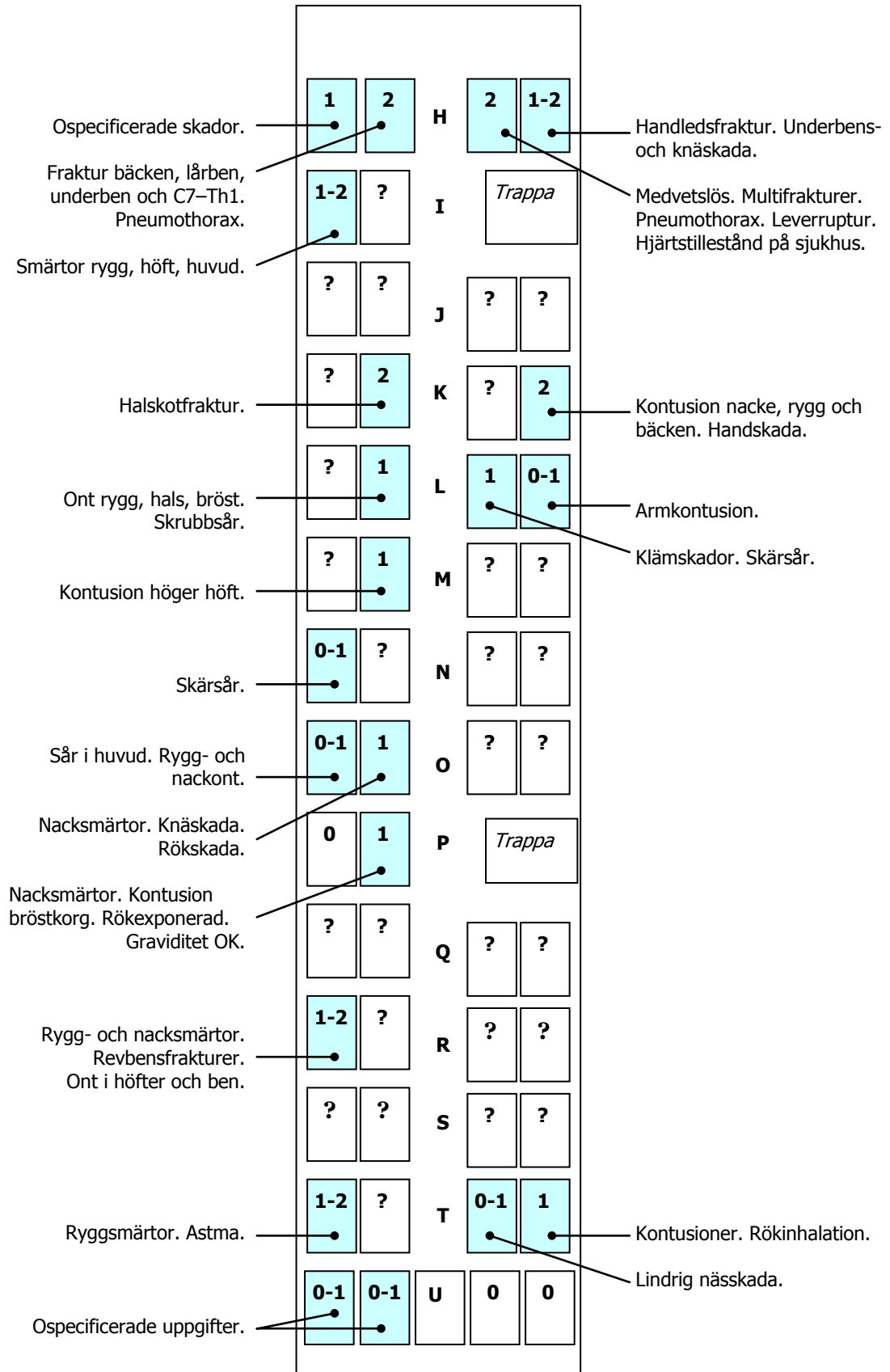
Placering i bussen, se nedan.



## Bussens nedre plan



## Bussens övre plan



### 1.3 Branden

Brand uppstod i motorrummet strax efter avåkningen och brände igenom motorrumsluckan. Lågorna slog ut i det fria. Branden spred sig in till passagerarutrymmet utifrån och in i bussen, där inredningen antändes. Lågorna förtärde större delen av inredningen i bussens övre plan.

### 1.4 Räddningstjänstinsatsen

#### 1.4.1 Utrymningen och livräddningen

##### *Inledning*

Den 17 februari 1999 skickade SHK ut en enkät till alla de passagerare om vilka man hade uppgift om namn och adress. Med ledning av svaren från de 25 passagerare som sände in de begärda uppgifterna har gjorts en sammanställning som visar att flera av passagerarna behövde hjälp för att ta sig ut. I vissa fall kunde andra i bussen hjälpa, men många var av i behov av hjälp utifrån. Enkätsvaren utgör en del av underlaget i detta avsnitt, liksom de rapporter och sammanställningar som inkommit från räddningstjänsten och sjukhusen. SHK var även representerad vid den genomgång som Länsstyrelsen i Uppsala län anordnade i Enköping den 17 december 1998. Vid detta tillfälle redogjorde de olika företrädarna för de samhällsorgan som varit inblandade i olyckan för sina olika insatser; allt från Vägverket, den kommunala räddningstjänsten, ambulanstransporten, sjukvården, polisen, PKL-grupper (psykologisk-psykiatrisk katastrofledningsgrupper) och Svenska Kyrkan. Efter detta sammanträde gjorde länsstyrelsen en utvärdering av samhällets insatser vid olyckan.

##### *Utrymningsskedet och den frivilliga hjälpinsatsen*

Några yngre män som åkte i buss 2 tog sig in i den omkullvälta bussen och hjälpte till med att lyfta och bära ut skadade. De fortsatte arbetet även efter det att bussen börjat brinna. Den sista som de hjälpte ut ur bussen var den kvinna som hade fastnat i ett fönster. Det brann i hennes kläder. Hon togs loss och elden i kläderna släcktes med hjälp av snö. Enligt de uppgifter som framkommit var praktiskt taget alla ute ur bussen, när räddningstjänsten anlände.

Det var inte fullt antal glaskrosshammare i bussen. Enligt företrädare för bussbranschen förekommer en hel del stölder av dessa hammare. För att försvåra tillgrepp var de fästade vid bussen med en vajer. När bussen låg på höger sida var, som nämnts, avståndet mellan tillgängliga hammare på bussens högra sida till fönstren på motsatta sidan så stort att vajern förhindrade att man fick full kraft i slagen. I något fall lyckades man dock att göra ett mindre hål i en ruta. Med hjälp av händerna kunde man sedan bryta loss bitar av glaset så att hålet blev så stort att det gick att tränga sig ut genom det.

De som satt på bussens vänstra sida åkte av sina säten och tumlade ner på höger sida. I fallet skadade sig många, eftersom man slog emot inredningen i bussen. Flera av dem förlorade medvetandet. Trots detta tog sig alla ut eller hann bli undsatta, innan röken och lågorna gjorde det omöjligt att vistas i bussen.

Genom de stora frontrutorna kunde merparten av passagerarna ta sig ut. I det undre planet var det en ruta strax bakom förarplatsen som också fick tjäna som utgång för några.

Denna busstyp saknade taklucka, vilket i den uppkomna situationen innebar att bara frontrutorna och fönstren på vänstra sidan kunde användas för utrymning och livräddning. I undre planet fanns visserligen en dörr

på bussens vänstra sida, men den var blockerad av dels ett bord, dels två mot varandra vända dubbelsäten.

### *Larmskedet*

Vid SOS Alarm i C-län tjänstgjorde under olyckskvällen två larmoperatörer och s.k. bakre ledning. Kl. 18.35 inkom ett meddelande via en mobiltelefon om en bussolycka på riksväg 70 mellan Gästre och Fjärdhundra. Stort larm utlöstes. Verksamheten kom därefter att förstärkas med två larmoperatörer och ambulansöverläkaren vid Akademiska sjukhuset i Uppsala (UAS), tillika chef i beredskap för ambulanssjukvården i Uppsala län.

Följande räddningsstationer larmades:

kl. 18.37 station 200, Enköping

kl. 18.38 station 230, Veckholm

kl. 18.39 station 170, Knivsta

kl. 18.41 station 220, Örsundsbro (order att avvakta, stort larm utlöstes kl. 18.45)

kl. 18.42 station 250, Fjärdhundra (order att avvakta, en bil larmades ut kl. 18.49)

I en kommuns räddningstjänstplan anges insatstider för de olika räddningsstyrkorna. Insatstiden är summan av deltiderna för anspänning, körtid och angreppstid. Med anspänningstid menas tiden från det att larm inkommit till stationen och till dess att räddningsstyrkan lämnar den. Körtid är förstås tiden för förflyttningen från stationen till olycksplatsen. Angreppstid är den tid det tar från det att styrkan anlärt till dess den första aktiva insatsen påbörjas.

För en heltidsanställd räddningsstyrka, som den i Enköping, är normalt anspänningstiden 60 till 90 sek. För en deltidsanställd insatsstyrka, som de övriga räddningsstyrkorna i detta fall, där brandmännen som regel befinner sig i hemmen eller på sina arbetsplatsen, kan anspänningstiden som regel inte bli kortare än ca fem minuter.

Eftersom utlarmning av insatsstyrkor sker genom SOS-centralen i Uppsala, fanns där skrivna larmplaner för olika typer av insatser. Vid en storolycka i Enköpings kommun larmas i första hand huvudstationen, som har den kortaste anspänningstiden och de största materiella resurserna. Vid brand larmas normalt dessutom den närmast belägna deltidsanställda styrkan.

När SOS-centralen blev uppringd av föraren i buss 2 hade någon brand inte observerats. Enligt larmplanen skulle larm dras utifrån händelsen "bussolycka" inom Fjärdhundra brandstations insatsområde och därefter kompletteras med "stor skadeplats i Enköpings kommun", vilket också skedde. När det sedan stod klart att brand uppstått medförde viss otydlighet i larmplanen att stationen i Fjärdhundra, som låg närmast olycksplatsen, hamnade långt ner i utlarmningskedjan.

Vid denna olycka larmades som nämnts också räddningsstyrkan i Veckholm. Den styrkan har till uppgift att vid en stor olycka med många skadade ta med en katastrofkärra som har speciell utrustning, bl.a. ett sjukvårdstält. En sådan kärra fanns också på stationen i Knivsta. Tälten sattes dock inte upp, eftersom räddningsledaren bedömde att de skadade redan fått tillgång till uppvärmda utrymmen i buss 2 och i privatbilar.

Numera har enligt uppgift från såväl räddningstjänsten i Enköping som SOS-centralen i Uppsala larmplanerna ändrats så att närmaste räddningsstyrka alltid skall larmas i första skedet oavsett insatsens art. För att säkerställa att detta sker skall den som kvitterar larmet från SOS-centralen på de olika stationerna fråga larmoperatören om närmaste brandstation larmats.

Av larmprotokollet har det inte gått att utläsa när styrkan i Fjärdhundra var klar för utryckning. Det fanns inte heller någon uppgift om när denna insatsstyrka kom till olycksplatsen.

Kl. 18.43 meddelade polisen att fyra bilar beordrats till olycksplatsen.

### *Räddningsinsatsen*

Mellan tre till fem minuter efter det första larmmeddelandet till den kommunala räddningstjänsten i Enköping kom beskedet om att bussen brann. Redan under vägen till olycksplatsen begärde därför räddningsledaren förstärkning från den egna kommunen med både heltidsanställd och deltidanställd personal men även från Uppsala. Utöver den ambulans som följde med i första utryckningen larmades ytterligare ett antal. För att säkerställa så mycket medicinska resurser på olycksplatsen som möjligt delade man på ambulansbesättningarna så att ambulanserna kördes från och till olycksplatsen av en brandman.

Enligt den första uppgiften som räddningstjänsten fick vid ankomsten skulle det finnas människor kvar inne i bussen. Det var dock på grund av röken och hettan omöjligt att ta sig in i den. Räddningstjänsten kunde därför endast inrikta sig på att göra en genomsökning av bussen så snart detta var möjligt.

När räddningspersonalen anlände hjälpte de till att ta hand om den kvinna som fastnat i ett fönster. Hon omhändertogs som den första skadade och transporterades i ambulans till Enköpings lasarett. Enligt uppgift från räddningstjänsten skedde detta inom fem minuter efter ankomsten. De svårast skadade fördes sedan iväg med ambulanser, medan övriga åkte i bussar som rekvirerats av räddningstjänsten.

Den kommunala räddningstjänsten tog hand om sammanlagt 47 personer. Det exakta antalet passagerare i olycksbussen har inte gått att fastställa. Enligt inhämtade uppgifter från sjukhusen skall 62 personer ha behandlats eller kontrollerats. Det finns dock uppgifter om att i vart fall några passagerare kan ha fått skjuts från olycksplatsen i privatbilar.

#### **1.4.2 Brandsläckningen**

Branden angreps med två pulversläckare och två strålrör med vatten. Efter ca 10 minuter var branden släckt. Räddningstjänsten uppskattade att det gått åt ca 8 m<sup>3</sup> vatten för släckningen. Efterhand som bussen släcktes av letade brandmännen genom den för att förvissa sig om att ingen fanns kvar.

### **1.5 Ambulans- och sjukvårdsinsatser**

#### **1.5.1 Inledning**

De räddningsinsatser som görs av det allmännas räddningstjänst på en olycksplats är det SHK:s uppgift att granska. De medicinska vårdåtgärder som därefter vidtas ingår inte i SHK:s föreskrivna granskningsuppdrag. I detta fall har SHK dock funnit det angeläget att – om än i korthet – redovisa även denna del av omhändertagandet för att belysa vilka resurser som kan krävas efter en olycka av denna dignitet.

#### **1.5.2 Allmänt.**

Ambulanserna i Uppsala län tillhörde landstinget/sjukvården, men var stationerade på räddningstjänstens stationer. Det fanns totalt ett 14-tal ambulanser med besättningar. Ambulanssjukvårdarna hade genomgått en 20 veckor lång grundutbildning och årlig veckolång påbyggnadsutbildning i

ambulans- och akutsjukvård. Akutambulanserna var bemannade med sjuksköterska.

Det rent medicinska ansvaret för ambulansverksamheten i länet hade UAS. Ambulansöverläkaren vid sjukhuset ansvarade för ambulansernas utrustning och deras personals kompetens i normalfallet.

Vid s.k. stort larm vid en brandstation medföljde ambulans vid utryckningen. Vidare gällde att till en olycksplats med mer än sex skadade utsändes de tidigare nämnda katastrofkärrorna med automatik.

### **1.5.3 Larm**

Följande sjukvårdsresurser larmades:

Med början kl. 18.39 skickades från stationen i Enköping dess två dygnsambulanser i beredskap samt en ambulans, som kunde bemannas med personal som tillfälligtvis uppehöll sig på stationen. Ytterligare personal kallades in varefter ytterligare en ambulans kunde skickas till olycksplatsen något senare.

Sedan assistans begärts från Stockholms län kl. 18.49 var enligt loggade uppgifter fem ambulanser, en akutbil och en helikopter utsända kl. 19.06.

Vidare rekvirerades ambulanser från Västerås och Sala, en sjukvårdshelikopter med läkare och en sjuksköterska från Uppsala samt en av Försvarsmaktens helikoptrar från Berga med en sjukvårdsgrupp från Huddinge universitetssjukhus. Till detta skall vidare läggas de tidigare nämnda katastrofkärrorna från Knivsta och Veckholm.

Omkring kl. 18.40 fick akutmottagningen på lasarettet i Enköping besked om olyckan. Kirurgens primärjour meddelade sin bakjour, som befann sig i bostaden, varefter katastroflarm utlöstes vid sjukhuset.

En läkare vid UAS, som hört begäran från SOS Alarm om personal till sjukvårdshelikoptern, underrättade sjukhusets akutmottagning. Därifrån kontaktades SOS Alarm som lämnade uppgifter om olyckan. Tidpunkten var omkring kl. 18.55.

Ambulansöverläkaren, som också var chef i beredskap för ambulanssjukvården, fick uppgift från SOS Alarm om att minst 36 personer skadats. I samråd med kirurgjouren beslöt han då att, utöver sjukvårdshelikoptern, skicka en sjukvårdsgrupp till olycksplatsen.

Läkaren och sjuksköterskan som skulle medfölja Uppsalas sjukvårdshelikopter hämtades kl. 18.55 från UAS. Men väderförhållandena var sådana att helikoptern inte skulle kunna ta sig fram till olycksplatsen. Istället fick läkaren och sjuksköterskan transporteras dit med taxi.

Helikoptertransporten av sjukvårdsgruppen från Huddinge universitetssjukhus kunde inte heller genomföras p.g.a. de svåra väderförhållandena. Det blev nödvändigt att landa i Bålsta och sjukvårdsgruppen fick sedan fortsätta sista sträckan med bil.

Enköpings lasarett utsände två sjukvårdsgrupper, vardera bestående av en läkare, en sjuksköterska och en undersköterska. Den första gruppen var klar för avfärd kl. 19.15 vilket meddelades SOS-centralen. Besked gavs att en polisbil skulle hämta den. Men ingen polisbil kom. Polisstationen i Enköping var stängd eftersom det var lördagskväll. Kl. 19.30 var också den andra gruppen klar för hämtning. Den första ambulansen som anlände med en skadad passagerare återvände kl. 19.35 till olycksplatsen med de båda sjukvårdsgrupperna.

### **1.5.4 Medicinsk verksamhet vid skadeplatsen. SOS Alarm**

För de första medicinska hjälpsatserna på olycksplatsen svarade oskadade passagerare i den havererade bussen och personer som färdats i buss 2 och i privata bilar. Successivt anlände brandfordon och ambulanser. Den

först anlända ambulansen blev ledningsambulans. Vid räddningstjänstens ankomst låg de svårast skadade framför bussen i snöslasket på den leriga åkern. Två brandmän avdelades att släcka bussbranden medan de övriga tillsammans med ambulanspersonal började hjälpa de nödställda. En av ledningsambulansens sjukvårdare försökte bedöma skadorna och prioritera transporterna till sjukhus. Någon specifik behandling gavs inte på olycksplatsen fränsett syrgas till två svårt skadade. Halskrage kom till användning vid transporterna i flera fall.

När läkaren och sjuksköterskan som avsetts följa med Uppsala läns sjukvårdshelikopter kom till platsen fanns en mycket svårt skadad kvinna färdig för transport på vaccummadrass till Enköpings lasarett. Läkaren beordrade att man skulle lasta av patienten och istället ta kvinnan som fastnat i fönstret och erhållit svåra brännskador. En brandman och en ambulanssjukvårdare förde henne till Enköping. Också den andra kvinnan fördes senare med ambulans till Enköping. Läkaren medföljde senare en allvarligt skadad till Enköpings lasarett och fortsatte därefter med en patient med halsryggsador till UAS.

Ingen av läkarna i de grupper som sändes ut från Enköping hade ledningsläkarutbildning. Den ene var distriktläkare och den andre allmänpraktiker. Det fanns en läkare med ledningsläkarutbildning vid sjukhuset men denne bedömdes behövas bättre där.

Fränsett läkaren och sjuksköterskan som skulle medföljt i ambulanshelikoptern från Uppsala var grupperna från Enköping de första sjukvårdsgrupperna på plats. Flertalet svårt skadade hade då redan transporterats iväg. En av läkarna i de två grupperna tog vid ankomsten till skadeplatsen kontakt med ledningsambulansens personal och räddningsledaren. Han kom dock aldrig att utöva någon egentlig medicinsk ledning.

Sjukvårdsgruppen från UAS bestod av en narkosläkare och två sjuksköterskor. De transporterades med ambulans till skadeplatsen. Den läkare från Uppsala som hade anlänt tidigare meddelade att det då inte fanns några skadade kvar, varför gruppen kunde återvända.

Verksamheten vid SOS Alarm förstärktes, som tidigare nämnts, med två larmoperatörer och ”Chef i beredskap för ambulanssjukvården”. Denne senare tog ej del i sjuktransporterna av de första skadefallen eftersom dessa redan var sända till sjukhus när han anlände till SOS Alarm. Ledningsambulansens personal hade klart för sig hur de skadade skulle fördelas. Dock hade läkaren som anlänt i taxi från UAS ändrat prioriteringen beträffande den som skulle sändas i väg först. Läkaren vid SOS Alarm uppehöll sedan kontakt med ledningsambulansens personal och det mesta av verksamheten skedde i samråd dem emellan.

Grundtanken var att dirigera de första ambulanserna till det sjukhus som låg närmast för att kunna snabbt få dem tillbaka. Det kunde vara olämpligt att tidigt sända ambulanserna till UAS eftersom transportsträckan dit var lång och väglaget dåligt. Särskilt Enköping men även Västerås låg närmare. Avsikten var inte att skadefallen därvid skulle läggas in för kvalificerade åtgärder och undersökningar i Enköping. Patienterna skulle efter nödvändig akut medicinsk behandling transporteras vidare av andra ambulanser så snart som tillgången på ambulanser blivit tillräcklig och de skadade tålde längre transporter.

### **1.5.5 Verksamheten vid Enköpings lasarett**

Vid Enköpings lasarett fanns ett kirurgiskt centrum organiserat. Från detta medverkade denna kväll tre allmänkirurger, två ortopedier, två narkosläkare och två röntgenologer. Samtliga var överläkare. En av ortopederna, som var primärjour, befann sig på akutmottagningen hela tiden.

Av besparings- och rationaliseringsskäl fanns inte operationsjour på lördagar, söndagar och helger. Inte heller skulle intensivvård bedrivas i större omfattning, varför elektiv kirurgi innefattande större ingrepp inte utfördes på fredagar. Katastrofberedskap hölls dock vid sjukhuset alla dagar.

Kirurgbakjouren kom till sjukhuset omkring kl. 19.05. Inga patienter hade ännu anlänt. Till del upprättades ett katastrofkansli. Övrig nödvändig personal var inkallad. Den delades upp i grupper, vardera bestående av en läkare, en sjuksköterska och en undersköterska, med uppgift att under kvällen följa den patient som tilldelades dem. Det fanns gott om vårdplatser. Intensivvårdsavdelningen (IVA) kunde tömmas helt.

Omkring kl. 19.15 kom besked från SOS Alarm att sjukhuset skulle få ta emot fyra å fem svårt skadade och ett femtontal lätt skadade. Förberedelser gjordes så att de lätt skadade skulle kunna slussas vidare till IVA, där två läkare från medicinkliniken skulle ta hand om dem.

Som första patient till sjukhuset kom vid 19.30-tiden en kvinna med 40-procentiga brännskador. Hon fick chockbehandling, syrgas och smärtlindring och sändes omkring kl. 20 vidare till UAS.

Nästa svårt skadade patient var en kvinna med bl.a. bröstorgsskador och svår armfraktur. Hon röntgenundersöktes varvid narkosläkare deltog.

Av de tolv patienter som totalt infördes till Enköpings lasarett var fyra allvarligt skadade, varav i två fall tillståndet bedömdes som kritiskt av läkarna. De fyra patienterna sändes efter åtgärder till UAS. En patient med nackskador remitterades till Falun och en man med ben- och armfrakturer fördes till Västerås. Sex skadade kvarstannade över natten på IVA.

Kl. 22.35 avblåstes katastrofläget vid lasarettet.

Från personalen har framförts att man upplevde brister i en del utåtriktade avseenden. Frågor inkom om vart skadade sänts, vilket man i många fall saknade uppgift om. Man visste inte heller vart man skulle hänvisa oroliga anhöriga som ringde. Man var okunnig om var och av vem inom polisen som hanterade dessa frågor. Man ansåg att det förelåg ett behov av samordning av sådana och likartade frågor genom enkla och av berörda parter kända rutiner.

### **1.5.6 Verksamheten vid Akademiska sjukhuset i Uppsala**

Det första skadefallet inkom till sjukhuset omkring kl. 20.45. Nästa kom ungefär en halvtimme senare. Efterhand anlände därefter fler skadade. Den svårt skadade kvinnan med bl.a. pneumothorax kom sist efter att ha först omhändertagits vid Enköpings lasarett. Hennes tillstånd var kritiskt. S.k. Bülowdränage måste sättas in omedelbart.

Skadefallen registrerades, undersöktes och "sorterades" vid ingången till akutmottagningen av en kirurg. Polis medverkade vid registreringen. Svårt skadade togs om hand på akutmottagningen medan lindrigt skadade fördes till kirurgmottagningen. Där undersöktes och behandlades 22 patienter. Elva av dem fick kvarstanna över natten på intagningsavdelningen, i de flesta fall för att det var svårt att sända hem dem vid den tiden.

Tretton skadade lades in på sjukhuset, varav fyra på uppvakningsavdelningen, tre på IVA, en på kirurgisk vårdavdelning, en på neurokirurgen, en på plastikkirurgen och två på barnkliniken (mamma och barn). Dessutom överfördes en skadad från Västerås till ortopedien under natten.

I en buss som anlände från olycksplatsen till UAS fanns oskadade och lätt skadade men också passagerare från buss 2. Oskadade fick passera igenom akutmottagningen upp till psykosocialt centrum, där poliser och PKL-personal registrerade och tog hand om dem. Också många från buss 2 mätte dåligt och togs om hand.

Sjukhusets stöd- och anhörigcentrum tog under natten hand om ett 50-tal personer. Många åkte sedan vid midnatt vidare med buss. Sexton oska-



dade övernattade på sjukhuset. Hemresa ordnades för dem på följande förmiddag.

### 1.5.7 Övriga sjukhus

Tre skadade sändes direkt från olycksplatsen till Karolinska sjukhuset. Av dessa kunde en sändas hem samma kväll medan en lades in p.g.a. halsryggsskada och en behölls över natten för observation.

Två skadade sändes direkt till S:t Görans sjukhus i Stockholm och lades in för observation av buk- respektive ryggskador.

Två skadefall med rök- respektive ryggskador sändes direkt till sjukhuset i Västerås och blev inlagda där. Också en tredje patient, som först undersökts i Enköping, kom till Västerås. Han transporterades dock vidare under natten till UAS eftersom hustrun vårdades där.

En kvinna med nackskador överfördes under natten från Enköpings lasarett till sjukhuset i Falun

## 1.6 Skador på bussen

Totalförstörd.

## 1.7 Andra skador

Begränsade skador i miljön genom bränsle- och oljespill. Merparten av det bränsle och den smörjolja som kommit lös brann upp.

## 1.8 Busspersonal

### 1.8.1 Föraren

Föraren var vid tillfället 44 år och hade gällande ABE C DE körkort. Bussbehörighet utfärdades 1994-12-02. Han hade även ett annat arbete under veckorna. Han var bekant med vägsträckan.

### 1.8.2 Biträdet

En ung flicka (15 år) ordnade med kaffe men hade enligt uppgift i övrigt inga speciella åligganden ombord under resan. Flera passagerare hade dock uppfattat henne som en företrädare för operatören och ansåg sig kunna ställa vissa krav på henne vid olyckstillfället. Några har påpekat att hennes eventuella utbildning i hur man skall uppträda vid en olycka i så fall föreföll bristfällig.

## 1.9 Fordonet

<i>Tillverkare:</i>	Chassi: Scania K112 TL Kaross: Jonckheere Jubilee P99
<i>Serienummer:</i>	Chassi KT6x2B01812621
<i>Tillverkningsår:</i>	1988
<i>Registreringsnummer:</i>	NUR 172
<i>Tjänstevikt:</i>	16720 kg
<i>Totalvikt:</i>	22500 kg
<i>Max tillåten last:</i>	5780 kg
<i>Max antal passagerare:</i>	71
<i>Användningssätt:</i>	Linje- och turisttrafik

<i>Motor:</i>	DSC 1101B
<i>Bränsle:</i>	Dieselloja MK 1
<i>Hjulaxlar:</i>	En framaxel och två bakaxlar
<i>Styrning:</i>	Servostyrning

Bussen kontrollbesiktigades senast med godkänt resultat den 6 november 1997 (protokoll 0324). Färdskrivaren kontrollerades enligt gällande bestämmelser den 21 oktober 1998. Även kylanläggningen var godkänt kontrollerad.

Bussen var, som nämnts, en s.k. dubbeldäckare med plats för 53 passagerare på det övre planet. Den var 12,2 meter lång, 2,5 meter bred och 4,0 meter hög. I ett fortsättningsblad till registreringsbeviset från 1992-07-10 angavs att "med godsutrymmet viktmässigt fullt utnyttjat får antalet passagerare ej överstiga 58 st." "Största last i godsutrymmet 1710 kg." Någon kontroll av att antalet passagerare och aktuell last låg inom tillåtna gränser har inte kunnat göras av SHK, eftersom antalet passagerare var något osäkert och bussens bagageutrymme vid undersökningen var tomt på passagerarnas bagage.

I den följande beskrivningen av bussen är beteckningarna höger och vänster sedda i bussens färdriktning.

Bussens övre plan var enbart passagerarutrymme dit två trappor ledde. Det nedre planet bestod av – framifrån räknat – förarplatsen, sovhytt på vänster sida och första trappan på höger sida, passagerarutrymme, toalett, andra trappan på höger sida, pentry, bagagerum, motorrum och ett utrymme för klimatanläggningen. Kondensorn till klimatanläggningen var placerad i ett utrymme ovanför motorrummet.

Bussen var försedd med fyra dörrar varav tre på höger sida. Den främre och mittersta av dessa var för på- och avstigning och den bakre för in- och urlastning av bagage. Den fjärde dörren fanns, som nämnts tidigare, på bussens vänstra sida men var blockerad och därför oanvändbar.

För att få en säker uppfattning om hur bussen såg ut före branden fick SHK möjlighet undersöka en buss av samma utförande. Denna buss hade registreringsnummer NUY 230 och kallas i den fortsatta redogörelsen för tvillingbussen.

#### *Karossen*

I likhet med många andra busstyper var luckor och delar av ytterväggarna, bl.a. väggen baktill, utförda i glasfiberarmerad plast. Detta material har låg brandmotståndsförmåga.

Ytskiktet på bussens innerväggar utgjordes av textil limmad direkt mot underlaget.

#### *Motorrummet*

Som tidigare nämnts var motorrummet placerat längst bak i bussen. Motorn var en turboladdad dieselmotor från Scania Vabis, en rak sexcylindrig motor med vevaxeln i bussens längdriktning. Vid hård belastning på motorn antar turboaggregatets fläkthus en temperatur på mellan 600 och 700 grader och grenröret mellan 350 till 450 grader. Motorn kunde på elektrisk väg stoppas med hjälp av en knapp på förarpanelen, men även från en manöverlåda inne i motorrummet.

Förbränningsluften till motorn togs in genom ett galler beläget bakom bussens bakersta axel på bussens vänstra sida, där luftrenaren var placerad. Luften fördes genom en spiralarmerad slang tvärs igenom motorrummet fram till insugningsröret på motorn på bussens högra sida.

Motorn var vattenkyld. Kylarpaketet var placerat i motorrummet längst ut på bussens vänstra sida. Bakom kylarpaketet, sett i färdriktningen, satt

en stor fläkt som förde luften genom detta. Framför detta kylarpaket fanns ett annat kylarpaket, en laddluftkylare som tidigare kallades intercooler, med uppgift att kyla insugningsluften till motorn för att därigenom förbättra verkningsgraden.

Från grenröret gick avgasröret bakåt och sedan snett upp åt vänster tvärs motorn för att slutligen hamna på bussens vänstra sida längst bak.

Bränsletanken rymde ca 400 liter och var placerad ovanpå drivaxeln i bakhjulsboggin. Bränsleledningarna var delvis av stål och delvis av brännbart material. Returbränsleledningen var av brännbart material. Motorn försågs med bränsle med hjälp av en insprutningspump, direkt driven av kamaxeln. Kylning av pumpen åstadkoms med bränslet, vilket medförde att det var ett stort flöde även i returledningarna från cylindrarna. På bränsleledningen fanns en vattenavskiljare med en uppsamlare av glas. Uppsamlaren hade formen av en liten glasbägare som hölls på plats av en stålbygel. Glaset var placerat på bussens högra sida mellan nedan nämnda kompressor och motorblocket.

I motorrummet på högra sidan fanns den kompressor som hörde till bussens klimatanläggning. Kompressorn vilade på fyra gummikuddar och var fästad vid motorn genom en gångjärnsled, som gav kompressorn möjlighet att röra sig uppåt och nedåt. Den drevs med dubbla kilrep från vevaxeln. Repspänningen erhöles delvis genom kompressorernas egen vikt, men det fanns även en ställskruv nära intill ovannämnda uppsamlarglas.

Strax intill kompressorn fanns en elcentral, som gjorde det möjligt att utifrån starta motorn från denna plats. Till höger om kompressorn fanns en spiralarmrad slang som försåg motorn med förbränningsluft.

Motorrummet var brandavskilt från bagagerummet med en vägg och från passagerarutrymmena genom bussens klimatanläggning. Motorrummets främre del kunde dock nås från bagagerummet genom en skruvfäst lucka.

Något brandlarm fanns inte monterat i motorrummet på denna busstyp.

### *Bagagerum*

Utöver dörren på höger sida var bagagerummet åtkomligt via tre luckor. En större lucka på höger sida och en mindre och en större lucka på vänster sida.

På bussens vänstra sida intill motorrummet fanns ett mindre utrymme som innehöll ett värmeaggregat med en oljebrännare och en vattenpump, som fick vattnet att cirkulera till bussens värmeelement.

Bagageutrymmet var brandavskilt från passagerarutrymmena, toaletten och pentryt med en tät vägg.

### *Toalett*

Toaletten var belägen på bussens vänstra sida i höjd med bakre påstigningsdörren. Dörren till toaletten var utåtgående och vänsterhängd.

### *Pentry*

Pentryt låg i förlängningen av gången mellan passagerarsätena och med sin högra sida mot trappan till övervåningen.

### *Ventilationsanläggningen*

Bussen var utrustad med en luftkonditioneringsanläggning som försåg passagerarutrymmet med behandlad uteluft. Luften togs in genom galler, belägna, ett på vänster och ett på höger sida, strax framför bakhjulsboggin. Anläggningen var till sin huvuddel placerad ovanför motorrummet men under golvet till överplanet.

## 1.10 Väderförhållanden

Närmaste SMHI-station är belägen 5 km ostsydost om Sala centrum (automatstation). Följande uppgifter avlästes på stationens observation den 21 november 1998 kl. 19.00:

Vind: Sydväst 7 m/s, ingen byighet är registrerad.

Sikt rapporterades till 8 km i dis och mulet väder (men alltså ingen snö just då).

Temperatur är +0,6 °C. (Stigande temperatur).

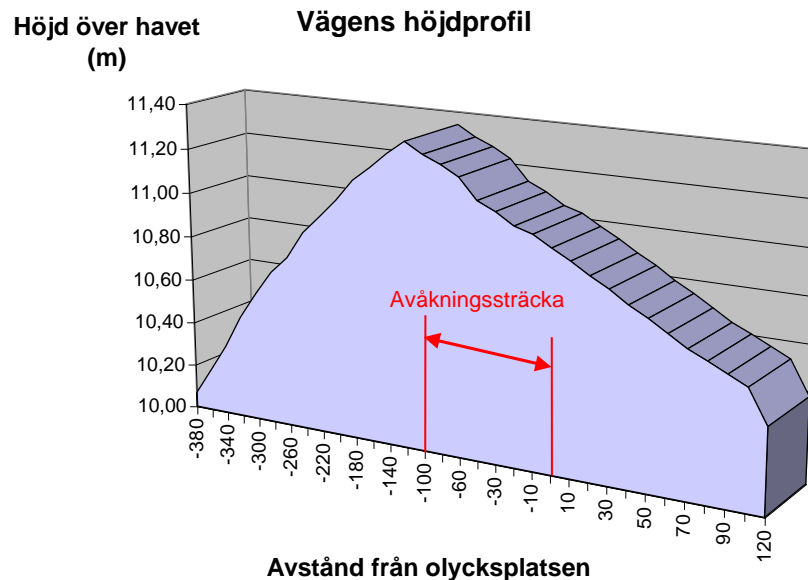
Följande kommentar lämnades av SMHI. ”Stationen står på plan öppen mark, men en trädunge finns i aktuell vindriktning på bara 10–20 m avstånd och vinden var alltså något dämpad. I mer fri terräng troligen medelvindar på 7–10 m/s och byar kring 15 m/s.”  
(*Understruket av SMHI*).

Vägverkets närmaste väderstation, Simtuna, rapporterade kl. 18.31: Snöblandat regn, vägytans temperatur –0,6 °C och lufttemperaturen +0,1 °C.

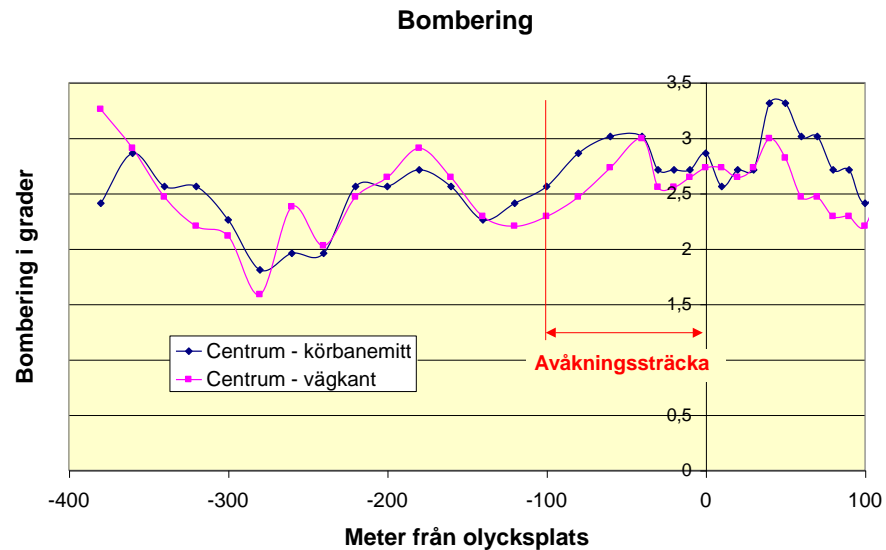
Enligt flera vittnen på olycksplatsen förekom hård och byig vind vid tidpunkten för olyckan.

## 1.11 Vägdata

Vägens höjdprofil på det aktuella vägavsnittet framgår av nedanstående diagram.



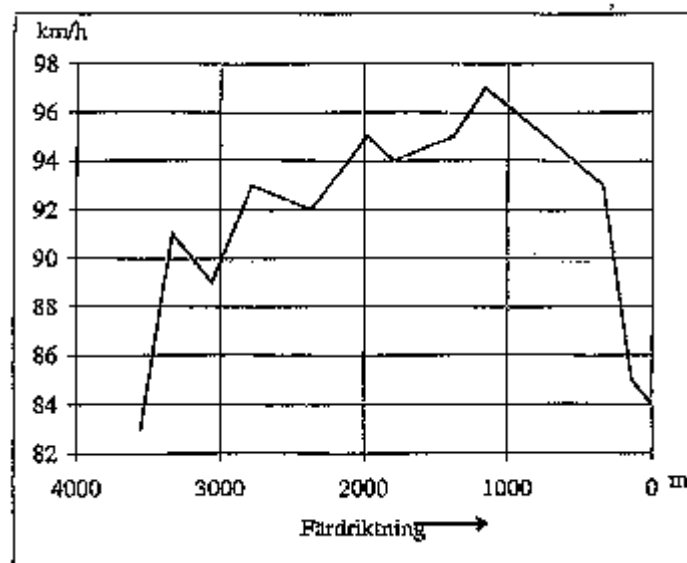
Den belagda vägytan är sammanlagt 13,0 meter bred. Begränsningslinjer för körfälten finns på var sida 3,8 meter från vägens mittlinje. Vid platsen för avåkningen fanns en ca 0,8 meter bred gräsremsa mellan beläggningkant och slänt. I nedanstående diagram har bomberingen (körbanans lutning) ritats upp för vägavsnittet före och efter olycksplatsen.



Vid tiden för olyckan var vägen täckt av ett ca 1–2 cm tjockt lager med blöt snö.

### 1.12 Färdskrivaren

Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (SP) har på uppdrag av Polismyndigheten i Uppsala län gjort en utvärdering av bussens färdskrivardigram. I resultatet av undersökningen påtalades att den registrerade noll-linjen för hastighet låg ca 0,1 mm för högt. Färdskrivaren hade på grund av detta fel registrerat ca 1 km/h för hög hastighet. Nedan angivna hastigheter har därför korrigerats med avseende på detta fel. Utvärderingen omfattar fordonets färd 3553 meter före och fram till en onaturlig registrering som troligen är olyckstillfället. Efter den onaturliga registreringen, då bussen troligen vält, har diagrambladet registrerat hastigheter under ytterligare ca 250 sekunder.



Den lägsta registrerad hastigheten under ovan angiven sträcka var 83 km/h, men denna höll föraren bara på en kort sträcka. Större delen av

sträckan var farten över 90 km/h, med ett högsta värde på 97 km/h under en kort period. Hastigheten har varierat kraftig i fältet 90–94 km/h.

Senaste rapporten över kontroll av färdskrivarutrustningen i anslutning till installation enligt Vägverkets gällande föreskrifter visade att den uppfyllede gällande krav. Kontrollen utfördes av Bil & Buss i Dalarna AB, Hedemora, den 21 oktober 1998. (Rapport nr I/B nr 472.)

## 1.13 Olycksplats och fordonsvrak

### 1.13.1 Olycksplatsen

Olycksplatsen är belägen ett par hundra meter norr om avtagsvägen mot Blåsbo. Efter att högerhjulen lämnat vägbeläggningen och gräsremsan utanför den kanade bussen i diket drygt 60 meter fram mot vägbanken till den avtagsväg som leder till Övre Gästre. Under avtagsvägen gick en vägtrumma. Bussen slog i vägbanken och vägtrumman var det fasta hinder som slutgiltigt stoppade bussen.

Dikets slänt hade en lutning av ca 1:4 och en sluttningssträcka av 2,6 till 2,7 meter. Där bussen slutligen hamnade var sluttningssträckan 2,8 meter.

### 1.13.2 Fordonsvraket

Bussens frontparti blev intryckt på höger sida. Omfattande brandskador uppstod i motorrummet och i bussens övre del.. Ekonomiskt sett bedömdes bussen som totalförstörd. Mer detaljerad redovisning av skadorna görs under avsnitt 1.17.



## 1.14 Medicinsk information

Ingenting har framkommit som tyder på att förarens psykiska eller fysiska kondition varit nedsatt före eller under körningen.

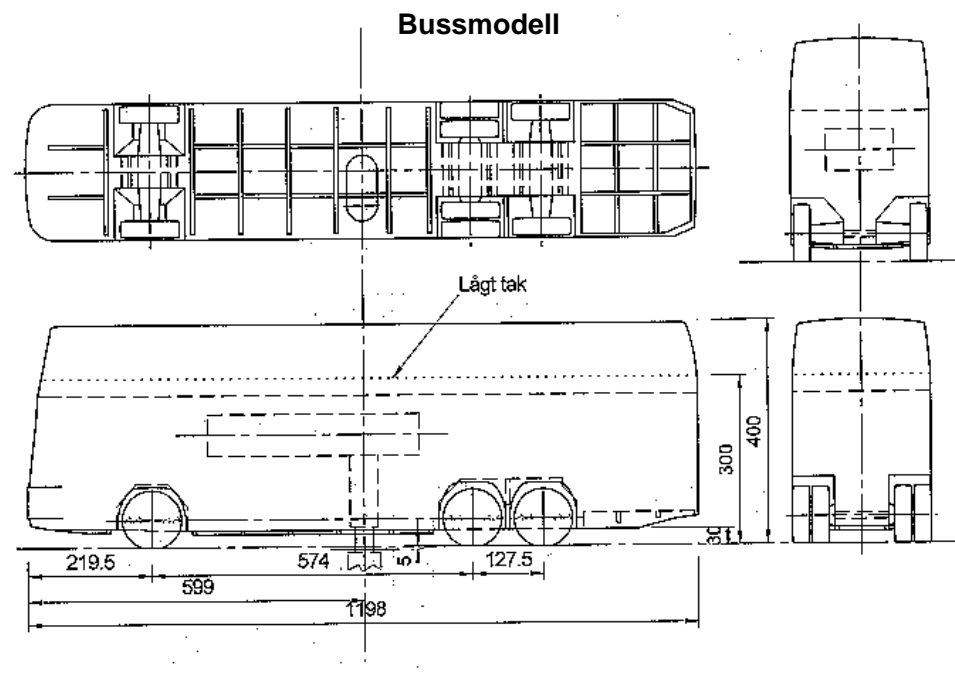
## 1.15 Vindkrafter på bussar

### 1.15.1 Inledning

Vid olyckan upplevde föraren att bussen "trycktes" ut mot höger sida av vägen och att det inte gick att styra den tillbaka till körbanan. Vid tillfället var vägbanan täckt med blöt snö samtidigt som det rådde kraftig och byig vind från vänster. Det har under utredningen ställts frågan hur köregenskaperna hos höga dubbeldäckade långfärdsbussar av den aktuella typen påverkas av de sidvindar den kan utsättas för under körning. En litteraturstudie visar att det är svårt att finna information om bussars egenskaper vid stora snedanblåsningvinklar. Dåvarande Flygtekniska försöksanstalten i Stockholm (numera ingående i Totalförsvarets Forskningsinstitut FOI.) gjorde därför, på uppdrag av SHK, en experimentell undersökning av sidvindskänsligheten hos en modell av bussen i vindtunnel. Genom bearbetning av mätdata från modellförsöken har de verkliga krafterna kunnat beräknas. Resultatet av undersökningen har redovisats i FFA:s rapport, FFA TN 2000-05. Avsnitt 1.15.2 – 1.15.8 är en sammanfattning av FFA:s rapport.

### 1.15.2 Modellen

För provet tillverkades en modell i trä i skala 1:10 av den aktuella busstypen. Modellen var skalenlig vad gäller yttre geometri men smärre detaljer såsom rutramar etc. var inte representerade. Bakspeglar utelämnades. Hjulhusens geometri var modellerad. Hål hade borrats mellan höger och vänster hjulhus för att simulera luftströmningen genom bussens chassi. Stänkskydderna fanns med. Underredet var inte avbildat i detalj utan ett ramverk av lister simulerade ungefär samma "råhet" som på den verkliga bussen.

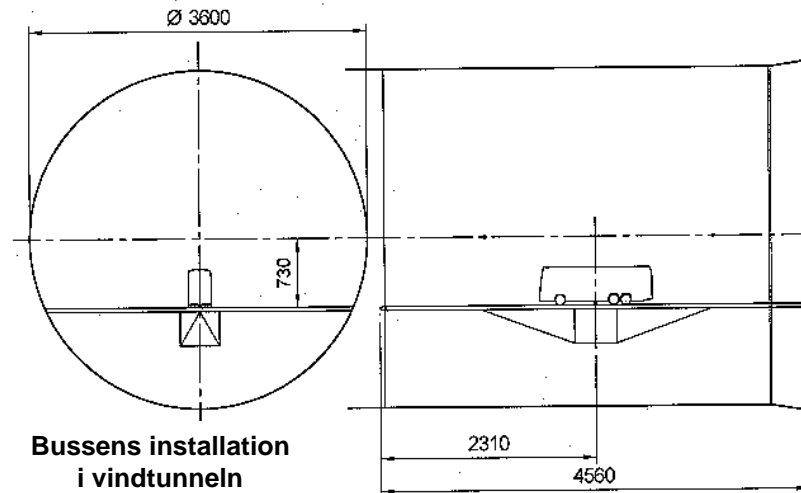


### 1.15.3 Vindtunnel, installation och mätning

Proven utfördes i en s.k. låghastighetstunnel med diametern 3,6 meter på en mätsträcka av 8 meter. Modellen var monterad i vindtunneln på en cylindrisk stötta med diametern 32 mm som sticker upp igenom ett markplan. Modellen kunde vridas  $\pm 90^\circ$  i förhållande till anblåsningens riktning.

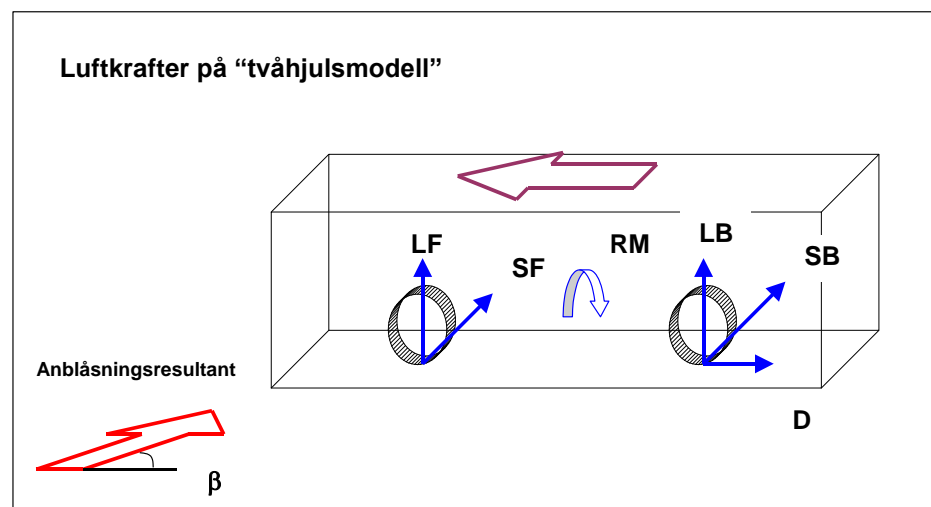
Den kunde även lutas upp till  $20^\circ$  åt höger. Krafterna på modellen mättes med en intern sex-komponentvåg av typ I-655 och registrerades med en samplingsfrekvens på 10 Hz. Mätningarna gjordes vid vindhastigheter från 40 m/s till 70 m/s som ett kontinuerligt svep med anblåsriktning från  $-95^\circ$  till  $+95^\circ$  och med vridningshastigheten ca  $1^\circ/\text{s}$ .

Förutom mätning av uppkomna krafter visualiserades luftströmningen kring bussen med hjälp av en rökgenerator. Dessa prov dokumenterades genom fotografering och videofilmning.



#### 1.15.4 Luftkrafter

En vanlig metod att studera riktningstabilitet hos fordon är att i beräkningarna förenkla fordonet till en tvåhjulmodell eftersom annars hänsyn måste tas till faktorer såsom; lastfördelningen mellan hjulen i samma boggi, hjulupphängningarnas styvhet, olinjäriteten hos däckens friktion etc. I den beräkningsmodell som har tagits fram för undersökningen har ett främre fiktivt hjul på bussen fått representera framvagnens hjul och ett bakre fiktivt hjul representera samtliga bakre hjul i boggin. De fiktiva hjulen är placerade i tyngdpunkten för de hjul som de representerar. Se figur nedan.





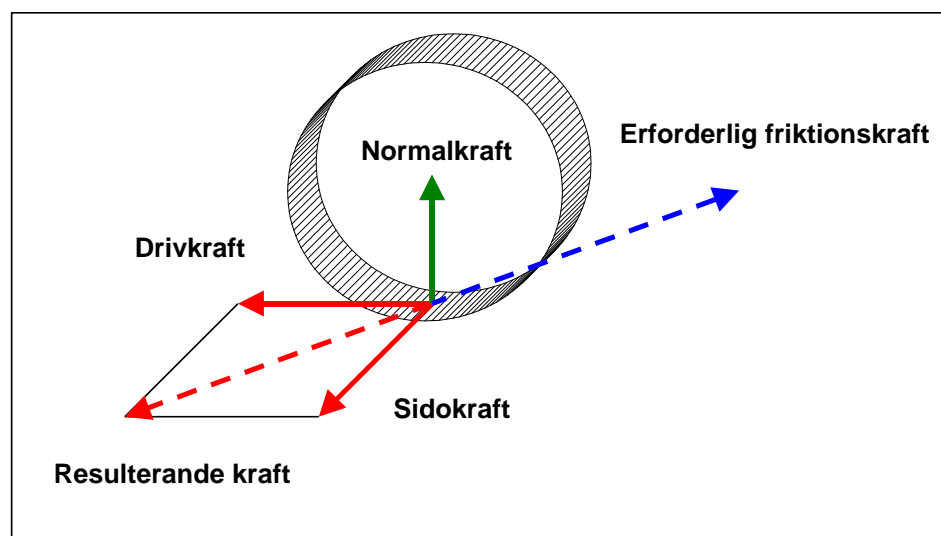
När bussen färdas påverkas den både av fartvind och eventuell sidvind. Den resulterande anblåsningen ger upphov till luftkrafter på bussen som är beroende på den resulterande vindhastigheten och dess riktning,  $\beta$ . Med kännedom om de totala luftkrafternas storlek och riktning kan beräknas vad detta motsvarar för krafter vid kontaktytan mellan vägbanan och hjulen. I ovanstående figur har lyftkraften och sidokraften för fram- respektive bakhjulet definierats som LF och SF respektive LB och SB. Kraften D, förorsakat av luftmotståndet i färdriktningen har i sin helhet förts till det bakre hjulet eftersom bussen är bakjulsdriven. Luftkrafterna ger även upphov till ett vridmoment RM kring bussens längdaxel som dock har försumbar betydelse vid beräkningar enligt tvåhjulsmodellen.

### 1.15.5 Friktionskrafter

Det är friktionskraften mellan däck och vägbanan som håller kvar ett fordon på vägen och gör det möjligt för det att accelerera, bromsa och svänga. Friktionskraften  $F$  är beroende av normalkraften  $N$  mellan däcket och vägbanan (bussens massa fördelat på respektive hjul) samt på rådande friktionskoefficient  $\mu$  enligt formeln:  $F = N \times \mu$ . Friktionskoefficienten påverkas av olika faktorer såsom vägbanans typ, beläggning på vägbanan, typ av däck, temperatur, fordonets hastighet etc. Beläggning på vägbanan i form av t.ex. vatten, snöslask, snö och is kan dramatiskt minska friktionskoefficienten. Dåvarande Trafiksäkerhetsverket publicerade följande riktvärden för friktionskoefficienten:

Typ av väglag och däck	$\mu$
Sommarväglag	0,7–0,5
Vinterväglag och snökedjor	0,4–0,2
Vinterväglag utan snökedjor	0,3–0,1

För att ett fordon's hjul skall kunna bibehålla "greppet" på vägbanan erfordras att friktionskrafterna vid hjulen är större än de luftkrafter och de dynamiska krafter som kan uppstå vid körning. Vad gäller luftkrafterna påverkas, på ett bakjulsdrivet fordon, framhjulen endast av sidkraft medan bakhjulen påverkas av både sidkraft och den drivkraft som erfordras för att övervinna luftmotståndet i färdriktningen. Friktionskraften vid bakhjulen måste därför vara större än den resulterande kraften av sidkrafter och drivkraften enligt nedanstående skiss.

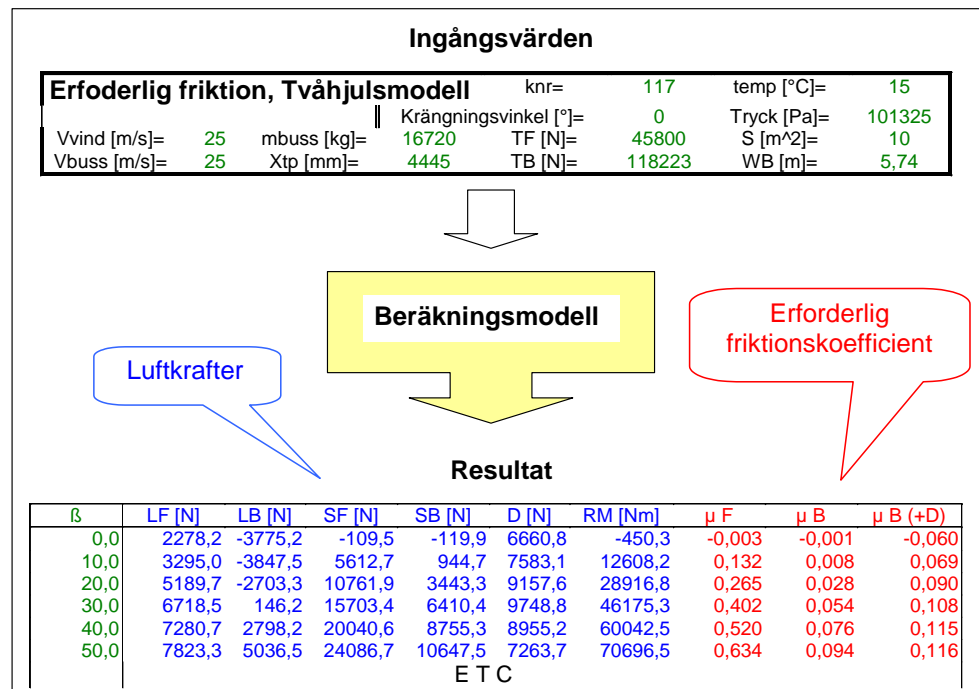


### 1.15.6 Beräkningsmodell

Med hjälp av mätresultaten från vidtunnelproven har en ett antal matematiska modeller tagits fram i form av kalkylark i Microsoft® Excel 97 där luftkrafterna kan beräknas (simuleras) för olika ingångsdata för bl.a. bussens vikt, tyngdpunktsläge, hastighet och sidvind. I modellerna kan också beräknas lägsta tillåtna friktionskoefficient vid fram- respektive bakhjulet ( $\mu_F$  och  $\mu_B$ ) för att friktionskraften där skall vara större än de luftkrafterna som i det mest ogynnsammaste fallet kan uppkomma vid olika lastfall.

Även om beräkningsmodellerna har tagits fram baserat på olycksbussens dimensioner så ges viss valfrihet att i simuleringar variera bl.a. bussens ytterytor och hjulbas. Olika beräkningsmodeller har också tagits fram för olika krängningsvinklar på bussen.

Principen för användning av beräkningsmodellerna framgår av nedanstående skiss.



### 1.15.7 Resultat

De framtagna beräkningsmodellerna ger möjlighet att simulera ett obegränsat antal kör- och lastfall. I *bilaga 1* har grafiskt presenterats resultatet av fyra simulerade körfall med den aktuella busstypen, med 0° krängningsvinkel och med gällande tjänstetomvikt samt i "standardatmosfär" dvs. 15 °C/1013 hPa. (Den använda beräkningsmodellen är baserad på FFA:s körning nr 117.)

Körfall	Bussens hastighet (km/tim)	Sidvind (m/s)
1	54	25
2	90	10
3	90	20
4	90	25

Ur bilagan kan bl.a. utläsas att luftkrafterna på en sådan buss som färdas med 54 km/tim (15 m/s) i ett område där vindhastighet är 25 m/sek, i det mest ogynnsamma fallet, kan skapa en lyftkraft på drygt 6324 N (645 kp)

och en sidokraft på 19103 N (1948 kp) vid framaxeln. Detta inträffar då vindriktningsresultanten är drygt 30°. Om bussen då är olastad erfordras en friktionskoefficient på minst 0,479 för att tillgängliga friktionskraften mellan däcken och vägbanan skall vara större än sidokraften på framvagnen.

Om bussen under samma vindförhållanden färdas med 90 km/h (25 m/s) kan lyftkraften bli upp till 8737 N (891 kp) och sidokraften 25277 N (2578 kp) vid framaxeln. För att framvagnen inte skall "tappa greppet" fordrad då en friktionskoefficient på minst 0,676.

Vid kompletterande prov och simuleringar som gjorts med andra ingångsdata har bl.a. följande slutsatser kunnat dras:

- Vid stora snedanblåsningvinklar uppstår de största sid- och lyftkrafterna långt fram.
- Krafterna samverkar negativt med avseende på framvagnen genom att sidokraften där är stor samtidigt som lyftkraften minskar det redan låga framaxeltrycket.
- Krängningsvinkel ökar lyftkraften vid vissa snedanblåsningvinklar. Inverkan på erforderlig friktionskoefficient är dock måttlig.
- När modellen modifieras för att efterlikna en envåningsbuss, minskar erforderlig friktionskoefficient mer än i proportion till sidoytan.
- En enkel spoiler på nederdelen av fronten kan minska den erforderliga friktionskoefficienten med 20 %.

#### Visualiserad luftströmning vid snedanblåsning



#### 1.15.8 Framtida undersökningar

Den utförda undersökningen av vindkrafter avser i princip en busstyp. Ytterligare värdefull information om bussars trafiksäkerhet vid sidvind går sannolikt att få fram genom kompletterande vindtunnelprov. Exempel på frågeställningar som skulle kunna besvaras är.

- Inverkan av bussens form. Större radier på fram- sid- och bakkant förekommer på vissa busstyper.
- Möjliga anordningar, av typ spoilers o.d., på bussen för att minska sidvindskänsligheten.

### 1.15.9 Beräkning av det aktuella fallet

Med hjälp av ovanstående beräkningsmodellen har SHK beräknat erforderlig friktionskoefficient för att greppet mellan hjul och vägbanan skall kunna säkerställas vid de aerodynamiska krafter som i värsta fall kan uppstå. Vid beräkningen har valts den formel som avser krängningsvinkeln  $0^\circ$  och som atmosfäriska förutsättningar har använts temperaturen  $+ 0,6^\circ\text{C}$  och standardtrycket 1013 hPa.

För att beräkna bussens vikt vid olyckstillfället har SHK använt sig av de standardvärden för vikt av passagerare och bagage som anges i Luftfartsverkets Bestämmelser för Civil Luftfart, BCL-D 1.6.4. Dessa värden gäller vid flygning med flygplan som har 30 eller fler passagerarstolar. Där anses varje person över 12 år väga 84 kg och barn mellan 2 och 12 år 35 kg. Enligt tillgängliga uppgifter fanns det fem barn som var högst 12 år gamla. SHK har vidare utgått ifrån att det totalt var 62 personer ombord. För bagagets vikt har SHK använt standardvikten vid inrikesflygningar 11 kg per passagerare. Dessa och övriga viktvärden redovisas i nedanstående tabell.

Objekt	Beräkning	Totalt (kg)
Bussens tjänstetomvikt		16 720
Förare + passagerare	$57 \times 84 + 5 \times 35 + 11 \times 62$	5 645
Bränsle	$350 \times 0,75 \text{ kg}$	262
	Beräknad vikt	22 627

Eftersom det inte har varit möjligt att med säkerhet bestämma vindhastighet, bussens fart och tyngdpunktsläge när föraren förlorade kontrollen över bussen har flera beräkningar gjorts med olika antagna värden för dessa parametrar. Vidare medför bussens konstruktion att bussens tyngdpunkt normalt förflyttas bakåt när den lastas, varför beräkningar också har gjorts för olika tyngdpunktslägen. Om t.ex. tyngdpunkten för hela tillsatslasten i detta fall skulle ha hamnat mitt över bakaxlarna så skulle bussens tyngdpunkt ha förflyttas bakåt drygt 7 % i förhållande till tyngdpunktsläget vid tjänstetomvikt.

Som framgår av 1.15 5 så är friktionskoefficienten mest kritisk vad gäller framhjulens grepp. I nedanstående sammanställning har därför medtagits endast erforderlig friktionskoefficient för bussens framvagn,  $\mu_F$ .

Tyngdpunktsläge	Fart (km/h) / Vindhastighet (m/s)					
	90/10	95/10	90/15	95/15	90/20	95/20
Enl. grundtomvikt	0,133	0,137	0,238	0,248	0,356	0,369
Bakåt 5 %	0,164	0,169	0,295	0,308	0,445	0,462
Bakåt 7 %	0,180	0,186	0,326	0,340	0,494	0,514

Det skall åter poängteras att ovanstående friktionsvärden gäller vid den mest ogynnsamma vindriktningen i förhållande till bussen.

## 1.16 Övriga prov och undersökningar

### 1.16.1 Brandundersökningen

#### Inledning

Efter olyckan bogserades bussen till Assistansskårens garage i Enköping, där undersökningen påbörjades den 24 november 1998 gemensamt av SHK och polisens tekniska rotel vid polismyndigheten i Uppsala. Undersökningen följdes även av en brandinspektör från Uppsala. Bussen flyttades senare till Scaniars verkstad, där undersökningen fortsattes den 16 och 17 december.

Efter att polisen avslutat sin tekniska undersökning fortsatte SHK sin undersökning. Den var främst inriktad på att söka få fram orsaken till varför motorns varvtal ökade efter kollisionen med vägbanken. Detta förhållande skulle eventuellt kunna förklara brandens uppkomst och det inledande spridningsförloppet.

#### *Kaross och passagerarutrymmen*

Det kunde snabbt konstateras att inredningen i passagerarutrymmet i överplanet till största delen var totalförstörd genom branden. Delar av yttertaket hade också bränts bort. I underplanet fanns några enbart värme-påverkade och nedsotade säten kvar, medan de övriga hade större brandskador. Vidare noterades brandskador på vänster sida framför vänstra framhjulet fram till dörren bakom föraren, se bild i avsnitt 1.13.2. Ett nästan oskadat dubbelsäte tillvaratogs för senare brandprovning.

Utvändigt hade bussens högra sida, som legat mot marken vid branden, inte några nämnvärd skador. Däremot hade på det undre planet området framför framhjulet krossats.

Förutom de mekaniska skadorna var fronten på bussen kraftigt bränd. Baktill var motorrumsluckan sönderbränd och ytterväggen bak på bussen hade brunnit upp helt.

Samtliga luckor till bagagerummet och de intilliggande tekniska utrymmena var oskadade på utsidan.

#### *Bagagerummet*

Före undersökningens början hade, som tidigare nämnts, bagaget lastats ur. Däremot hade det som ingått i bussens ordinarie utrustning kvarlämnats. Bland annat påträffades en löst liggande omformare, som omvandlade 24 volts batteriström till 220 volts växelström; detta för att kunna använda en vanlig industridammsugare vid rengöring av bussen.

Vidare fanns som reserv en säck med kilrep. Flera plastdunkar med olika innehåll, bl.a. "färdig glykol", både koncentrerad och färdigblandad spolarvätska, motorolja, saneringsvätska till toaletten – märkt brandfarlig – och rödsprit anträffades. Några dunkar hade skadats vid branden och innehållet hade läckt ut. I utrymmet förvarades också en förpackning med toalettpapper.

#### *Motorrummet*

Undersökningen av detta utrymme protokollfördes av polisen.

Den mest omfattande branden har förevarit i bussens bakre högra del.

Eftersom motorn var aktermonterad gick drivlinan bestående av koppeling, växellåda, kardanaxel och bakaxeldrev framåt från motorn. Motorns första cylinder satt sålunda längst bak och sjätte cylindern längst fram. På den sjätte cylinderns vänstra sida fanns ett stort hål, och även ett på den motsatta sidan av cylindern. På denna sida fanns dessutom ett hål i motorblocket och ett hål i oljetråget. Genom dessa hål hade motoroljan, ca 25 liter, runnit ut. Oljan bedömdes enligt undersökningsprotokollet ha haft en temperatur på minst 100 °C.

Vid en närmare undersökning av sjätte cylindern visade det sig att vevstaken släppt från vevaxeln. Det överfall som förband vevstaken med vevaxeln återfanns inte och inte heller de skruvar som höll ihop dessa delar.

Längst fram på motorns högra sida fanns en oljetryckgivare, som omsätter oljetrycket till ett elektriskt mätbart värde. I toppen på denna givare gick elkablar in. Plastinfästningen runt dessa saknades och det fanns därigenom ett litet genomgående hål varigenom oljan kunde spruta ut med högt tryck så länge som motorn var igång. På motorblocket ovanför givaren

var fastbränt en beläggning, som enligt protokollet talade för att oljan sprutat ut där.

Motoroljan i oljetråget sögs upp genom en oljesil. När bussen hamnat på högra sidan rann oljan bort från sug silen och oljecirkulationen upphörde därmed. I oljetråget påträffades metallspån och lagerdelar från vevlager.

Enligt undersökningsprotokollet hade inte motorskadan orsakat att motorn stannat. Enligt uppgift hade en person stängt av motorn med nyckel. Denna bussmotor kunde emellertid inte stoppas med nyckel utan, som tidigare nämnts, med en knapp.

Anledningen till motorskadan var enligt undersökningsprotokollet antingen att motorn övervarvats eller att kolven i sjätte cylindern slagit stopp. Det sistnämnda kan ha uppstått om det kommit in t.ex. vatten i cylindern, men det fanns inga tecken på detta. Det var mer troligt att motorn hade övervarvat. Handgasreglaget var maximalt utdragen. Enligt föraren hade han inte rört handgasen under körningen. Reglaget var dock så placerat att någon kroppsdel på eller något plagg kan ha hakat tag i det när han kastades ut genom frontrutan.

På högra sidan av motorn, mellan denna och kompressorn, gick bränsleledningar av plastmaterial. Tillsammans med dessa var elledningarna sammanförda i ett knippe. Allt var förlagt på höger rambalk utmed motorsidan. Lägst bak i motorrummet ovanför kilrepen till fläktar m.m. hade vattenavskiljaren med uppsamlare av glas suddat. Genom denna skall allt bränsle passera på vägen från tanken till insprutningspumpen på motorn. På bränsleledningarna av stål fanns inga skador. Ca 70 procent (tankvolym 400 liter) av tankens innehåll fanns dock kvar efter branden. Bränsleledningarna gick in i tanken på höger sida, vilket medfört att bränslet genom självtryck kunde rinna ut genom skadade ledningar, när bussen hamnat i diket.

Det bakre motorfästet på bussens vänstra sida var defekt redan före olyckan. Kompressorn för kylanläggningen hade vid vältningen fallit nedåt mot marken, eftersom den vilade stående på gummifötter, som inte var ägnade att ta upp dragkrafter.

Den del av bussens elsystem som fanns i motorrummet och dess närhet undersöktes särskilt. Elkablarna i brandområdet var skadade utifrån av branden. En elledare hade ramlat ner från sin upphängning och klippts av mot drivhjulet till en kilrep. Brottytorna uppvisade inga tecken på att någon överledning skett. Elledaren låg mellan en kopplingsdosa ovanför kompressorn och motorn. Elledaren var inte ansluten i någon ände. Däremot kunde överledningsskador i form av smältpärlor iaktas på dess kabelsko, som fanns i närheten av motorns bakparti.

Pluskabeln till startmotorn hade skador vid infästningen i startmotorn. Ungefär en tredjedel av kardelerna var lösa vid infästningen i kabelskon. De hade klippts, slitits eller bränts av. På brottytorna fanns smältor som kan vara överledningsskador.

På jordkabelns (minusledaren) kabelsko, vars infästning fanns bredvid pluskabelns, fanns en överledningsskada. Detta kan tyda på att något ledande föremål hamnade mellan elkablarna med en överledning och ljusbåge som följd. Denna överledning kan ha ägt rum i samband med att motorblocket slagits sönder. De båda nära varandra liggande hålen i motorblocket låg intill startmotorn. I ett av dessa hål satt en deformerad del av vevstaklagret. Om någon av de bortslagna motordelarna från motorblocket tillfälligt hamnat över elledarna kan samtidigt het motorolja ha läckt ut. Även den förutnämnda ej anslutna elledaren med överledningsskador på kabelskon kan under olycksförloppet ha kommit i kontakt med plusledarens infästning i startmotorn och startat en kabelbrand.

Batterierna demonterades och varken de eller anslutningskablarna visade på sådana skador som uppstår efter en långvarig kortslutning.

På en mindre elledare, som gick till motorvärmaren, fanns en mindre överledningsskada intill anslutningen i polen. Enligt undersökningsprotokollet var skadan begränsad och kan inte ha startat branden.

Bussens kilrep undersöktes. De uppvisade inga tecken på att ha haft någon inverkan på brandens uppkomst.

Vidare undersöktes bussens dieseldrivna motor- och kupévärmare som var oskadad. Dess avgaser gick ut bakom vänster bakhjuls stänkskydd. Området runt mynningen var smutsigt och fuktigt medan själva hålet var torrt. Bussföraren har uppgivit att värmaren inte hade varit påslagen under färden.

På bussens vänstra sida gick två oljereningsrör från motorblocket. Vid båda infästningarna fanns oljeläckage och på motorblocket fanns en beläggning med smutsig motorolja. Den ena av infästningarna var kännbart lös. På samma sida fanns insprutningspumpen. Gasaxelns infästning läckte dieselolja och då axeln rördes sprutade en mindre mängd diesel ut.

På framsidan av motorblocket fanns också två bränslefilter. Mindre mängder dieselolja hade runnit ut från främst det ena. Märkena därav gick emellertid vertikalt och de torde därför enligt undersökningsprotokollet ha uppstått före olyckstillfället. Bränslefiltrena visade också endast vertikala märken.

Motorns övre del uppvisade inga större brandskador. Det fanns inget läckage vid spridarna.

Det konstaterades att bussmotorns laddluftkylare var kraftigt igensatt. Detta kunde enligt undersökningsprotokollet ha bidragit till en förhöjd temperatur på insugningsluften.

I undersökningsprotokollet gjordes en sammanställning av tänkbart brandförlopp. Innebörden i denna återges här i huvudsak.

Då bussen välte fortsatte motorn att gå på höga varv. Motorn tappade då oljetryck, eftersom sugsilen kom ovanför oljenivån. Vevlagret i sjätte cylindern och sista ramlagret havererade med följd att vevstaken slogs loss ifrån vevaxeln. Bultar och överfallet slets bort och slungades troligen ut ur motorn.

Troligtvis slungades blockbitar på höger sida ut på elkablar vid startmotorn och klippte av delar på kablar och förorsakade kortslutning, samtidigt som utrunnen mycket varm motorolja började brinna. Det tog sig i kablar och smuts. Eventuellt blev också bränsleledningar skadade.

Enligt experterna ledde detta scenario till två alternativa teorier till hur branden i motorrummet förlöpte.

#### Alternativ 1

Diesel och motorolja brann allt mera och om motorn fortfarande gick så slungades oljan ut ur hålen i motorn. En del olja finfördelades vid oljetryckskontakten, vilken var trasig och släppte igenom olja. Varm diesel i returledningen kan ha pumpats till brandhärden av den döende motorn. Efter att motorn stannat var det självtryck i bränsleledningen till dess att undertryck i tanken stoppade flödet tillsammans med igentäppta ledningar som var sammansmälta.

#### Alternativ 2

Kompressorn, med en vikt av 80–90 kg, för kylanläggningen lossnade och klämde av kablar vid generatorm. Därvid förorsakades kortslutning i anslutning till rinnande diesel och olja från den krossade uppsamlaren av glas till vattenavskiljaren. Förutom hålen i block och oljeledning var även oljeledningar till servopumpen brända.

Freonslangar var klämda och trasiga. Dessa kan även ha varit inblandade i brandförloppet. Det var fortfarande full spänning på batterikabel, startmotor, generator och i det bakre elskåp varifrån bussmotorn

kunde startas och stoppas. Denna härva hade flera kablar som kan ha varit klämda/avslagna/losslitna och därmed startat branden. Koncentrerad spolärvätska, som kan ha runnit från läckande dunk i ett städutrymme ovanför motorrummet kan också ha bidragit.

Det kylmedel, betecknat R 134 A, som användes i klimatanläggningen var brännbart. Mängden var 20 kg och fanns dels i tanken i motorrummet dels i kondensorn. Denna var placerad ovanpå motorrummet. Hela kondensorn byttes ut i samband med en reovering den 24 augusti 1998. Kylmedlet fylldes på vid samma tillfälle. Nu gällande bestämmelser om hantering av freoner innebär att anläggningen med vissa intervall skall kontrolleras av därtill auktoriserad besiktningsman. Kompressorn blev ej reoverad eller utbytt vid detta tillfälle. Reoveringen hade utförts av Tunby Kyl AB i Västerås. Kylanläggningen var försedd med en säkerhetsventil som öppnade vid ett tryck av 24 bar.

Från en tillfrågad kylexpert har dessutom meddelats följande. När slangarna gick sönder blev det en våldsam gasutveckling i brandzonen och en kraftig tryckökning i gassystemet. Säkerhetsventilen hann förmodligen inte med att avlasta trycket, som kan ha uppgått till 30 bar vid brandtillfället.

I anslutning till detta noterade experterna att kylärvätskan med glykol från hålet i motorblocket kan ha antänts.

Bussens dieseldrivna kupévärmare kan ha varit inblandad i branden förutsatt att den har varit påslagen. Värmaren brann med öppen låga och stora mängder av oljegaser var inom räckhåll för den. Det har inte gått att fastställa om värmaren var tillslagen eller ej när bussen gick av vägen. Enligt uppgift från leverantören av värmaren var dess avgasledning fri från vägsmutts vid utloppet, vilket kan tyda på att värmaren varit tillslagen under färden.

Laddluftkylarens cellpaket var igensatt i en del kylceller så att luftströmmen genom den delvis hindrades. Den vanliga vattenkylarens kylarpaket var dock rent och förhållandevis fint, men ingående luft till även detta paket ströps genom den försämrade luftströmningen genom laddluftkylaren. Motortemperaturen torde ej ha påverkats i någon högre grad förutsatt att bussens värmesystem varit helt utnyttjat. Däremot blev insugningsluften mindre nedkyld under varma dagar.

Ramen till oljetryckskontakten för motoroljan hade exploderat och oljetrycket försvann därigenom helt. Oljetrycket hade dessförinnan börjat att sjunka sedan oljepumpens insugningssida hamnat ovanför oljenivån i tråget när bussen välts. Avsaknaden av oljetryck fick till följd att ingen oljedimma kom ut vid den trasiga oljetryckskontakten.

Motorfästet längst bak på bussens vänstra sida var trasigt sedan tidigare. Motorn tippade därför lätt vid omkullkörningen och motorns rörelse i sidled kan i sig vara upphov till kabel- och rörhaveriet.

Fläktar i bussens värmesystem var troligen påslagna och kan ha ökat rökspridningen till passagerarutrymmena.

Innan motorn vid undersökningen togs ut ur bussen konstaterades en kraftig oljeläcka vid tryckoljerörets infästning på motorn. Tryckoljeröret transporterar olja för smörjning, kylning och rening.

Gasreglaget på insprutningspumpen (högt tryck) för bränslet hade läckt ut bränsle i axialled. Utläckande bränsle har runnit i riktning mot grenröret. Ett av bränslefiltren hade läckt ut diesel innan bussen började brinna.

Undersökningsprotokollet avslutades på följande sätt:

”Det framgår tydligt att de kraftigaste brandskadorna finns i motorns högra del, den del som har legat närmast marken efter det att bussen välts. Anledningen till detta är att all het motorolja har runnit ner till marken i detta område och antänts. På olycksplatsen rådde kraftig vind vilket hindrade branden från att sprida sig uppåt i motorutrymmet. Branden fick i stället



fäste i bussens glasfiberklädda bakvägg och övermättade brandgaser spred sig in i bussen. Brandgaser torde även kommit in genom ventilationssystemet. Inne i bussen blandades dessa ut med den befintliga luften, syret, och nådde snabbt en gynnsam blandning med en övertändning som följde.”

### **1.16.2 Teknisk undersökning från trafiksäkerhetssynpunkt**

Fordonet undersöktes från trafiksäkerhetssynpunkt på uppdrag av Polismyndigheten i Uppsala. Denna kontroll utfördes av två bilinspektörer. I undersökningen ingick systemen för hjul, styrning, broms, manövrering och kommunikation. Den sammanfattande slutsatsen citeras här: ”Vid undersökningen har inget framkommit som tyder på att fordonet varit behäftat med något tekniskt fel som kunnat bidra till eller orsaka olyckan.”

### **1.16.3 Brandprovning av bussäten**

Eftersom bussen inte hade hunnit utrymmas innan branden snabbt spred sig in i passagerarutrymmet, var det angeläget att konstatera i vilken utsträckning inredningen i bussen hade sådana egenskaper att den bidrog till den snabba övertändningen.

Under de tre senaste decennierna har flera brandprovningmetoder använts för att försöka klassificera material. Dessa metoder har ursprungligen utvecklats mot bakgrund av erfarenheter från bränder i trä och träbaserade material och produkter. Metoderna uppfyller inte grundläggande krav på att ge information om egenskaper eller fenomen som är funktionellt och distinkt definierade. Vid tillämpning på nya materialtyper – särskilt inom plastområdet – har de ofta visat sig ge en ofullständig information och inte sällan direkt felaktiga basdata för bedömning av materials och ytskiktets beteende under verkliga brandförhållanden. Redan i början av 1960-talet genomfördes jämförande provningar vid sex europeiska brandlaboratorier i dåvarande Västtyskland, Belgien, Danmark, Frankrike, Holland och England i samarbete med ISO (Internationella Standardiseringsorganisationen). Samtliga provningsresultat, som omfattade 24 olika material, sammanställdes sedan och det visade sig bli en uppseendeväckande stor spridning i resultaten. Det ytmaterial som enligt det ena landets provningsstandard ansetts som det säkraste rangordnades som det mest riskfyllda av alla 24 materialen enligt ett annat lands provningsstandard.

Inom Europa arbetades sedermera fram en standardiserad provningsmetod för provning av stoppade möbler, som var avsedd att bli gemensamt gällande för de deltagande länderna. Så blev emellertid inte fallet, bl.a. av handelspolitiska skäl. För sin undersökning valde SHK att använda denna metod. Proven genomfördes av Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut i Borås (SP).

Provföremålet utgjordes av ett i det närmaste oskadat dubbelsäte från den brunna bussen. Sätet hade ju varit utsatt för rök- och värmepåverkan under branden. Endast mindre ytskador i form av nedsotning av det ena sätet skilde det till det yttre från ett oskadat säte. Det placerades på en vågplattform och antändes på det nedsotade sätets sits och ryggdyna med en gasbrännare. Brännaren avgav en effekt om 30 kW. Antändningssekvensen pågick under två minuter. Rökgaser som bildades under branden samlades upp av en huv placerad ovanför provföremålet. Genom mätning av syrgasförbrukningen beräknades utvecklad värmeeffekt. Rökutvecklingen mättes med hjälp av en lampa (vitt ljus) och en fotocell som var monterad i rökgaskanalen nedströms huven.

Av rapporten från provningen framgick att den maximalt utvecklade värmeeffekten var 316 kW. Den totalt frigjorda värmeenergin under prov-

ningen var 252 MJ<sup>1</sup>. Den genomsnittliga effektiva förbränningsvärmern var 21,4 MJ/kg. Den maximala värmestrålningen var 3 kW/m<sup>2</sup>.

Uppmätt värmeeffekt från brandprovet ger information om personers möjlighet att utrymma och risken för ytterligare brandspridning. För att ett dubbelsäte skall kunna ge övertändning i ett mindre utrymme (ca 10 m<sup>2</sup> golvyta) med en öppen dörr krävs att branden har en avgiven värmeeffekt på 1 000 kW. Vid denna provning uppnåddes inte den effekten.

Vid provningen framkom att den maximala värmeeffekten på ca 300 kW var fördelat på två toppar, vid drygt 5 resp. 10 min efter antändning. Först brann större delen av det ena sätet upp och därefter det andra med samma maximala effekt.

SP har i sin rapport angivit att branden avgav en effekt av 200 kW efter ca 3,5 min. Därefter uppmättes en relativt långsam brandtillväxt där nästa skede var spridning till det andra sätet. Enligt rapporten innebär detta att man för att i ett verkligt fall skall få en snabb brandtillväxt med denna typ av säten krävs därför att annat brännbart material finns nära.

SHK har i sina utredningar om bussbränder RO 2000:1 och RO 2001:1 kunnat konstatera att i både dessa fall hade enbart bussätena kunnat åstadkomma en övertändning.

## 1.17 Bussföretagen

Västanhede Trafik AB är ett familjeföretag med säte i Avesta. Företaget fick den 5 april 1988 ett beställningstrafiktillstånd avseende persontransporter med en begränsning till att enbart utföra transporter inom Avesta kommun. Den 1 januari 1989 slopades rätten för tillståndsmyndigheten, länsstyrelsen, att begränsa ett tillstånd till att gälla endast för ett visst område inom länet. Den som har ett beställningstrafiktillstånd idag har således rätt att bedriva sina transporter var som helst inom länet.

Vid tidpunkten för olyckan fanns hos länsstyrelsen i Dalarnas län i listan över yrkestrafikfordon elva bussar och fyra taxibilar registrerade på företaget.

För att få bedriva länsgränsöverskridande linjetrafik erfordras tillstånd av Vägverket. När det gällde denna busslinje var det Säffle Reseservice AB som hade tillstånd att under veckohelger, fredag – söndag, bedriva persontransporter med buss på sträckorna Falun–Borlänge–Stockholm, Orsa–Stockholm och Idre–Stockholm. Västanhede Trafik AB hade lagenligt anlitats som entreprenör för att köra trafiken.

## 2 ANALYS

### 2.1 Avåkningen

Föraren upplevde att bussen ”trycktes” av vägbanan och att det inte gick att styra den tillbaka på vägen. På det aktuella avsnittet var vägen i stort sett rak och i princip utan sluttning i färdriktningen. Enligt den uppmätning som gjorts av vägbanan efter händelsen låg bomberingen väl innanför gällande gränser, både före och längs avåkningssträckan. Något tekniskt fel på bussen som skulle kunna förklara händelseförloppet har inte hittats.

Avåkningen skedde på en sträcka där vägen löper över öppna fält. Vid tiden för olyckan rådde kraftig byig sidvind från vänster och vägbanan var täckt med blöt snö. Av den undersökning som SHK låtit göra beträffande

<sup>1</sup> MJ=megajoule eller en miljon Joule

sidvindskänsligheten för en hög dubbeldäckad buss framgår enligt avsnitt 1.15 att stora aerodynamiska lyft- och sidokrafter kan uppstå i vissa situationer. Dessa krafter samverkar speciellt negativt med avseende på framvagnen genom att både sidokraften och lyftkraften där är störst samtidigt som framaxeltrycket är lågt. Av stort intresse är därför i detta fall, att försöka få en uppfattning om vilket som är den minsta erforderliga friktionskoefficienten mellan framhjulen och vägbanan för att framvagnen inte skall ”tappa greppet” på grund av de vindkrafter som kan uppstå.

De beräkningsmodeller som har tagits fram för den aktuella busstypen tillåter stora variationer vad gäller värden på ingående parametrar. Vid beräkning av den erforderliga friktionskoefficienten i det aktuella fallet, enligt avsnitt 1.15.9, har vissa parametrar kunnat bestämmas med god säkerhet medan andra varit mer osäkra. Flera beräkningar har därför gjorts med olika ingångsvärden för bussens tyngdpunktsläge och fart samt rådande sidvindshastighet.

SMHI:s analys av vädersituationen tillsammans med vittnesuppgifter från platsen tyder på att hastigheten i vindbyarna uppgick till åtminstone 15 m/s. Vinden anblåste bussen från sidan vilket innebär att den resulterande vindriktningen mycket väl kan ha varit omkring 30 grader; en vindriktning som visat sig vara ogynnsam med avseende på oönskade aerodynamiska lyft- och sidokrafter. Enligt bussens färdskrivare var bussens hastighet före olyckan 90–94 km/h.

Med dessa ingångsvärden för vindstyrka och busshastighet visar beräkningarna att framvagnen, redan vid ett ”neutralt” tyngdpunktsläge, skulle kunna ha förlorat väggreppet om friktionskoefficienten var lägre än ca 0,24. Om bussen dessutom var 5 % baktung skulle en friktionskoefficient på drygt 0,30 ha varit nödvändigt för att säkerställa framvagnens väggrepp. Om vindhastigheten i byarna var 20 m/s hade det för en neutralt lastad buss behövts friktionen drygt 0,36.

Dessa värden gällde endast för de aerodynamiska krafterna på bussen. Till detta måste adderas den friktionskraft som erfordrades på grund av vägbanans bombering och för eventuella dynamiska krafter i samband med bromsning, svängning etc.

Eftersom vägbanan var täckt med blöt snö bör detta i friktionshänseende kunna jämföras med ”Vinterväglag och snökedjor” och, enligt avsnitt 1.15.5, ha inneburit att friktionskoefficienten endast var i storleksordningen 0,4–0,2. Om man jämför dessa tillgängliga friktionsvärden med den friktion som troligen erfordrades enligt ovan framgår att en uppenbar risk förelåg för att framhjulen skulle kunna förlora väggreppet.

Allt talar därför för att bussen, under körningen i den byiga sidvinden, momentant blev manöveroduglig till följd av att framhjulen förlorade greppet på vägbanan. Föraren lyckades därefter inte att återfå kontrollen över bussen innan den åkte ut på den sluttande vägslänten och välte.

Det förhållandet att bussen slutligen kolliderade mot vägtrumman var vid frontrutorna tryckes ut måste tillskrivas tursamma omständigheter, eftersom de normala utrymningsvägarna var blockerade. Om så inte skett hade med största sannolikhet konsekvenserna för de ombordvarande blivit förödande.

## 2.2 Branden

Branden började i motorrummet som en följd av att bussen välte. Motorn fortsatte att gå i ytterligare några minuter på högt varvtal. På grund av den uteblivna smörjningen, genom att sugsilen till oljepumpen i sidoläget låg ovanför oljeytan, och den därigenom ökade friktionen skadades motorn

rent mekaniskt så att vevstaken slog sönder motorblocket och oljeträget. Genom dessa hål strömmade sedan den varma motoroljan ut.

Det finns flera olika möjligheter till att branden uppstått. En ljusbåge kan ha bildats, eller motorbränslet eller motoroljan kan ha kommit i kontakt med någon av de heta ytorna på motorn, t.ex. grenröret eller turboaggregatet.

Vad som talar för att en ljusbåge uppstått är bl.a. de smältpärlor som fanns på kabelskon på den lösa elkabel som låg i motorrummet. Den kan mycket väl ha varit i samtidig kontakt med en batteripol och i chassit jordad del. Det fanns även förutsättningar för att en ljusbåge kan ha bildats genom att de bitar av motorblocket som slogs loss kom i kontakt med startmotorns elanslutning på vilken det fanns smältpärlor. Skadorna på anslutningsledningen i form av avslitna kardeler vid kabelskon till startmotorn kan i sig gett upphov till smältpärlorna på startmotorn, men de kan även visa på att det uppstått en ljusbåge genom att ledande material kommit i kontakt med pluspol och jordad del samtidigt. Anslutningsledningen till startmotorn saknar som regel säkring. En sådan ljusbåge kan lätt tända både varm motorolja och utläckande bränsle.

Bränsleledningarnas läge i förhållande till de heta motordelarna möjliggjorde att bränsle kunde rinna ner på dessa, när bussen hamnat på sidan. Ett läckage kan ha uppstått när uppsamlarglasets till vattenavskiljaren skadades.

Undersökningen har vidare visat att det vänstra motorfästet var defekt före olyckan samt att kompressorn till klimatanläggningen lossnade i samband med dikeskörningen. Detta medförde att motor och kompressor rörde sig mot varandra på sådant sätt att mellanliggande bränsleledningar och uppsamlarglasets till vattenavskiljaren kan ha kommit till skada, så att ett läckage uppstod. Om returbränsleledningen från motor till tank gått sönder, påverkades inte motorns bränsleförsörjning, men det utläckande dieselbränslet bidrog till branden. Bränsleledningarna var här av plastmaterial.

En brand i motorrummet hade nästan omedelbart påverkat returbränsleledningen så att ett stort läckage uppstått, ca 8 till 9 liter per minut vid fullt varvtal. Det kunde ha varit ännu större om bränslet även runnit baklänges från tanken. Det utläckande bränslet kunde mycket väl ha kommit in i slangen som ledde förbränningsluft till motorn. Detta skulle i så fall lett till att motorvarvet ökade oavsett gaspådrag och insprutningspumpens givning.

Motorn gick sålunda med högt varvtal. Genom motorns sidoläge hamnade sug silen till oljepumpen ovanför oljeytan och smörjoljecirkulationen upphörde. Den dåliga smörjningen och det höga varvtalet ledde till att friktionen mellan kolv och cylindervägg i sjätte cylindern blev så stor att kolven bromsades i sin rörelse medan vevaxeln fortsatte med i stort oförändrat varvtal. Med den ökade friktionen blev kolven varmare och dess volym ökade, vilket i sin tur ledde till ett ökat tryck mot cylinderväggen. När kolven nöp fast mot cylinderväggen, brast överfallet till vevstaken och slungades iväg och gjorde ett hål i oljeträget. Den från vevaxeln frigjorda vevstaken slog sedan hål i motorblocket genom de slag den fick av vevslängen, eftersom de övriga cylindrarna fortfarande vred runt vevaxeln. Genom dessa hål strömmade sedan den varma motoroljan ut.

Branden i motorrummet medförde att uppsamlarglasets efter någon eller ett par minuter gick sönder av invändigt förångningstryck och ökad värmebelastning i glasets. Om uppsamlarglasets krossats direkt vid dikeskörningen skulle motorn snart ha stannat av bränslebrist, eftersom bränslemängden i filter och pump var för liten och att luft kom in i bränslesystemet. Det hade inte gått att hålla motorn i gång i flera minuter. Efter en kort tids brand har

ändå motorn stannat av bränslebrist genom att bränsleledningen skadats och uppsamlarglasat försvunnit.

Med hänsyn till den relativt korta tid som förflöt efter att bussen stannat tills branden måste ha startat bedömer SHK att den troligaste brandorsaken var att returbränsleledningen skadades vid dikeskörningen och att det utläckande bränslet antändes. Friktionsökningen i sjätte cylindern kan inte medfört motorskadan förrän en stund efter att smörjningen uteblivit. Därefter måste ytterligare tid förflyta innan branden fått någon nämnvärd omfattning.

Branden i motorrummet tog sig snart ut i det fria genom att motorrumsluckan genombrändes. Därefter antändes bussens bakvägg och därigenom skapades en öppning in till passagerarutrymmet. Av vinden drevs lågor och oförbrända gaser in i passagerarutrymmet. De oförbrända gaserna antändes eftersom tillgången på luftens syre inne i utrymmet var god.

Även om brandprovningen visade att värmeeffektutvecklingen i själva bussätena var otillräcklig för att ge övertändning, blev värmeeffektutvecklingen från de oförbrända gaserna från karossen och branden i motorrummet tillräcklig för att ge en snabb övertändning.

## 2.3 Räddningstjänsten

När SOS Alarm underrättades om olyckan hade ingen brand noterats. Utlarmningen av räddningstjänsten kom således att följa den då gällande larmlistan för "stor skadeplats". När beskedet kom om att bussen brann larmades inte räddningsstationen i Fjärdhundra omedelbart ut, vilket enligt larmplanen skulle ha skett. För att säkerställa att en sådan "miss" inte sker igen har utlarmningsförfarandet ändrats på det sätt som redovisats i avsnitt 1.4.

Som tidigare nämnts torde den sena utlarmningen av räddningsstyrkan från Fjärdhundra troligtvis inte ha inverkat negativt på räddningsinsatsen. Den deltidsanställda personalen där har en längre anspänningstid än en styrka med heltidsanställda och styrkan från Enköping anlände till olycksplatsen redan kl. 18.50, dvs. 13 minuter efter att larmet från SOS Alarm mottagits. Dessutom var alla ombord då ute ur bussen med undantag för damen som fastnat. Sedan hon hjälpts ut bekämpades branden av två brandmän medan övrig personal fick ägna sig åt att i första hand ta hand om och bistå dem som skadats.

Utöver vad ovan nämnts skedde utlarmningen, såvitt SHK kan bedöma, snabbt och effektivt och erforderliga resurser kallades ut. Dessa tog sig till olycksplatsen så snabbt som omständigheterna medgav. Omhändertagandet av passagerarna, som också gjordes med bistånd av frivilliga, synes ha skötts så väl som resurserna möjliggjorde.

I detta sammanhang måste också insatserna från föraren av buss 2 samt hans tio medhjälpare framhållas. Genom deras oräddhet och snabba ingripande förhindrades att olyckan fick värre konsekvenser än som blev fallet.

## 2.4 Medicinska aspekter

Flertalet personskador var inte orsakade av branden direkt utan var av mer mekanisk art. Vid studium av hur människorna skadades framkom återigen att de som sitter längst fram i en buss drabbas mycket hårt vid en sammanstötning. När bussen gick av vägen, lade sig på sidan och kolliderade med vägtrumman slungades dessa ut tillsammans med eller möjligen genom vindrutorna. Det framgår också att passagerarna i det övre bussplanet ut-

sattes för ett kraftigare islag mot kroppens högra sida med nack- och ryggskador som följd. När bussen gick omkull kom de som satt där att befinna sig längre ut på en hävstång och utsattes för en större kraft vid slaget mot marken än de som befann sig i nedre planet. De som satt på vänstra sidan ramlade ner på dem på den högra sidan.

Detta händelseförlopp väcker åter frågan om säkerhetsbälten i långfärdsbussar. Skulle sådana bälten ha kunnat förhindra eller mildra personskadorna. Enligt SHK:s uppfattning hade ett enkelt säkerhetsbälte sannolikt hindrat de främre passagerarna och bussföraren från att slungas ut. Vidare hade de som satt på bussens vänstra sida troligtvis inte ramlat ner över dem på den högra sidan. Däremot hade säkerhetsbälten knappast hjälpt mot de skador som orsakades av den sidokraft som uppstod när bussen välte.

Att alla i bussen kunde räddas måste naturligtvis i första hand tillskrivas den insats som gjordes från buss 2. Betydelsefullt var också att branden inte fick ett snabbare förlopp. En icke oväsentligt bidragande orsak var även säkert att flertalet av de ombordvarande var relativt unga. Endast åtta av dem hade fyllt 60 år och ingen hade uppnått 70 års ålder. Vid ett liknande olycksförlopp med flertalet äldre passagerare hade antalet omkomna och svårt skadade sannolikt blivit stort.

Vad gäller det medicinska omhändertagandet har läkare vid UAS framfört vissa synpunkter på att de svårast skadade transporterades till lasarettet i Enköping som saknade beredskap för kirurgiska operationer under veckoslut. Man har ansett att det därigenom skedde en fördröjning av det definitiva omhändertagandet. Vid lasarettet i Enköping hade man dock lyckats att snabbt mobilisera resurser för ett kvalificerat medicinskt mottagande och lasarettet ligger betydligt närmare skadeplatsen än UAS. De första ambulanserna, inklusive ledningsambulansen, var stationerade i Enköping och för dem var det naturligt att anlita detta sjukhus. Genom att sända de första ambulanserna till Enköping kunde de relativt snabbt återkomma till skadeplatsen. Den första ambulansen som anlände till lasarettet kunde också ta med sig de två sjukvårdsgrupperna till olycksplatsen. Skadefallen kunde dessutom bedömas på lasarettet och förberedas för att tåla transporten till mer avlägsna sjukhus med större resurser. Avsikten var inte att mer omfattande undersökningar och behandlingar skulle utföras i Enköping om det inte bedömdes nödvändigt. För längre brådskande transporter måste också väderförhållandena och det svåra väglaget beaktas.

SHK har, som tidigare nämnts, inte inom sitt ansvarsområde att bedöma medicinska åtgärder och behandlingar. SHK finner det dock rimligt att ambulanser under rådande förhållanden utnyttjade Enköpings lasarett vid avtransporter från olycksplatsen av de svåraste skadefallen.

Personalen vid lasarettet upplevde en del brister vad gällde den utåtriktade verksamheten. Frågor angående vart skadade förts kunde inte besvaras i många fall och man saknade t. ex. vetskap om var inom polisen sådant sköttes. Det borde måhända av berörda instanser undersökas huruvida förhållandena i dessa avseenden är likartade vid andra sjukhus. Skulle det visa sig vara fallet borde enkla rutiner utarbetas så att sådana brister undanröjs.

## 2.5 Vindkrafter på bussar

Undersökningen enligt avsnitt 1.15 har, som nämnts, visat att höga dubbeldeckade bussar under körning i stark sidvind kan utsättas för så stora aerodynamiska lyft- och sidokrafter och att framvagnen då kan förlora vägfästet vid t.ex. normalt vinterväglag. När detta sker föreligger stor risk att bussen driver av vägen eller över på motsatta vägbana utan att föraren har någon möjlighet att förhindra det. Detta kan drabba en buss i god teknisk kondi-

tion, helt utan förvarning, under normal körning på en rak och välpreparerad vinterväg. De ombordvarande och andra trafikanter kan därigenom utsättas för en stor risk. Förutom bussen aerodynamiska form är det framför allt väglaget, sidvindens styrka och riktning, bussens fart samt dess vikt och tyngdpunktsläge som är avgörande för om risken föreligger.

Som tidigare nämnts förefaller ingen eller endast ringa forskning ha skett inom detta område. Tillsynsmyndigheter, bussoperatörer och förare har därför sannolikt begränsad kännedom om problemet och vad som kan göras för att komma tillrätta med det. SHK har inte heller funnit några särskilda instruktioner eller restriktioner vad gäller körning i kraftig vind.

Eftersom en förare själv har möjlighet att påverka flera av de faktorer som har betydelse i sammanhanget finner SHK det angeläget att berörda instanser blir informerade om förhållandet samt att lämpliga instruktioner och restriktioner utarbetas för körning med särskilt vindkänsliga bussar i kraftig vind.

Den aktuella busstypen används ofta – som i det aktuella fallet – för linjetrafik över långa distanser där pressen på förarna att följa gällande tidtabell är stor. Även om många förare genom sin yrkesskicklighet sannolikt har en "känsla" för hur bussen bör framföras under dessa väderförhållanden kan det i praktiken vara svårt att t.ex. sänka hastigheten tillräckligt mycket. Sänker föraren farten i tillräcklig grad riskerar han/hon att inte komma fram i tid med åtföljande risk för klagomål från såväl passagerare som den egna operativa ledningen.

Inom *yrkesflyget* finns sedan lång tid tillbaka *skriftliga restriktioner* för när flygförare får starta och landa trafikflygplan med avseende på svåra vind- och banförhållanden. Det borde vara möjligt att utarbeta liknande hjälpmedel för bussförare att användas för t.ex. bestämning av högsta tillåtna hastighet och lämplig lastfördelning i bussen, baserat på rådande väglag och vindstyrkor på sträckan. En sådan föreskrift skulle underlätta för förarna att anpassa körningen vid besvärliga väderförhållanden och leda till en säkrare trafik. Tillfälliga operativa restriktioner av detta slag, med hänsyn till trafiksäkerheten, skulle sannolikt accepteras av de flesta passagerare och operatörer och leda till en större förståelse och acceptans för att tidtabeller inte alltid kan hållas. Ett förbehåll härom skulle kunna tas in i tidtabellen eller också skulle den angivna körtiden där kunna förlängas.

Stora olikheter förekommer på bussars utformning, användningsområden och sätt att köras. Det mest realistiska vore därför att ansvaret att utarbeta dylika föreskrifter delegeras till berörda bussbolag, samt ansvaret att utbilda företagets förare och att säkerställa att föreskrifterna efterlevs.

## 2.6 Säkerhetsaspekter

Genom att bussföraren slungades ur bussen vid olyckan och skadade sig, ökade svårigheterna för passagerarna. En förare skall ha kunskap om de olika tekniska systemen i sin buss och även viss utbildning när det gäller att ingripa vid brand i bussen eller vid annan olycka med den. En viktig del i en förares funktion i samband med en olycka är att kalla på hjälp. Detta sköttes i detta fall av föraren i buss 2, som turligt var omedelbart på plats.

Om föraren av olycksbussen hade varit i stånd därtill, hade han troligen som en tidig åtgärd stoppat motorn, vilket måhända hade hindrat brandutbrottet. Om så blivit fallet hade i vart fall några av personskadorna kunnat undvikas. Detta gäller inte enbart bränn- och rökskadorna utan även några skador som uppkom vid den hastiga utrymning som branden nödvändiggjorde.

Ett vanligt hjälpmedel för att möjliggöra nödutrymning av bussar är att förse dem med glaskrosshammare. Dessa har getts en speciell utformning

så att en passagerare skall kunna slå hål på även en härdad glasruta. Verktyget kan knappast ha annan användning än att forcera glasrutor. Trots detta (eller kanske just därför) är de så eftertraktade, att det sällan förekommer att samtliga glaskrosshammare finns på plats i en buss. För att förhindra tillgrepp har varje hammare gjorts fast i bussen med en tunn stålvtajer. Detta har emellertid inte hjälpt. Vajrarna klipps eller slits av. Detta beteende betraktar SHK som mycket allvarligt eftersom avsaknaden av hammare utgör en säkerhetsbrist. Vad hade, som tidigare påpekats, i det aktuella fallet kunnat hända om inte frontrutorna fallit ut? Det kan i sammanhanget påpekas att nytillverkade bussar numera har limmade glasrutor, som sitter hårdare fast än de i olycksbussen.

En buss kan betraktas som en allmän lokal på hjul. Redan när en buss av nu aktuell konstruktion står stilla på vägen uppkommer problem vid en snabb utrymning på grund av de smala trapporna från övervåningen och de i övrigt trånga passagerarna. Den begränsade inre volymen medför att även en mindre brand snabbt kan rökfylla bussen och ytterligare försvåra utrymningen. Det är därför angeläget att så långt som möjligt fördröja verkningarna av en brand i, som i detta fall, ett aktermonterat motorrum. Det kan här inflikas att majoriteten av alla bussbränder har startat i eller invid motorrummet. Som nu aktuellt fall visat medför det låga brandmotståndet hos bakvägg och angränsande utsidor på dagens bussar att en brand i ett aktermonterat motorrum snabbt kan sprida sig till passagerarutrymmena. Följaktligen kan skyddet för de ombordvarande ökas genom att brandmotståndsförmågan i dessa delar av bussen förstärks.

SHK har i två slutrapporter om bussbränder (RO 2000:1 och RO 2001:1) påtalat behovet av att det i motorrum som är beläget långt från förarplatsen installeras dels en automatisk brandlarmanläggning, dels en släckanläggning. Även om, som i nu aktuellt fall, motorrummet är relativt lättåtkomligt föreligger alltid en uppenbar risk för personskador för den privatperson som öppnar motorrumsluckan och försöker angripa branden med en av de vanligen förekommande brandsläckarmodellerna. I de fall som SHK tidigare undersökt har de som försökt släcka måhända insett denna fara och därför sprutat släckmedel genom galler och springor.

Vad gäller brandmotståndet hos materialet i bakpartiet av en buss kan bara konstateras att den finns brandisolerande material som kan inmonteras på sådant sätt att det sitter kvar under en brand. De fönster som kan finnas längst bak i bussen kan visserligen tjäna som utrymningsväg men utgör vid brand i motorrummet också en fara. Genom brandpåverkan kan glaset snabbt spricka sönder och brandgaserna tränga in. Ur brandskyddssynpunkt bör därför fönster längst bak i en buss av aktuell typ undvikas.

Mot bakgrund av det anförda vill SHK framhålla följande.

Det framstår som särskilt angeläget att Vägverket, nu tillsammans med Statens räddningsverk, försöker finna säkra lösningar för nödutrymning av bussar. Det gäller såväl möjligheterna för ombordvarande att själva ta sig ut som de kommunala räddningstjänsternas kunskap och förmåga att utifrån ta sig in. Som exempel i sistnämnda avseende kan nämnas att vid SHK:s utredning till ovannämnda rapport RO-2001:1 visade det sig att räddningstjänsten inte förmått att forcera frontrutan. Problemen med svårigheterna att snabbt kunna utrymma bör också särskilt uppmärksammas vid konstruktion och typgodkännande av nya fordon. Därvid bör även andra buss typer såsom handikappbussar omfattas. Därom vittnar den nyligen inträffade tragiska olyckan när en handikappbuss började brinna. Den handikappade person som färdades i bussen omkom eftersom man inte lyckades öppna bakdörrarna, som var spärrade av den uppfällda hissrampen.

Vad gäller brandlarm och brandsläckningsanläggning i motorrum hänvisar SHK endast till vad som framhållits i de tidigare rapporterna.



Till säkerhetsaspekterna hör också ett fordons skick och underhåll liksom det gods som tas med på en resa.

Vid undersökningen av bussen konstaterades att ett motorfäste var trasigt sedan tidigare, att laddluftkylaren delvis var igensatt samt att urkopplade elledningar anhopats invid bakre elskåpet. Dessa brister borde enligt SHK:s uppfattning ha upptäckts vid normalt underhåll och åtgärdats.

Antalet dunkar och flaskor med olika brandfarliga vätskor som medfördes i bagagerummet på bussen borde ha förvarats på ett säkrare sätt i uppmärkta ställ, hållare eller på annat sätt säkert förankrade. Löst liggande behållare innebär i sig en risk. Utläckande brandfarlig vätska kan leda till svårbekämpade bränder. En brand i ett bagagerum kan vara svår att upptäcka i tid. Den kan därför pågå så länge att i bussar normalt förekommande brandsläckare inte förmår släcka.

I den mån nu redovisade iakttagelser inte utgör undantag för företagets fordonspark kan det tyda på vissa brister i företagets säkerhets- och servicetänkande.

### **3 UTLÅTANDE**

#### **3.1 Undersökningsresultat**

- a) Föraren hade behörighet att föra fordonet.
- b) Bussen hade godkänts vid senaste besiktningen.
- c) Något tekniskt fel har inte hittats på bussen.
- d) Kraftig och byig sidvind rådde.
- e) Vägbanan var täckt av blöt snö.
- f) Vid körning i sidvind kan stora aerodynamiska lyft- och sidkrafter uppstå på bussar av aktuell typ och storlek.
- g) Vid kraftig sidvind löper normalt framhjulen störst risk att förlora väggreppet.
- h) Brand uppstod i motorrummet.
- i) Brandorsaken har inte kunnat säkert fastställas.

#### **3.2 Orsaker till olyckan**

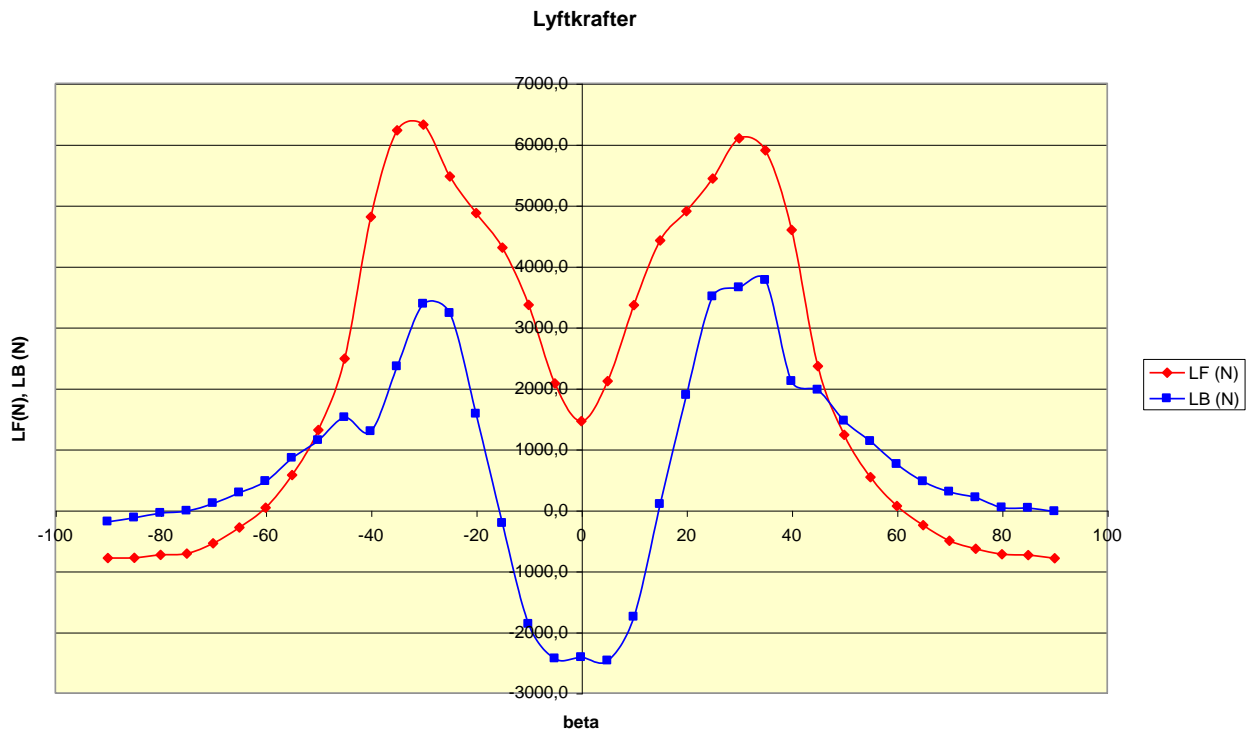
Avåkningens orsakades sannolikt av att bussen under körningen i kraftig och byig sidvind momentant blev manöveroduglig till följd av att framhjulen förlorade väggreppet.

Orsaken till branden i motorrummet har inte kunnat säkert fastställas.

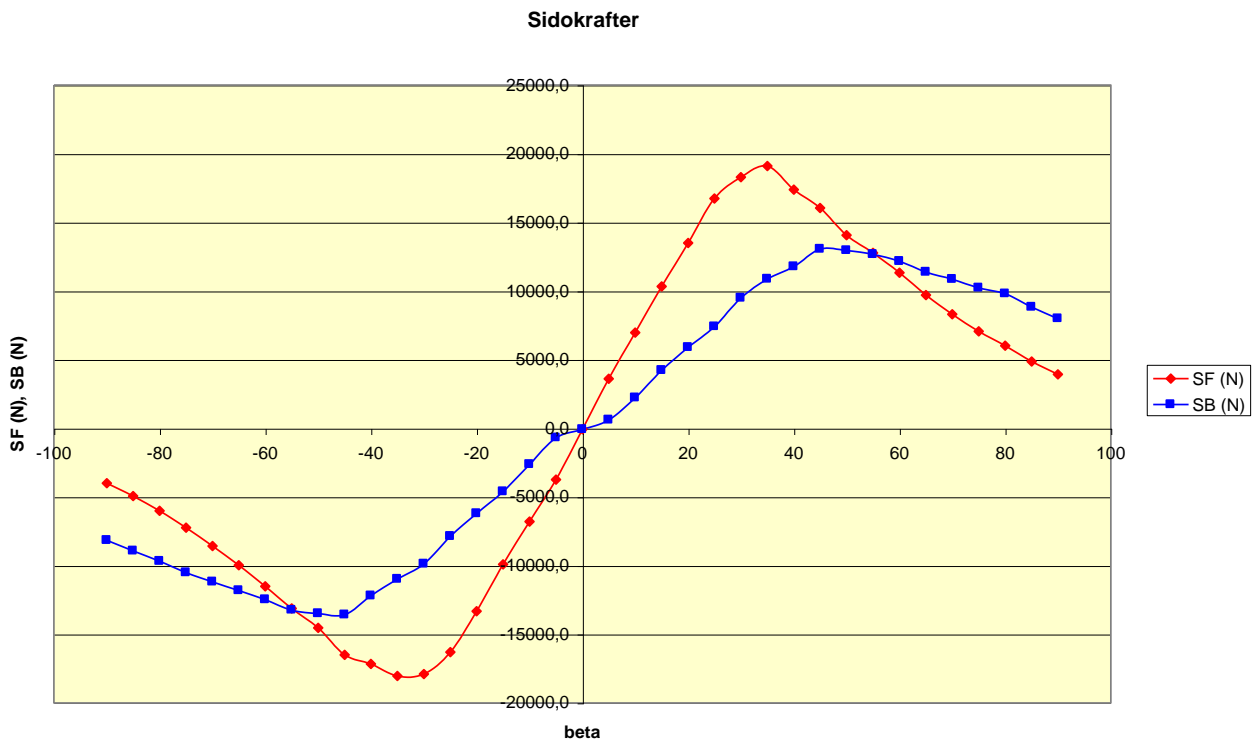
## 4 REKOMMENDATIONER

- a) Vägverket rekommenderas att i lämplig form informera berörda operatörer och fordonstillverkare om risker vid körning med höga bussar i kraftig sidvind. *(RO 2001:04 R1)*
- b) Vägverket rekommenderas vidare att verka för att lämpliga hjälpmedel tas fram för att av bussförare användas för att fastställa t.ex. högsta tillåtna fart och lämpligaste lastfördelning i bussen baserat på rådande väglag och vindstyrka. *(RO 2001:04 R2)*
- c) Vägverket och Statens räddningsverk rekommenderas att tillsammans försöka finna säkra lösningar för snabb nödutrymning av bussar, såväl vad gäller möjligheterna att ta sig ut ur bussen som kunskapen som förmågan hos kommunal räddningstjänst att utifrån öppna utrymningsvägar. *(RO 2001:04 R3)*
- d) Vägverket rekommenderas att i samråd med Statens räddningsverk verka för att motorrummet i en buss på ett mot brandspridning effektivt sätt avskiljs från passagerarutrymnet *(RO2001:04 R4)*.

Körfall 1. Bussens hastighet = 54 km/h (15 m/s). Vindhastighet = 25 m/s

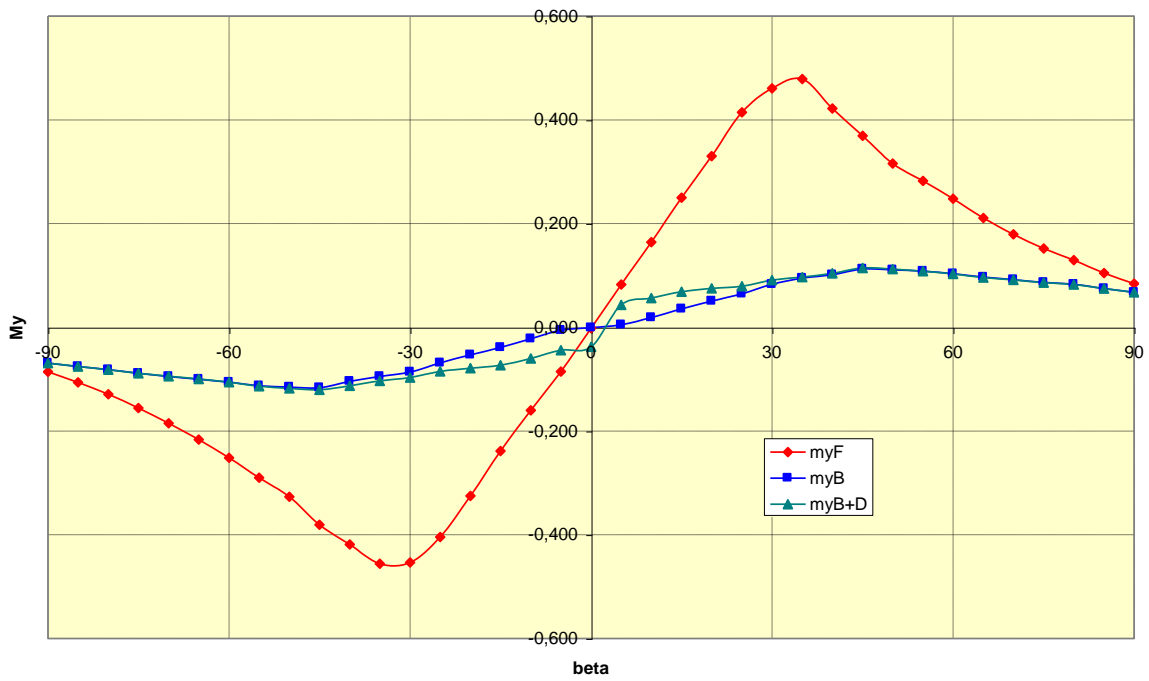


Körfall 1. Bussens hastighet = 54 km/h (15 m/s). Vindhastighet = 25 m/s



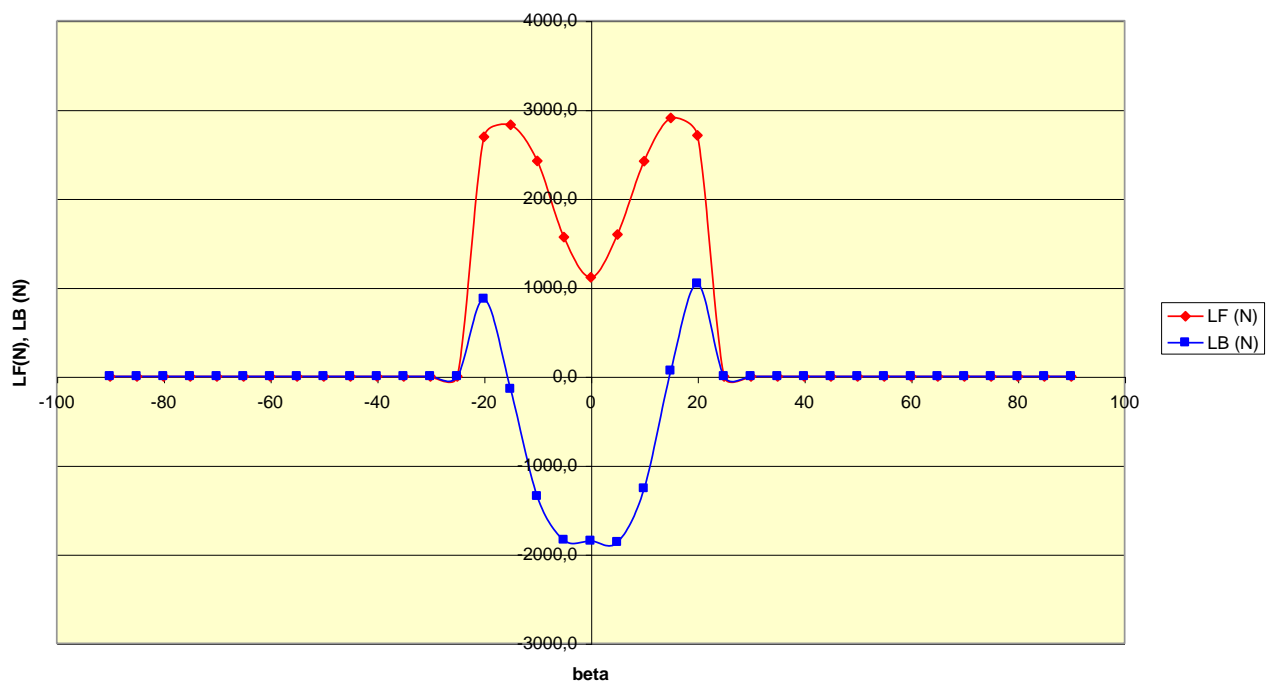
Körfall 1. Bussens hastighet = 54 km/h (15 m/s). Vindhastighet = 25 m/s

Erforderlig Friktionskoefficient

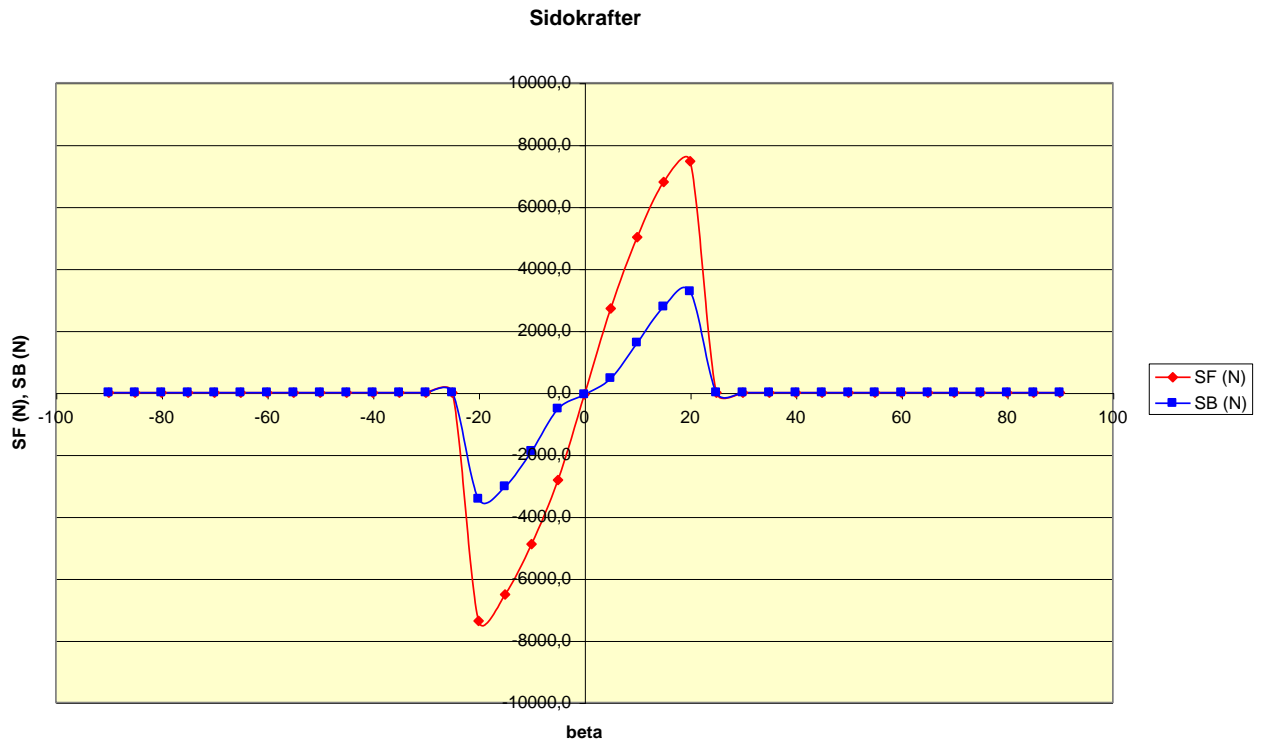


Körfall 2. Bussens hastighet = 90 km/h (25 m/s). Vindhastighet = 10 m/s

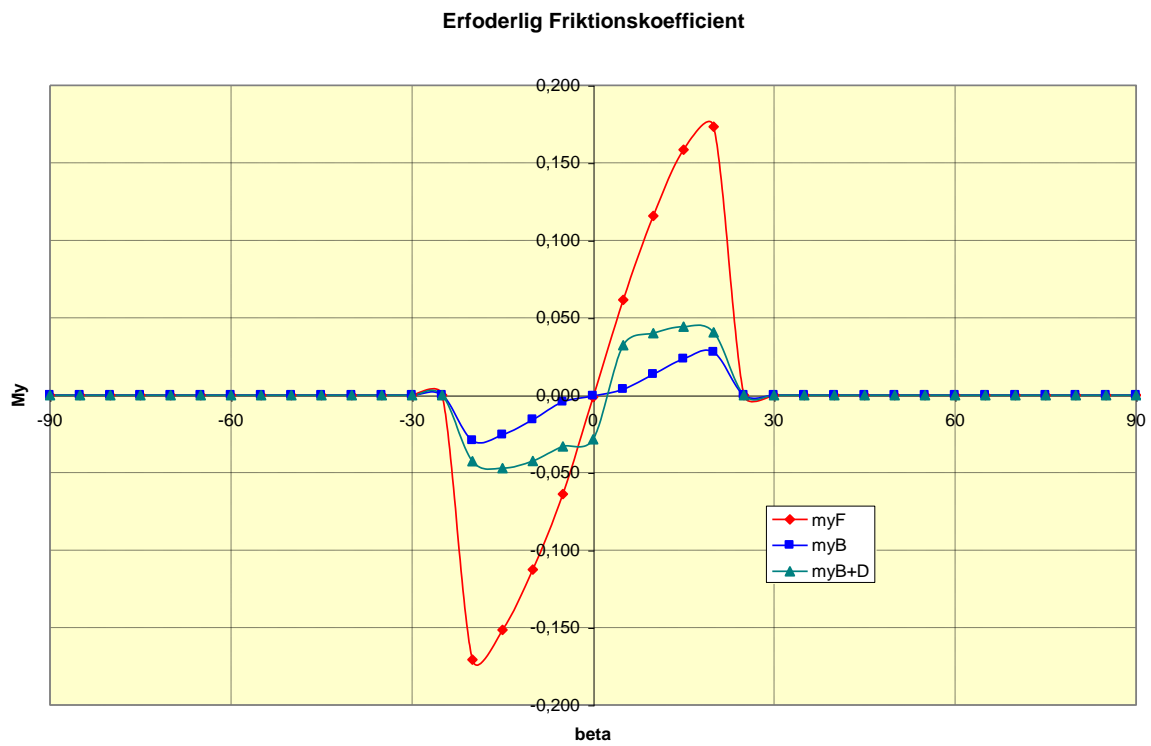
Lyftkrafter



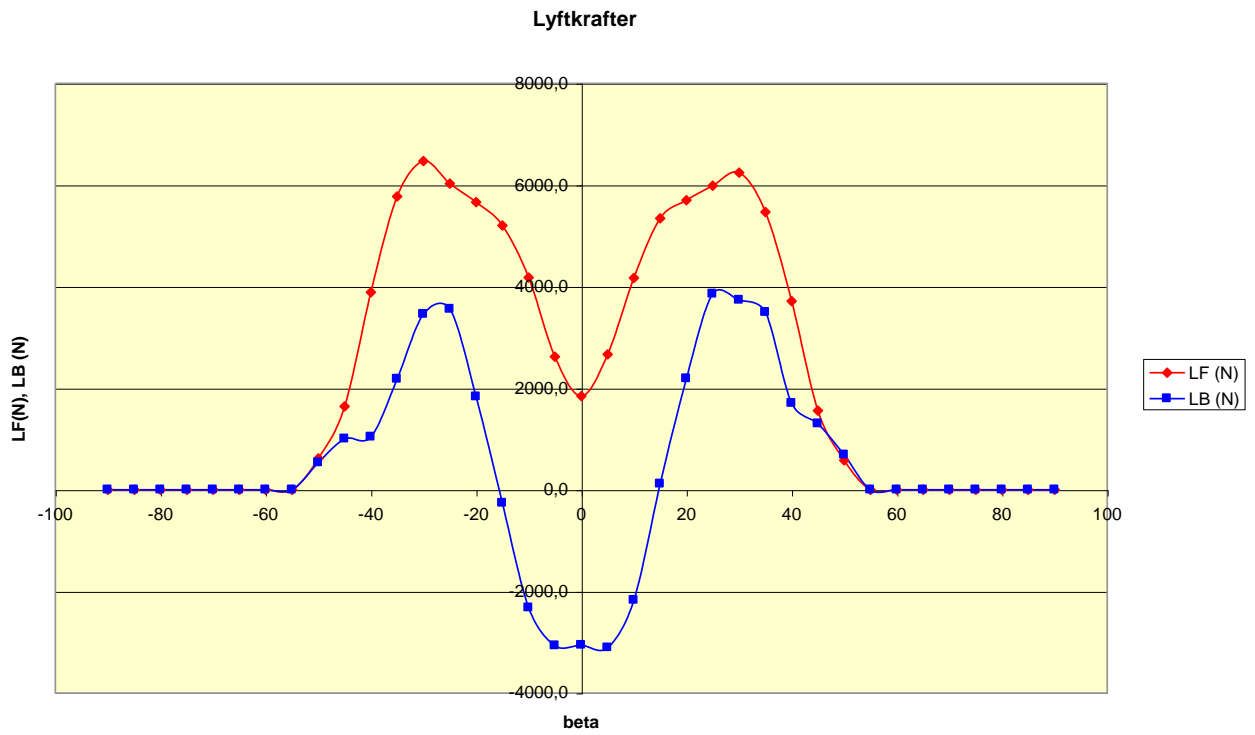
Körfall 2. Bussens hastighet = 90 km/h (25 m/s). Vindhastighet = 10 m/s



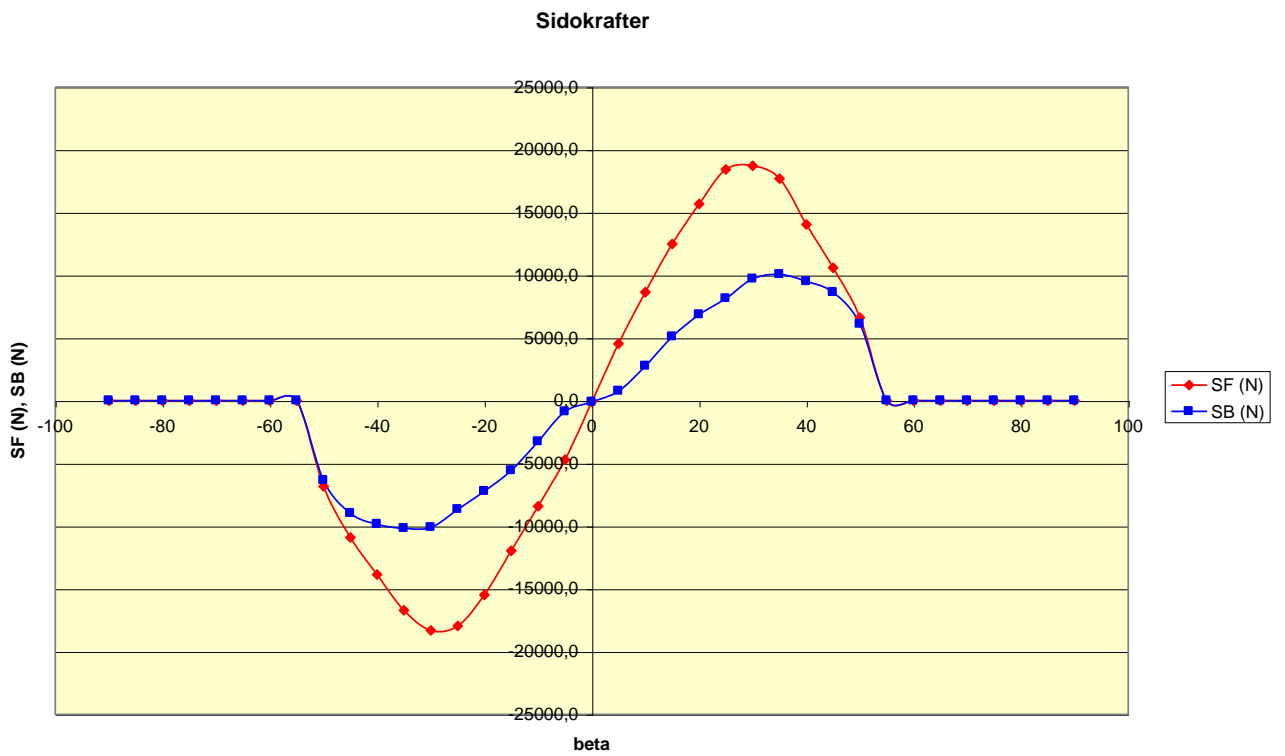
Körfall 2. Bussens hastighet = 90 km/h (25 m/s). Vindhastighet = 10 m/s



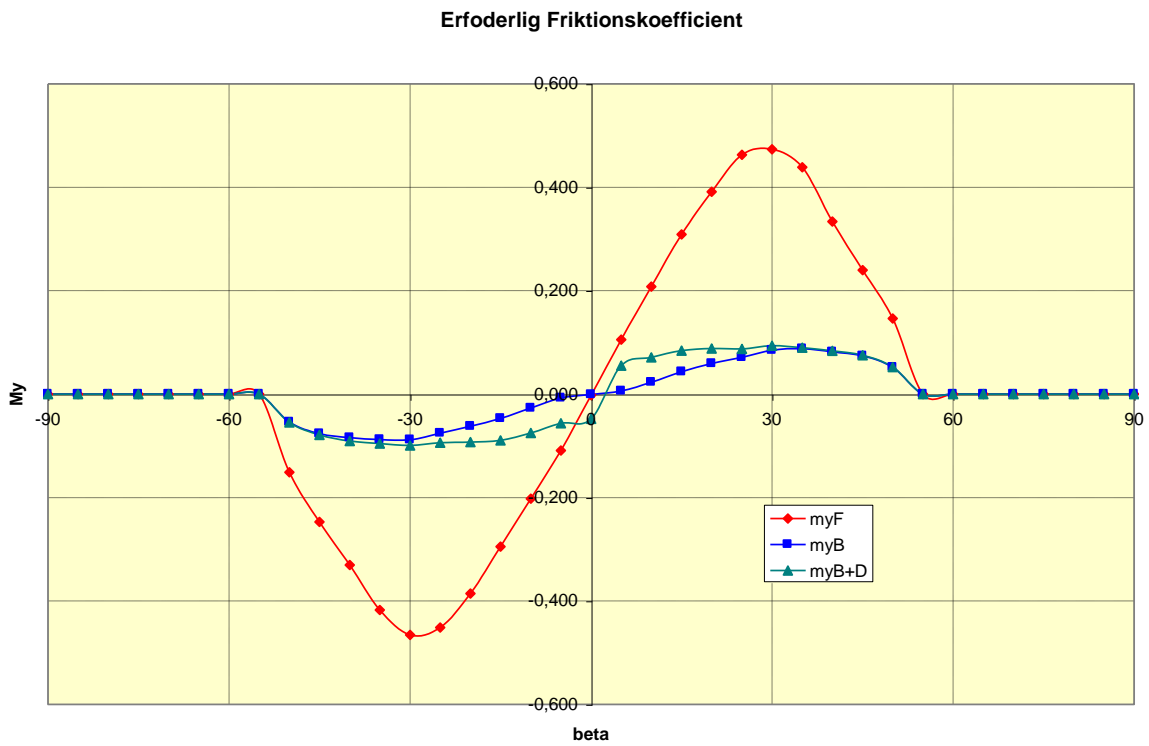
Körfall 3. Bussens hastighet = 90 km/h (25 m/s). Vindhastighet = 20 m/s



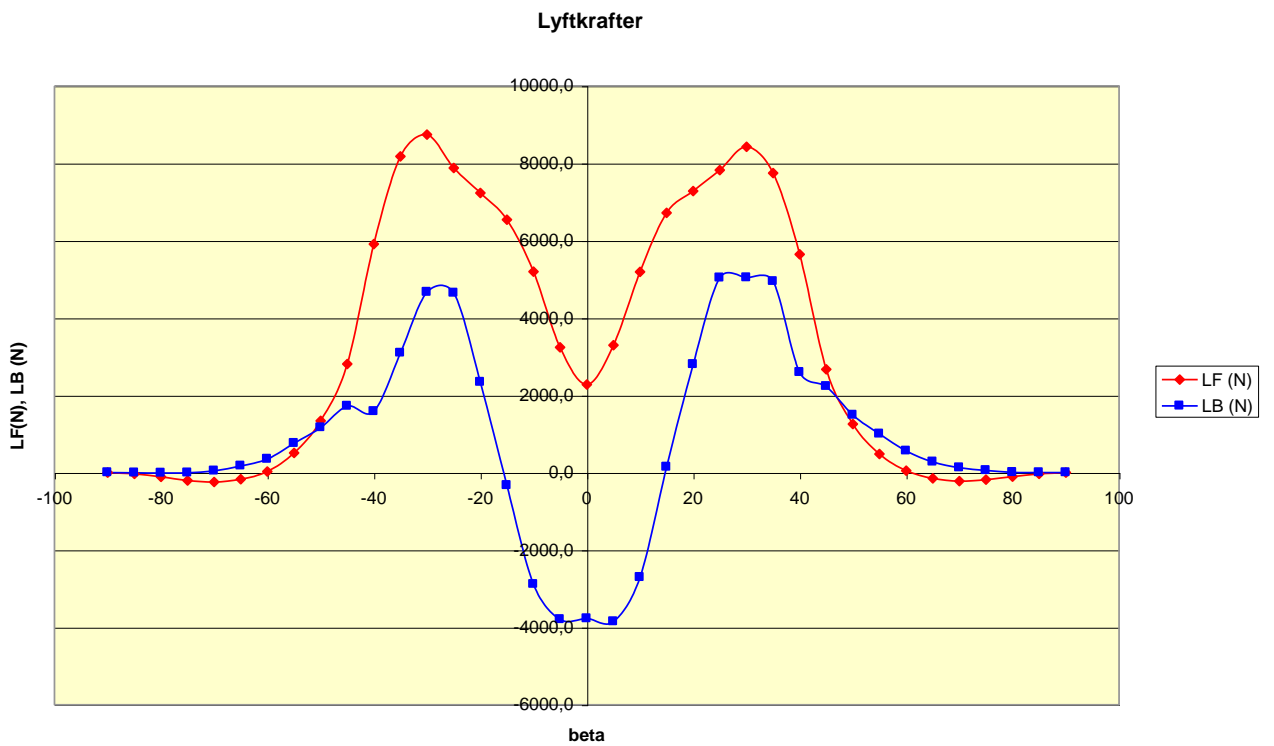
Körfall 3. Bussens hastighet = 90 km/h (25 m/s). Vindhastighet = 20 m/s



Körfall 3. Bussens hastighet = 90 km/h (25 m/s). Vindhastighet = 20 m/s

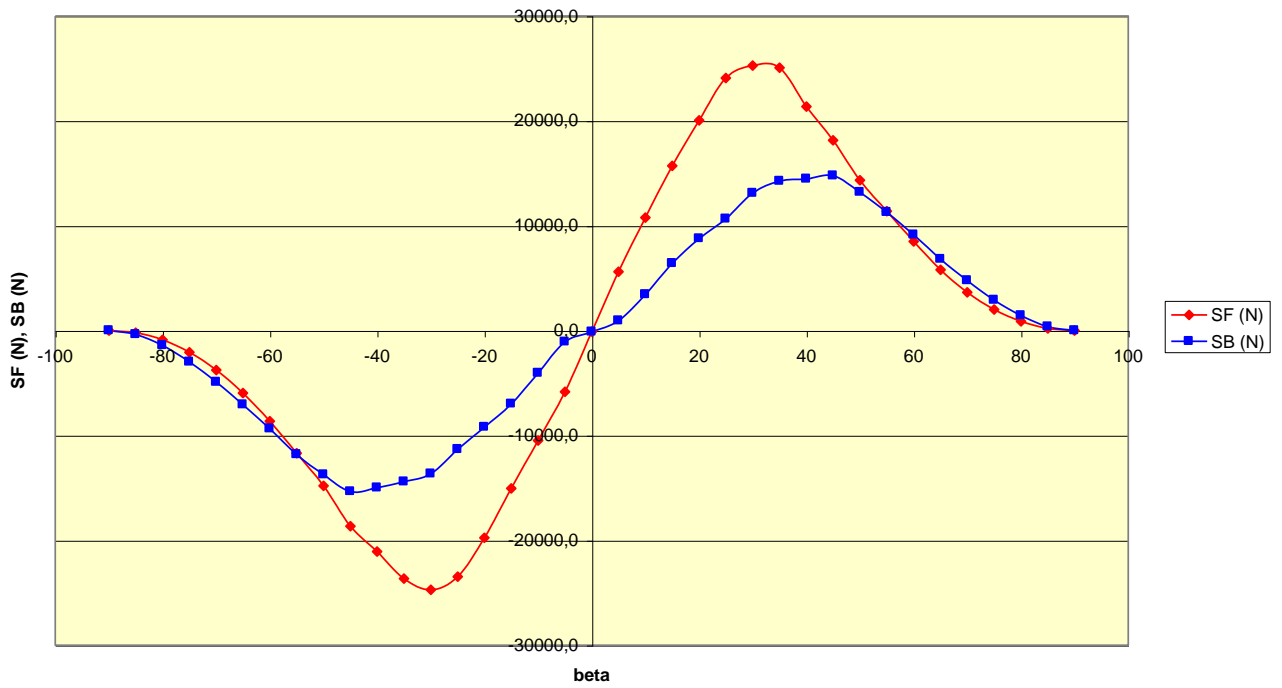


Körfall 4. Bussens hastighet = 90 km/h (25 m/s). Vindhastighet = 25 m/s



Körfall 4. Bussens hastighet = 90 km/h (25 m/s). Vindhastighet = 25 m/s

Sidokrafter



Körfall 4. Bussens hastighet = 90 km/h (25 m/s). Vindhastighet = 25 m/s

Erforderlig Friktionskoefficient

