

Litteraturoversikt

Skadehändelser relaterade till busstrafik

Buss-OLA – En trafiksäker bussfärd

Pontus Albertsson

Torbjörn Falkmer

Ulf Björnstig

Thomas Turbell



VTI rapport 488 · 2003

Litteraturoversikt Skadehändelser relaterade till busstrafik


Buss-OLA – En trafiksäker bussfärd


Pontus Albertsson och Ulf Björnstig

Institutionen för kirurgi och perioperativ vetenskap, Umeå universitet

Torbjörn Falkmer och Thomas Turbell

Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping

Utgivare:  Väg- och transport- forskningsinstitutet 581 95 Linköping	Publikation: VTI rapport 488	
Författare: Pontus Albertsson, Torbjörn Falkmer, Ulf Björnstig, Thomas Turbell	Utgivningsår: 2003	Projektnummer: 40516
Titel: Litteraturöversikt Skadehändelser relaterade till busstrafik Buss-OLA – En trafiksäker bussfärd		
Referat (bakgrund, syfte, metod, resultat) max 200 ord:		
<p>Syftet med litteraturanalysen har varit att beskriva ett mönster för skadehändelser och dödsfall relaterade till stads- och långfärdsbusstransporter och att identifiera möjliga framtida säkerhetsåtgärder speciellt med tanke på passiv säkerhet. Den internationella litteraturen var mycket disparat vilket föranledde författarna att använda sig av begreppet skadehändelser relaterade till buss med syfte att täcka alla typer av skadehändelser som förekommer hos busstransporter. I denna litteraturöversikt är endast kategorierna M2 och M3-bussar inkluderade, dvs. bussar som väger mer än 3,5 ton. Andelen bussar av det totala antalet fordon uppgår till 1 % i nästan samtliga OECD länder. Busspassagerarnas genomsnittliga antal personkilometer utgör 10 % av det totala antalet personkilometer räknat för alla fordon.</p> <p>Antalet döda och skadade orsakade av stads- och långfärdsbusstrafik har legat på en stabil nivå de senaste åren i den Europeiska Unionen (EU). När det gäller risk att dödas, är buss tio gånger säkrare per km än att resa med bil. Dödsfall i busstrafik utgör mellan 0,3 och 0,5 % av alla dödsfall i trafiken. De kroppsdelar som skadats mest hos bussresenärer i alla typer av krascher var nedre extremiteter (35 %), övre extremiteter (33 %) samt huvud och ansikte (28 %). Vältningar och rullningar var orsaken till i stort samtliga svåra krascher. Tre huvudkategorier av skador kategoriserades vid svåra krascher; thoraxskador, massiva skador fördelade över hela kroppen och bäckenfrakturer.</p> <p>Hårda sidvindar verkar påverka långfärdsbussarnas aerodynamiska och fordonsdynamiska egenskaper, speciellt högbyggda bussar. I Sverige kolliderade bussar med gående, cyklister eller mopedister i en tredjedel av alla fall. Sidokollisioner för stadsbussar var den vanligaste krockriktningen. Flera fynd indikerar att ca 1/3 av alla skadehändelser härrör från på- och avstigning. Om långfärdsbussen har mer än ett plan verkar passagerare i det övre planet vara mera utsatta för att skadas än dem i nedre planet.</p> <p>Säkerhetsbälten i långfärdsbussar kan med stor sannolikhet förbättra den passiva säkerheten. Ett 2-punkts midjebälte förhindrar att man kastas ut ur bussen vid en krasch men kan vid en frontalkollision göra att överdelen av bälten samt huvudet slår emot det framförvarande sätet. Ett 3-punktsbälte ger dock det bästa skyddet, då det håller fast passagerarna i sin stol.</p>		
ISSN: 0347-6030	Språk: Svenska	Antal sidor: 40

Publisher:  Swedish National Road and Transport Research Institute SE-581 95 Linköping Sweden		Publication: VTI report 488	
		Published: 2003	Project code: 40516
		Project: The Safe Bus Ride – a Literature Review	
Author: Pontus Albertsson, Torbjörn Falkmer, Ulf Björnstig, Thomas Turbell		Sponsor: The Swedish National Road Administration SNRA	
Title: The Safe Bus Ride – a Literature Review			
Abstract (background, aims, methods, results) max 200 words: <p>The aim of this literature review was to describe the pattern of injuries and fatalities related to bus traffic. Furthermore, the aim was to identify possible future measurements for improvement of passive safety in buses. Bus crashes were presented in international literature virtually in as many ways as there were articles on the topic. Hence, the authors used the term bus incidents, in order to cover all types of injuries related to bus traffic. In this review only M2 and M3 buses, i.e. buses over 3.5 tonnes were included. In the vast majority of OECD countries, less than 1 % of the vehicle fleet was constituted of buses. Bus passenger's average person kilometres represented 10 % of the total road vehicle person kilometres annually.</p> <p>The number of fatalities and injured in bus incidents have been stable recent years in EU. The fatality risk is ten times lower for bus passengers compared with car occupants. Of all traffic fatalities, bus fatalities represented 0.3–0.5 %. The most frequent injury localisations from all types of bus crashes were lower limb (35 %), upper limb (33 %) and head/face (28 %). Rollovers occurred in almost all cases of severe crashes. Projection, total ejection, partial ejection, intrusion and smoke inhalation were the main injury mechanism. Three major injury groups in severe bus crashes were thoracic injuries, massive injuries and pelvic fractures.</p> <p>Heavy wind seemed to be capable of affecting the bus dynamics, particularly on highly built buses (e.g. as high as 4.3 meters). Unprotected road users were hit by buses in about 1/3 of all cases in Sweden. Side impact was most common for local buses (38 %). Boarding and alighting were contributing to injuries in about 1/3 of all cases. If the coach has more than one section it seems that the upper section is more exposed to risk for injuries than the lower section.</p> <p>Safety belts can improve the passive safety in buses. The 2-point belt prevents passenger ejection but in frontal crashes the jack knife effect could cause head and thoracic injuries. However, the 3-point belt provides the best restraint in rollovers and frontal crashes, as it keeps the passenger remained seated.</p>			
ISSN: 0347-6030	Language: Swedish	No. of pages: 40	

Förord

Denna VTI rapport har kommit till på initiativ från Vägverket och har sin bakgrund bland annat i ett flertal massmedialt uppmärksammade busskrascher. Vägverket har finansierat framtagandet av denna litteraturöversikt över skadehändelser i buss. Arbetet har genomförts som ett samverkansprojekt mellan VTI och Akut- och katastrofmedicinskt centrum (AKMC) vid Norrlands Universitetssjukhus i Umeå, där Pontus Albertsson, som har varit huvudförfattare till rapporten, arbetar. Professor Ulf Björnstig vid AKMC har varit medförfattare. Thomas Turbell vid VTI har författat stycket om vägräcken. Vid Vägverket har Helena Höök varit vår kontaktperson. Vidare har vi haft stor nytta av de kontakter vi haft med Jan Petzäll vid Vägverket i andra, nära relaterade, projekt kring säkerhet i buss. Gunilla Sjöberg, Anita Carlsson och Bengt Jansson vid VTI har varit behjälpliga med att omvandla vårt manuskript till en färdig VTI rapport.

När jag nu skriver detta förord inser jag vilken förmån det är att få arbeta med sådana kompetenta och trevliga medarbetare. Tack till Er alla.

Linköping maj 2003

Torbjörn Falkmer

Innehållsförteckning		Sid
Sammanfattning		5
Summary		7
1	Introduktion	9
2	Syfte	9
3	Metod	10
3.1.1	Litteratursökning	12
3.1.2	Definitioner	12
4	Resultatmönster hos skade- och dödsfall relaterade till busstrafik.	14
4.1	Skadehändelser relaterade till busstrafik	14
4.1.1	Resvanor hos alla bussresenärer?	14
4.1.2	Risk att dödas och KSI-värden	16
4.1.3	Skademönster	17
4.1.4	Var sker en skadehändelse i buss?	18
4.1.5	I vilka väderförhållanden sker skadehändelser?	19
4.2	Skadehändelser vid busskrascher	20
4.2.1	Vilka objekt kolliderar bussar med?	20
4.2.2	Varför kraschar bussar?	21
4.2.3	Krockriktning	21
4.2.4	Svåra krascher	22
4.3	Skadehändelser hos busspassagerare i "icke-krascher"	24
4.3.1	Ålder och kön vid "icke-krascher"	24
4.3.2	Till och från busshållplatsen	25
4.3.3	På- och avstigning	25
4.3.4	Plötsliga hastighetsförändringar och stående passagerare	26
5	Möjliga framtida åtgärder för ökad säkerhet i buss	27
5.1	Säkerhetsbältesanvändning i buss	31
5.2	Bussar och vägräcken	31
6	Diskussion	32
7	Slutsatser	35
8	Framtida forskningsbehov	36
Referenser		37

Litteraturoversikt. Skadehändelser relaterade till busstrafik

Buss-OLA – En trafiksäker bussfärd

av Pontus Albertsson*, Torbjörn Falkmer, Ulf Björnstig*, Thomas Turbell
Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI)
581 95 Linköping

Sammanfattning

Syftet med litteraturoversikten har varit att beskriva ett mönster för skadehändelser och dödsfall relaterade till stads- och långfärdsbusstransporter och att identifiera möjliga framtida säkerhetsåtgärder speciellt med tanke på passiv säkerhet. Den internationella litteraturen var mycket disparat vilket föranledde författarna att använda sig av begreppet *skadehändelser relaterade till buss* med syfte att täcka alla typer av skadehändelser som förekommer hos busstransporter. I denna litteraturoversikt är endast M2 och M3-bussar inkluderade, det vill säga bussar som väger mer än 3,5 ton. Andelen bussar av det totala antalet fordon uppgår till 1 % i nästan samtliga OECD länder. Busspassagerarnas genomsnittliga antal personkilometer utgör 10 % av det totala antalet personkilometer räknat för alla fordon. Resultatet från en resvaneundersökning visade att männen i Sverige reser längre sträckor när de väl reser i buss men det är kvinnorna som reser mest i de flesta ålderskategorierna.

Antalet döda och skadade orsakade av stads- och långfärdsbusstrafik har legat på en stabil nivå de senaste åren i den Europeiska Unionen (EU). I Sverige har skadefallen med buss inblandad ökat med 7 % och dödsfallen har ökat med 13 % mellan åren 1994–2001. När det gäller risk att dödas, är buss tio gånger säkrare per km än att resa med bil. Dödsfall i busstrafik utgör mellan 0,3 och 0,5 % av alla dödsfall i trafiken. Bussrelaterade dödsfall är vanligare på landsvägar trots att de flesta bussrelaterade skadehändelserna sker i stadstrafik. De kroppsdelar som skadats mest hos bussresenärer i alla typer av krascher var nedre extremiteter (35 %), övre extremiteter (33 %) samt huvud och ansikte (28 %).

Vältningar eller rullningar var orsaken till i stort samtliga skador i svåra krascher. Tre huvudkategorier av skador kategoriserades vid svåra krascher; bröstorgsskador, massiva skador fördelade över hela kroppen och bäckenfrakturer.

Hårda sidvindar verkar påverka långfärdsbussarnas aerodynamiska och fordonsdynamiska egenskaper, speciellt högbyggda bussar (från cirka 3,5 m och upp till 4,3 m). I en rapport från en busskrasch i Granån med 34 skadade där Statens Haverikommissionens beräkningsmodeller använts, konfirmerades ovanstående resultat.

I Sverige kolliderade bussar med gående, cyklister eller mopedister i en tredjedel av alla fallen. Sidokollisioner för stadsbussar var den vanligaste krockriktningen som stod för 38 % av alla krascher. Flera fynd indikerar att cirka 1/3 av alla skadehändelser härrör från på- och avstigning. Om långfärdsbussen har mer än ett plan verkar passagerare i det övre planet vara mera utsatta för att skadas än dem i nedre planet.

* Institutionen för kirurgi och perioperativ vetenskap, Umeå universitet

Säkerhetsbälten i långfärdsbussar kan med stor sannolikhet förbättra den passiva säkerheten. Ett 2-punkts höftbälte förhindrar att man kastas ut ur bussen vid en krasch, men kan vid en frontalkollision göra att överdelen av bälten samt huvudet slår emot det framförvarande sätet. Ett 3-punktsbälte ger det bästa skyddet, då det håller fast passagerarna i sin stol. Efter en långfärdsbusskrasch med 34 personer i en buss som saknade säkerhetsbälten gjordes en analys om ett säkerhetsbälte skulle ha reducerat skadorna på passagerarna. Resultatet visade att ett säkerhetsbälte i bussen skulle ha reducerat skadorna för 19 (58 %) personer totalt eller för 2/3 av de med allvarliga eller svåra skador. I Sverige har reslängden i buss med bälte påtaget ökat för att komma upp i cirka 8 % i buss. Säkerhetsbältesanvändningen undersöktes även i det europeiska i ECBOS-projektet, men endast Spanien och Österrike kunde bidra med data. Dessa visade att under åren 1994–1998 låg användningen på i genomsnitt 2,2 %.

The Safe Bus Ride – a Literature Review

by Pontus Albertsson*, Torbjörn Falkmer, Ulf Björnstig*, Thomas Turbell
Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI)
SE-581 95 Linköping

Summary

The aim of this literature review was to describe the pattern of injuries and fatalities related to bus traffic. Furthermore, the aim was to identify possible future measurements for improvement of passive safety in buses. Bus crashes were presented in international literature virtually in as many ways as there were articles on the topic. Hence, the authors used the term bus incidents, in order to cover all types of injuries related to bus traffic. In this review only M2 and M3 buses, i.e. buses over 3.5 tonnes were included. In the vast majority of OECD countries, less than 1 % of the vehicle fleet was constituted of buses. Bus passenger's average person kilometres represented 10 % of the total road vehicle person kilometres annually. Results from a travel survey in Sweden showed that men travel longer distances when travelling by bus, but women tend to travel by bus more than men, in the most ages.

The number of fatalities and injured in bus incidents have been stable recent years in EU. In Sweden, the number of bus related injuries have increased with 7 % and the bus related fatalities have increased with 13 % during 1994–2001. The fatality risk is, however, ten times lower for bus passengers compared with car occupants. Of all traffic fatalities, bus fatalities represented 0.3–0.5 %. Despite the fact that fatalities were more frequent on rural road, a vast majority of all bus casualties occurred on urban roads. The most frequent injury localisations from all types of bus crashes were lower limb (35 %), upper limb (33 %) and head/face (28 %).

Rollovers occurred in almost all cases of severe crashes. Projection, total ejection, partial ejection, intrusion and smoke inhalation were the main injury mechanism. Three major injury groups in severe bus crashes were thoracic injuries, massive injuries and pelvic fractures.

Heavy wind seemed to be capable of affecting the bus dynamics, particularly on highly built buses (e.g. between around 3.5 and 4.3 meters). This is reported from by Swedish Accident Investigation Board and was confirmed by a report from a bus crash with 34 injured in Sweden.

Unprotected road users were hit by buses in about 1/3 of all cases in Sweden. Side impact was most common for local buses (38 %). Boarding and alighting were contributing to injuries in about 1/3 of all cases. If the coach has more than one section it seems that the upper section is more exposed to risk for injuries than the lower section.

Safety belts can improve the passive safety in buses. The 2-point belt prevents passenger ejection but in frontal crashes the jack knife effect could cause head and thoracic injuries. However, the 3-point belt provides the best restraint in rollovers and frontal crashes, as it keeps the passenger remained seated. Analysis on what

* Department of Surgical and Perioperative Sciences, Umeå University, Umeå, Sweden

effect safety use belts had was conducted after a bus crash with 34 injuries. The result showed that a safety belt would have reduced injuries for 19 (58 %) persons totally or for 2/3 of those with serious or severe injuries.

In Sweden, the use of safety belts in buses has increased up to 8 %. The use of safety belts was also conducted in EU within the Pan European ECBOS project, but only Austria and Spain could contribute with any statistics. The result showed that during the years 1994–98 the safety belt use was on average 2.2 %.

1 Introduktion

Registreringen och användandet av bussar fortsätter att öka (SIKA, 2002), i likhet med trafiken i allmänhet (European Commission, 2001). Antalet döda och skadade i samband med busstrafik har i motsats till trenden för personbilar legat på en stabil nivå de senaste åren i den Europeiska Unionen (European Commission, 2002).

I Frankrike, Italien, Nederländerna, Spanien, Storbritannien, Sverige, Tyskland och Österrike, vilka ingår i det europeiska ECBOS-projektet (Enhanced Coach and Bus Occupant Safety), har man studerat cirka 20 000 bussar, med en vikt över 3.5 ton, klassificerade som M2 eller M3-bussar. Dessa 20 000 bussar är årligen inblandade i krascher, där cirka 35 000 människor skadas och 150 dödas. Målet med projektet har varit att göra förbättringar i nuvarande reglementen samt att förbättra och föreslå nya regler i utvecklingen av säkrare transporter med stads- och långfärdsbussar. Det insamlade materialet består till stor del av polisrapporterade skadehändelser (ECBOS, 2001).

I Sverige har skadefallen med buss inblandad ökat med 7 procent och dödsfallen har ökat med 13 procent mellan åren 1994–2001 (Nilsson et al., 2002).

När svåra stads- och långfärdsbusskrascher inträffar rapporterar media ofta direkt från kraschplatsen, vilket medför att allmänheten kan få ett överdrivet intryck av riskerna med busstrafik. Bland forskare inom transportområdet anses det däremot att resa med buss är ett av de säkraste vägtransportmedlen. Uppfattningarna går därmed delvis isär och även om det är relativt säkert att åka buss så skadas och dödas människor i samband med dessa transporter. Därför infinner sig frågan ändå hur säkerheten i bussbranschen kan ökas. För att svara på denna fråga har vi genomfört en litteraturöversikt av busstransporter med speciell inriktning på resvanor, krascher, skadedata och säkerhetssystem, med syfte att identifiera framtida möjliga skadepreventiva åtgärder. Dessa åtgärder kan vara dels att minska sannolikheten för krasch (aktiv säkerhet) eller att minimera konsekvenserna (passiv säkerhet, räddnings- och sjukvårdshandtagande) (Evans, 1991). I EU har ett nytt bussdirektiv (Directive 2001/85/EC, 2001) nyligen antagits vilket föreskriver obligatoriskt säkerhetsbälte för alla nya bussar med endast sittande passagerare i. I Sverige förväntas beslutet träda i kraft första januari 2004. Denna litteraturöversikt har av den anledningen ett speciellt avsnitt som behandlar säkerhetsbältets potentiella effekt.

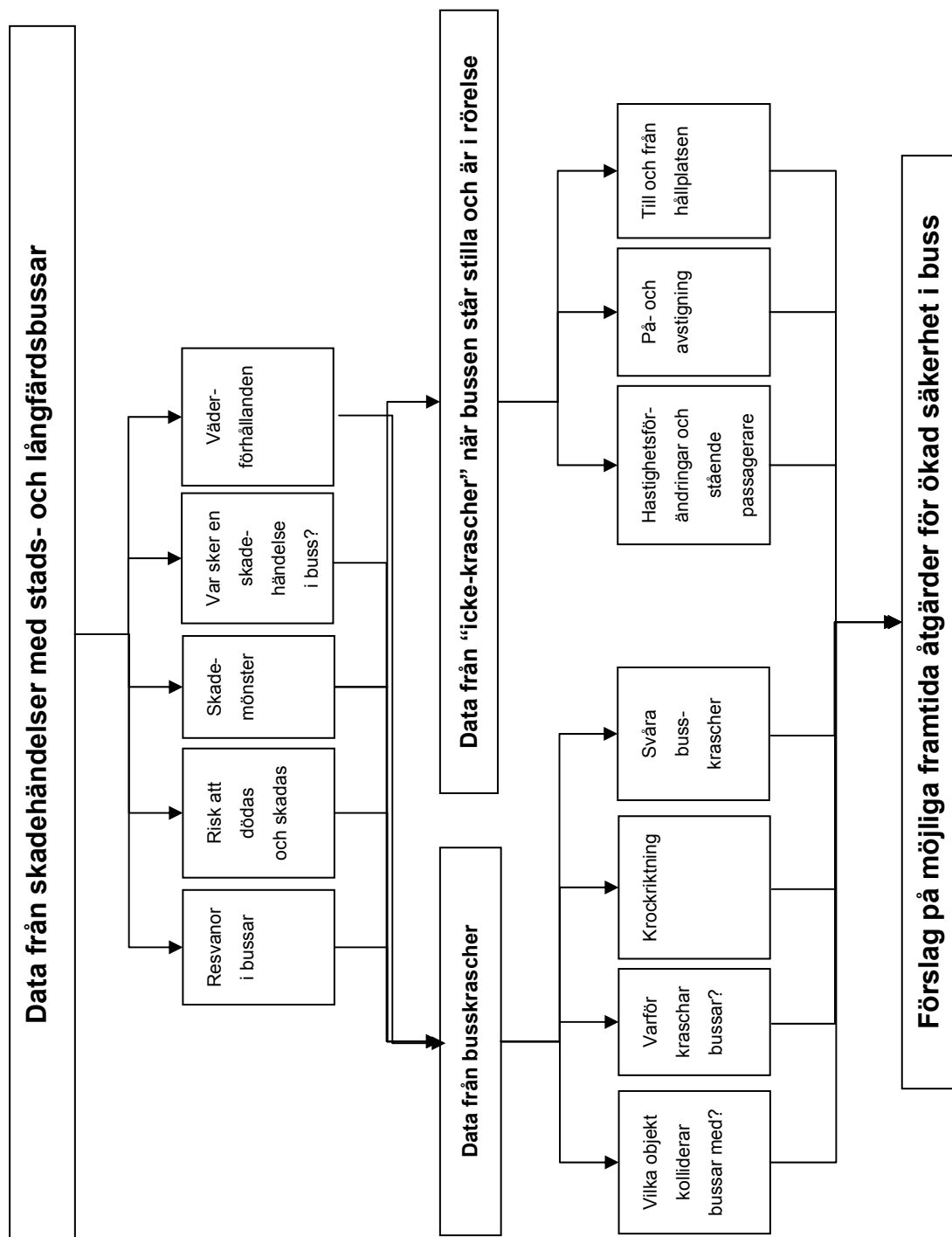
2 Syfte

Syftet med denna litteraturöversikt har varit att beskriva skadehändelser och dödsfall relaterade till busstransporter och att identifiera möjliga framtida säkerhetsåtgärder speciellt med tanke på passiv säkerhet.

3 Metod

Data i litteraturen är mycket disparat och presenteras på nästan lika många sätt som det finns artiklar i ämnet. Ingen genomgående standard har hittats, vilket har gjort analysen svår. Detta föranledde författarna att använda sig av begreppet *skadehändelser relaterade till buss* med syfte att täcka alla typer av skadehändelser som förekommer i samband med busstransporter. Beteckningen skadehändelse är sedan uppdelad i skadehändelse när bussar kraschar och skadehändelser när bussar inte kraschar. Figur 1 visar den struktur som används genomgående i rapporten.

Anledningen till att använda begreppet skadehändelser är att tidigare forskning (Falkmer et al., 2001; Falkmer & Gregersen, 2001; Kirk et al., 2001; Simpson, 1997; Wretstrand, 1999) har visat att skador inte bara inträffar när en buss kraschar mot något eller någon, utan även när bussar inte kraschar. Skador kan exempelvis inträffa vid en plötslig hastighetsförändring eller vid på- och avstigning. När vi hänvisar till litteraturen används dock artikelförfattarnas originaluttryck såsom ”olycka, krasch, kollision, incident” etc.



Figur 1 Struktur för indelning och sortering av data från skadehändelser med stads- och långfärdsbussar.

3.1.1 Litteratursökning

Litteratur har sökts i databaserna Research Documentation, (ITRD), Transportation Research Information Services Databases (TRIS), Medical Literature Analysis and Retrieval System on-line (MedLine), and Psychological Abstracts (PsycInfo). Litteratur daterad från 1980 och tidigare har inte tagits med. Data som rör skadehändelser i tredje världen finns inte med i litteraturöversikten. Data från tredje världen har exkluderats för att jämförelser med deras förhållanden inte ter sig meningsfulla.

3.1.2 Definitioner

3.1.2.1 Skadegradering och skadeklassificering

Skadegradering enligt den svenska officiella trafikskadestatistiken (SIKA, 2001):

Lindrig personskada: Person med lindrigare skada än som anges nedan.

Svår personskada: Benbrott, krosskada, sönderslitning, allvarlig skärskada, hjärnskakning, inre skada eller annan skada som väntas medföra intagning på sjukhus.

Dödlig personskada: Skada som medfört att en person avlidit inom 30 dagar från skadetillfället.

Killed or Seriously injured (KSI): Dödlig personskada eller svår personskada enligt definition ovan (DETR, 2000). I bland annat Storbritannien används ofta KSI vilket översatt till den svenska officiella trafikskadestatistiken innebär att svår och dödlig personskada är satta under samma rubrik. Om KSI översätts till AIS-klassifikation kan det likställas med MAIS 2 och uppåt.

Inom trafikmedicinsk forskning, såväl svensk som internationell, används vanligen utförligare skadeklassificeringar än den officiella statistiken som anses något trubbig vid utförligare analyser av skador. En av de mest grundläggande skadegraderingarna som används är Abbreviated Injury Scale (AIS) klassifikationen (AAAM, 1998) som baseras på skadornas svårighetsgrad och lokalisation där varje individuell skada klassificeras. **MAIS betecknar Maximum AIS**, det vill säga den svåraste skadans AIS-värde.

Exempel:

AIS = 1 Lindrig skada (exempelvis småsår, stukning, finger- eller näsfraktur).

AIS = 2 Moderat skada (exempelvis hjärnskakning med medvetslöshet < 1 tim, okomplicerad fraktur).

AIS = 3 Allvarlig skada (exempelvis hjärnskakning med medvetslöshet 1–6 timmar, lårbensfraktur, amputation av fot).

AIS = 4 Svår skada (exempelvis blödning i hjärnan, amputation av ben).

AIS = 5 Kritisk skada (exempelvis skada på kroppspulsådern).

AIS = 6 Maximal skada (nästan alltid dödlig).

3.1.2.2 Bussklassificering

Med syfte att jämföra och klassificera busstatistik används EU:s M-klassifikation (Directive 70/156/EEC, 1970) som används i EU. I denna litteraturöversikt är endast bussar av kategorierna M2 och M3 inkluderade där M2 är bussar som har mer än 9 säten för passagerare och förare eller väger mellan 3,5 upp till 5 ton. M3-bussar har mer än 9 säten för passagerare och förare och väger mer än 5 ton.

Bussar som således inte inkluderas är våra svenska så kallade ”minibussar” eller färdtjänstbussar.

Inom M3 segmentet finns sedan en indelning i klasser beroende på vilken typ av trafik bussen används till. Klass 1 benämns i dagligt tal stadsbussar (city buses, transit buses and local buses), vilka är registrerade för merparten stående passagerare. Klass 2 benämns linjebussar eller ibland närtrafikbussar (inter-city buses), registrerade för merparten sittande, men även stående passagerare. Klass 3 benämns turistbussar eller långfärdsbussar (tourist/touring coaches, inter-city/long distance coaches), registrerade för enbart sittande passagerare. Utöver detta finns det även speciella bussar inom de olika klasserna, såsom ledbussar och dubbeldäckare. En liknande indelning finns även inom M2 segmentet där klass A är utformade för ståplatspassagerare medan klass B inte har några ståplatspassagerare.

Stadsbussar trafikeras ofta i stadstrafik med lägre hastigheter, sittande och stående passagerare samt frekventa stopp för på- och avstigningar. Detta ska jämföras med långfärdsbussar som i regel trafikerar långa sträckor i landsbygdstrafik med därtill högre hastigheter, har nästan uteslutande sittande passagerare samt att säkerhetsbälte finns tillgängligt i större utsträckning.

I internationell litteratur benämns dessa olika bussar vanligtvis som *bus and coach*, vilket översatt till svenska innebär *bus* = klass1, och *coach* = klass 2–3. Av denna anledning när det i referenserna enbart handlar om stadsbussar är det utskrivet stadsbussar medan bussar i klasserna 2–3 benämns som långfärdsbussar. Det finns även med referenser som inte gör åtskillnad, utan alla typer av bussar är blandade i statistiken. I dessa referenser är det utskrivet att det handlar om stadsbussar och långfärdsbussar eller att det är skrivet *alla bussar*.

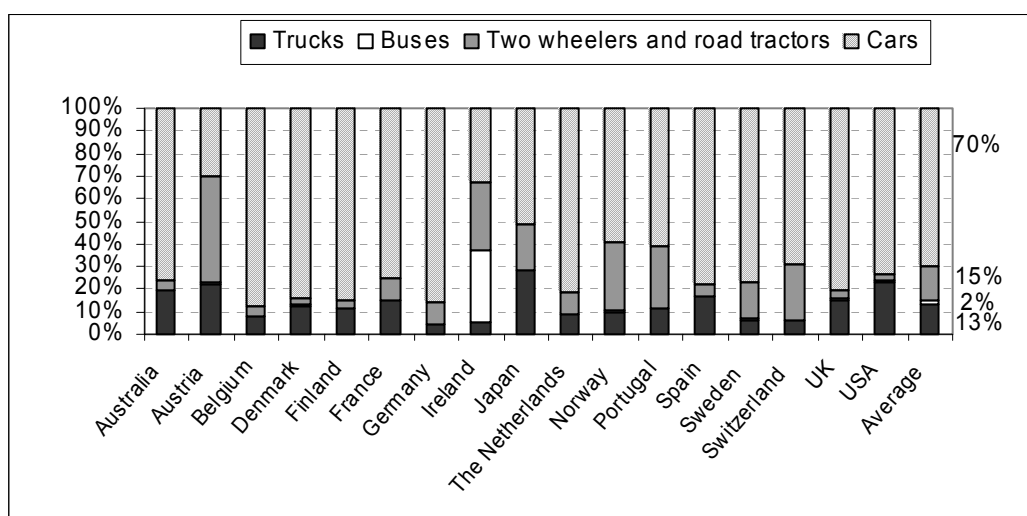
4 Resultatmönster hos skade- och dödsfall relaterade till busstrafik.

4.1 Skadehändelser relaterade till busstrafik

Detta kapitel innefattar en övergripande inledning vad gäller resvanor, risken att dödas, skademönster, var skadehändelser sker samt under vilka väderförhållanden skadehändelser med buss sker. Kapitlet innehåller material från både stads- och långfärdsbussar.

4.1.1 Resvanor hos alla bussresenärer?

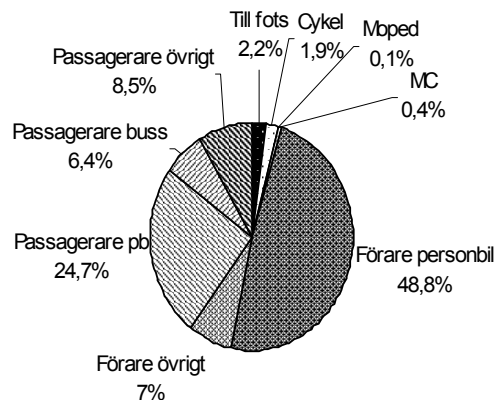
Bussars andel av det totala antalet fordon uppgår till <1 %, i de allra flesta OECD länderna (OECD, 1996) vilket framgår av figur 2.



Figur 2 Registrerade fordon per typ och land, presenterade som procentuella andelar av landets fordonsflotta (OECD, 1996). Då andelen bussar är mindre än 0,5 % syns inget i figuren. Att genomsnittsandelen bussar är 2 % beror på att Irlands fordonsflotta till 33 % består av bussar. Om Irland räknas bort består igenomsnitt för de övriga 16 länderna 0,4 % av fordonsflottan av bussar (SD 0,2).

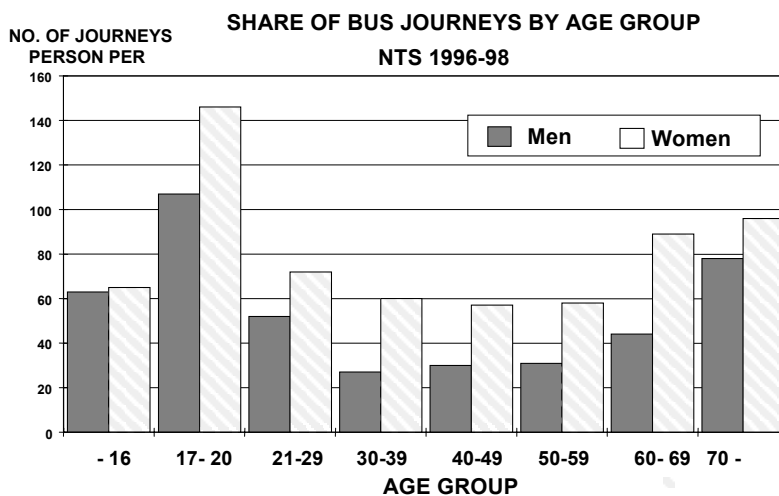
Stads- och långfärdsbusspassagerarnas genomsnittliga antal personkilometer utgör 10 % av det totala antalet personkilometer räknat för alla fordon (Nilsson, 1997). Bilförare och bilpassagerare utgör den största delen (75–85 %) av persontrafiken på svenska vägar, vilket ger en indikation på vilken typ av andra fordon bussar är exponerade för (Gustafsson & Thulin, 2002; Nilsson, 1997).

I annan statistik från Sverige noteras att personbilsresorna under åren 1999–2001 svarade för ca 75 % av det totala resandet, medan busspassagerarna stod för 6 %, vilket visas i figur 3 (Gustafsson & Thulin, 2002).



Figur 3 Reslängdens fördelning över färdmedel totalt i Sverige över åren 1999–2001 (beräknat utifrån 5 års värden).

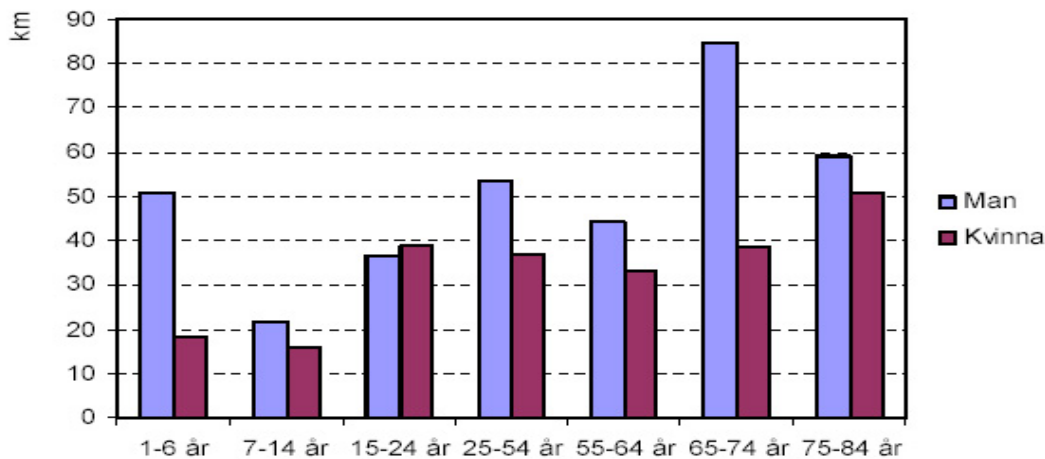
Kvinnor i Storbritannien tenderar att resa längre samt göra fler resor på stadsbussar jämfört med männen, vilket visas i figur 4 enligt en NTS, National Travel Survey (Original referens DETR, 2001, refererat av Kirk et al., 2001).



Figur 4 Bussresor fördelade över kön och ålder (DETR, 2001).

Stadsbussresande var mer frekvent för båda könen i ålderskategorierna 17–20 år jämfört med andra ålderskategorier vilket visas i figur 4. Stadsbussresande var även frekvent för äldre personer. Exempelvis kvinnor 60 år och äldre tenderar att göra 80–100 resor per år, jämfört med män i samma ålderskategori som reser betydligt färre gånger.

Figur 5 visar svensk statistik från en pågående enkätbaserad trafiksäkerhetsundersökning över olika trafikanters exponering i olika trafikmiljöer (Gustafsson & Thulin, 2002). I undersökningen görs en mätning av resor under ett dygn. Statistiken innefattar både stadsbussar och långfärdsbussar och resultatet visar att männen i Sverige reser längre sträckor i de flesta ålderskategorierna. Antalet resor kan inte avläsas i statistiken.



Figur 5 Medelreslängd som busspassagerare per resdygn i respektive kön och åldersklass åren 1999–2001 (Gustafsson & Thulin, 2002).

Som visas i figur 5 gör männen längre resor i de flesta ålderskategorierna, med ca dubbelt så långa reslängder i ålderskategorin 65–74 år jämfört med kvinnorna i samma ålderkategori.

4.1.2 Risk att dödas och KSI-värden

En sammanställning av det Europeiska transportsäkerhetsrådet (ETSC) anger hur säkra olika transportsätt är inom EU. Tabell 1 redovisar resultatet som visar att bara tåg är säkrare än stadsbussar och långfärdsbussar. (Originalreferens ETSC, 2000. Refererad i ECBOS, 2001).

Tabell 1 Jämförelse av hur säkra olika transportsätt är inom EU (ETSC, 2000).

	EU Deaths per :	
	100 million person km	100 million hours
Motorcycle/ moped	16	500
Foot	7.5	30
Cycle	6.3	90
Road (total)	1.1	33
Car	0.8	30
Ferry	0.3	10.5
Air (public transport)	0.08	36.5
Bus and Coach	0.08	2
Rail	0.04	2

Som beskrivs i tabell 1 ovan är stads- och långfärdsbussresor tio gånger säkrare per km än att resa med bil, 94 gånger säkrare än att vara fotgängare och 200 gånger säkrare än motorcykel.

Att jämföra risk att dödas är sannolikt den säkraste metoden vid internationella jämförelser av busskadehändelser då dödsfall vanligtvis undersöks vilket ger data av god kvalitet. Dödsfall i all busstrafik utgör i genomsnitt ca 0,5 % av alla

dödsfall i trafiken (ECBOS, 2001). Data från ECBOS visar att av alla dödade i trafiken i Nederländerna utgör fallen från all busstrafik endast 0,1 % medan jämförande siffror från Spanien visar 1,0 %, alltså en skillnad på 10 gånger. En siffra på 0,3 % rapporteras från Japan (H. Kanoshima, personlig kommunikation, 2001) Tyskland och Frankrike (G. Renatus, personlig kommunikation, 2001). Dessa siffror var även stabila över tiden.

I ECBOS-projektet, användes data från åtta EU-länder för att räkna ut KSI-gradering för ett antal kategorier av trafikantgrupper. Data från Sverige visas i tabell 2.

Tabell 2 KSI per 100 miljoner 1994–98 baserat på data från SIKA och Vägverket (ECBOS, 2001).

Resesätt	KSI per 100 miljoner:		
	Person kilometer	Person Resor	Person timmar
Personbil	3,1	51,5	155,5
Fotgängare	21,5	20,9	80,9
Stads- och långfärdsbuss	0,4	7,6	17,5

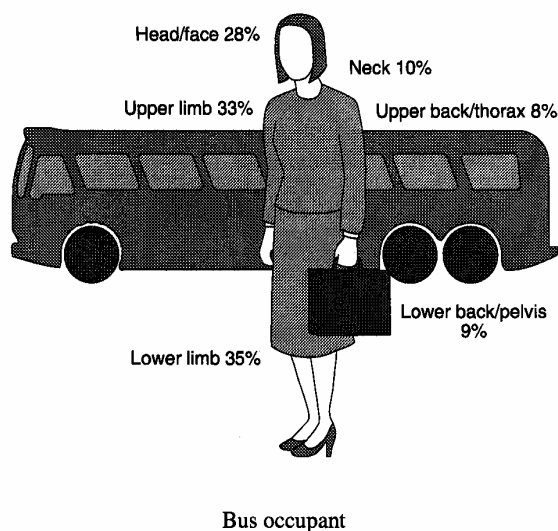
Antalet KSI för resenärer med bil var 7–9 gånger högre och för fotgängare 3–54 gånger högre jämfört med bussresenärer vilket visas i tabell 2. I Storbritannien var dödsfallen bland busspassagerare per 100 miljoner personkilometer 0,6, 0,8 och 0,2 för åren 1991, 1995 och 1999. Jämförande siffror för KSI var 15, 17 och 12 per hundra miljoner personkilometer (DETR, 2000). Alla dessa siffror är högre än de data som presenteras i tabell 1.

Ovanstående data, vad gäller fotgängare, är i linje med vad Persson & Ödegaard (1995) hittade när det gäller döda eller skadade i stads- och långfärds-”bussolyckor” i Storbritannien, Tyskland, Finland och Sverige under perioden 1981–1991. Risken att bli dödad av en buss var 28 gånger högre för oskyddade trafikanter jämfört med busspassagerare.

Risken att skadas visar däremot ett annat mönster. I Tyskland och Storbritannien utgör bussen en högre risk för busspassagerare än för oskyddade trafikantgrupper. I mindre tätt bebodda länder som Finland och Sverige hade busspassageraren mindre risk att skadas jämfört med oskyddade trafikanter. En möjlig förklaring kan vara det högre antalet stående passagerare i stadstrafik, vilket förekommer ofta i mer tätbefolkade länder. Ett problem med denna typ av statistik var enligt Persson & Ödegaard (1995) att bestämma den övergripande risken förknippat med bussresan det vill säga att även inkludera risken att skadas vid på- och avstigning som busspassagerare.

4.1.3 Skademönster

Figur 6 redovisar de mest frekventa skadorna (mer än 100 % då en person kan ha mer än en skada) från alla typer av skadehändelser för stadsbuss- och långfärdsbusspassagerare i Storbritannien baserat på nationella sjukvårdsdata under en 3 års period (Simpson, 1997).

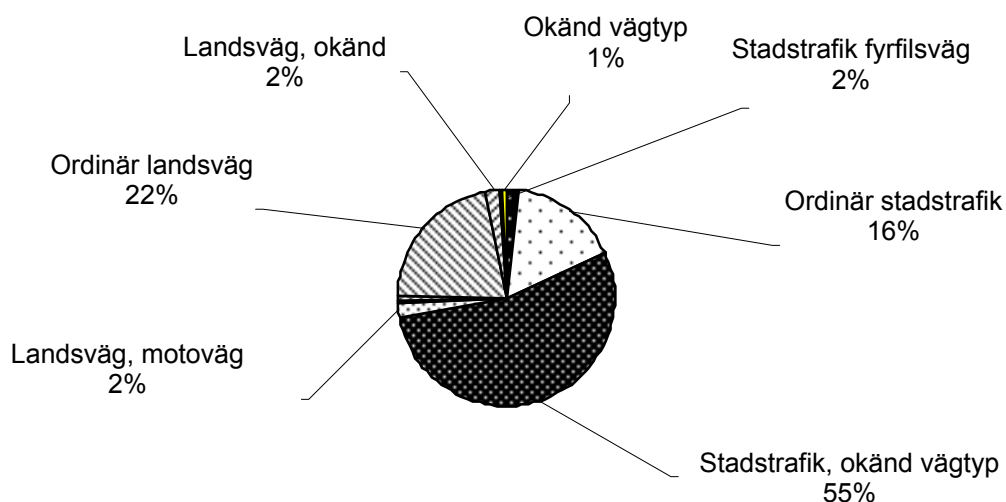


Figur 6 Skadelokalisation baserat på sjukvårdsdata från Storbritannien (Simpson, 1997).

Som visas i figur 6 är de kroppsdelar som skadas mest nedre extremiteter (35 %), övre extremiteter (33 %) samt huvud och ansikte (28 %).

4.1.4 Var sker en skadehändelse i buss?

I ECBOS-rapporten (2001) presenteras data som beskriver andelen stads- och långfärdsbusskrascher samt på vilken typ av väg krascherna har skett på, (figur 7).



Figur 7 Vanligast förekommande typ av väg där busskrascher sker (ECBOS, 2001).

Störst andel (73 %) stads- och långfärdsbusskrascher inträffade i stadstrafik (figur 7). Detta indikerar att busskrascher vanligen inträffar i områden med låga hastigheter.

Av alla stadsbuss- och långfärdsbusskadehändelser i Storbritannien skadades 83 % på en vägsträcka med hastighetsbegränsning på 48 km/h (30 mph), men 36 % av alla dödsfall inträffade på väg med hastighetsbegränsning satt till 113 km/h (70 mph) (ECBOS, 2001). Detta indikerar att flest busskadehändelser inträffar i stadstrafik, medan de mera allvarigare skadehändelserna sker i landsvägstrafik med högre hastighetsbegränsning. Detta mönster bekräftas av siffror från andra länder i samma rapport, liksom i en rapport från Stockholms trafiksäkerhetsförening (Stockholms trafiksäkerhetsförening, 1996). I denna senare rapport presenteras data från 40 fall med minst en död, där 10 av dödsfallen inträffade i stadstrafik och 30 inträffade vid landsvägstrafik. Skadehändelserna som inträffade vid landsvägstrafik var även av allvarigare grad jämfört med skadehändelserna lokaliserade till stadstrafik.

4.1.5 I vilka väderförhållanden sker skadehändelser?

Siffror från Nederländerna, Spanien, Sverige och Österrike under perioden 1994–1998 visar att stads- och långfärdsbusskrascher oftast inträffar under torra väderförhållanden. I Spanien inträffade 20 % av alla busskrascher i regn och fuktigt väder. I Sverige inträffade 10 % av alla krascher i vinterväglag. Nederbörden i form av snö eller regn kan dels försämra sikten men kan även innebära risk för bussen att tappa väggreppet (ECBOS, 2001). Effekten av att nederbörd påverkar skadefrekvensen i negativ bemärkelse konfirmeras av två amerikanska studier (Chang & Rogness, 1994; Zegeer et al., 1994).

Hårda sidvindar och vinterväglag verkar påverka bussarnas aerodynamiska och fordonsdynamiska egenskaper, speciellt för högbyggda långfärdsbussar. Med högbyggda bussar menas bussar från ca 3,5 m och upp till 4,3 m. Dessa har vanligen sittplatserna placerade i ett övre plan och ett bagageutrymme under (figur 8). De högsta bussarna har vanligen två våningsplan med sittplatser samt ett bagageutrymme under.



Figur 8 Neoplan N116 Cityliner.

Statens haverikommission initierade i samband med en undersökning av en långfärdsbusskrasch utanför Sala med 62 passagerare varav minst 8 svårt skadade, ett vindtunneltest med syfte att simulera vindens påverkan och bussars aerodynamik. Resultaten visade att sidvinden medförde starka aerodynamiska

lyft- och sidokrafter, vilka sannolikt var orsaken till att framhjulen tappade greppet och bussen pressades av vägen. Haverikommissionen ger i rapporten förslag på åtgärder exempelvis i form av skriftliga restriktioner vid körning under hårda vindförhållanden. Ett annat förslag är att en enkel spoiler nertill i framkant på bussen, skulle minska på sidvinds känsligheten. Haverikommissionen utvecklade även en beräkningsmodell i form av ett Microsoft® Excel 97 kalkylark utifrån deras egna simuleringar med syftet att även andra skulle kunna använda sig av detta (Statens haverikommission, 2001).

Haverikommissionens beräkningsmodeller användes av Olycksanalysgruppen Umeå i en rapport från en långfärdsbusskrasch i Granån med 34 skadade som inträffade i november 2001. Även i detta fall visade resultaten att sidvinden med stor sannolikhet bidrog till att långfärdsbussen gick av vägen på grund av starka aerodynamiska lyft- och sidokrafter samt vinterväglag (Albertsson & Björnstig, 2003).

4.2 Skadehändelser vid busskrascher

Detta kapitel innehåller material där stads- och långfärdsbussar kraschar, vilket innebär kollisioner med andra fordon eller föremål eller skadehändelser vid avkörningar.

4.2.1 Vilka objekt kolliderar bussar med?

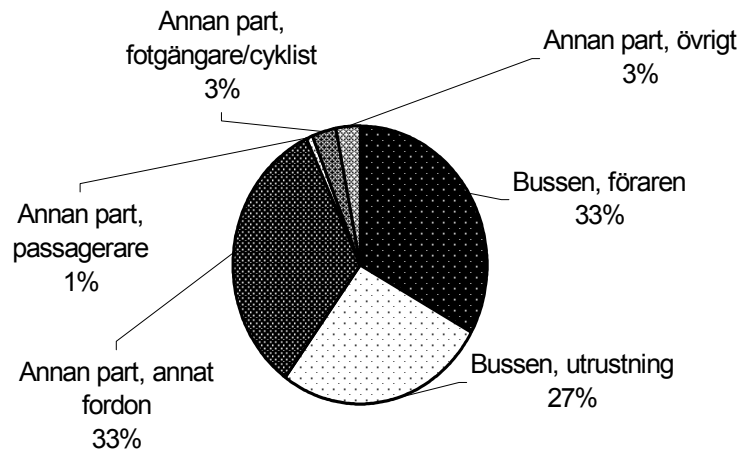
Stadsbussar verkar kollidera med personbilar i majoriteten av alla fallen. Wählberg (2002), undersökte 2 237 stadsbusskrascher i Uppsala. Stadsbussarna kolliderade med personbilar i 57 % av fallen, andra bussar i 8 % och lastbilar i 5 % av alla fall medan 16 % var singelkrascher. Dessa siffror konfirmeras av lokaltrafikföretaget SL i Stockholm där cirka två tredjedelar av alla deras stadsbusskrascher var kollisioner med fyrhjuliga fordon (SL, 1994, 1995). I Tyskland verkar proportionerna vara liknande, bussar kolliderade med personbilar i 50 % av alla krascher 1985 och 53 % 1991. Bussarna kolliderade med lastbilar i 4 % av alla fall (Rasenack et al., 1996). Från ECBOS rapporteras att stads- och långfärdsbussar hade lastbilar som första kollisionspartner i 2 % av alla fall. Det rapporteras även att dessa krascher stod för 8,3 % av alla KSI (ECBOS, 2001).

Bussar kolliderar även med oskyddade trafikanter. I Sverige kolliderade stads- och långfärdsbussar med gående, cyklister eller mopedister i en tredjedel av alla fallen (ECBOS, 2001). Hedelin et al. (2002) har i ett projekt analyserat och jämfört vilka risker stadsbuss- respektive spårvagnstrafiken i Göteborg hade för oskyddade trafikanter. Undersökningen var baserad på uppgifter från sjukvård och polisrapporter från åren 1988–1994. Analysen visade att risken för att drabbas av en skadehändelse med icke-dödliga skador var fyra gånger högre per fordonskilometer för spårvagnstrafiken jämfört med stadsbusstrafiken. Risken för dödsfall var 9–15 gånger högre för spårvagnstrafik (Hedelin et al., 2002). I New York city undersöktes fordon som dödade fotgängare och cyklister (Komanoff, 1999). Författarna rapporterar att stadsbussar dödar fotgängare och cyklister 3,5 gånger så ofta som tunga lastbilar och mer än fem gånger så ofta som alla andra fordon. Författarna angav att anledningen till detta var att stadsbussar vanligtvis manövreras i stadstrafik, vilket ger närhet till fotgängare och cyklister.

Från Sverige rapporteras att kollision med djur var anledningen till 1 % av alla stads- och långfärdsbusskrascher (ECBOS, 2001).

4.2.2 Varför kraschar bussar?

I New York har orsakerna till stadsbusskrascher studerats under en sju-års period (N.Y.State Publication Transportation Safety Board, 1994). Resultaten redovisas i figur 9.



Figur 9 Orsaker till krasch (N.Y.State Publication Transportation Safety Board, 1994).

Föraren av stadsbussen och annan part representerar cirka 1/3 var av den sannolika anledningen till krascher (figur 9).

En vidare granskning av förarens bidrag till krascher, alltså de 33 % av krascherna som berörs i figur 9 visade att anledningen enligt författarna var att föraren misslyckats med att köra defensivt i 39 % av krascherna. Vad detta innebar mer specifikt angavs inte men man utbildade i "defensive driving". Felaktig användning av utrustning var anledningen i 14 %, för korta avstånd till framförvarande i 12 %, alkohol i 10 % samt för hög hastighet i 7 % av fallen.

Jovanis et al. (1991) undersökte cirka 1 800 stadsbussfordon i Chicago med syfte att identifiera bidragande faktorer som kunde härröras till föraren. Förarens kön var ingen riskfaktor men däremot var förare med erfarenhet mindre än 6 års erfarenhet överrepresenterade i krascher. Zegeer et al. (1994) beskriver stads- och långfärdsbusskrascher i fem stater i USA. Äldre bussar var överrepresenterade i krascher med skadade och dödade i jämförelse med nyare bussar. Varken förarens ålder eller kön utgjorde en riskfaktor enligt författarna.

4.2.3 Krockriktning

En översikt av krockriktning för stads- och långfärdsbusskrascher från sju europeiska länder presenteras i tabell 3 (ECBOS, 2001). Den här typen av data har varit svår att sammanställa i ett gemensamt format, vilket förklarar varför data saknas från en del länder. I tabellen redovisas andelen skadade i olika typer av krascher.

Tabell 3 Översikt av krockriktning från sju europeiska länder med andelen skadade i procent från busskrascher i respektive länder.

	Frankrike	Nederländerna	Storbritannien	Spanien	Sverige	Tyskland	Österrike
Krockriktning							
Påkörning från sidan	13 %	11 %	12 %	19 %	–	31 %	7 %
Påkörning bakifrån	10 %	11 %	7 %	15 %	12 %	21 %	6 %
Frontal kollision	71 %	–	29 %	10 %	–	–	–

Som visas i tabell 3 varierar andelen påkörning från sidan mellan 7 och 31 % medan påkörningar bakifrån varierar mellan 6 och 21 % av alla krascher. Frontalkollisioner uppvisar större variation, mellan 10 och 71 %. Från Sverige rapporterar Wåhlberg (2002) att påkörningar från sidan för stadsbussar var den vanligaste krockriktningen som stod för 38 % av alla krascher.

4.2.4 Svåra krascher

I Storbritanniens del av ECBOS-projektet ges en bild av hur vanligt det är att stads- och långfärdsbussar välter eller rullar samt andelen skadade. Det rapporteras att vältnings eller rullning förekom i 0,2 % av alla krascher med skadade samt att de skadade i vältnings eller rullningar uppgick till 1,2 % av alla skadefall (ECBOS, 2001).

För att få en bild av vilka skador som förekommer och hur skadorna uppstår i svåra krascher kan verkliga krascher analyseras. I en studie baserad på 47 verkliga krascher med minst en svårt skadad eller dödad visas att vältnings och rullning inträffade i 42 % av alla fall. Studien beskriver följande fem huvudsakliga skademekanismer för passagerare vid vältnings eller rullningar (Botto et al., 1994).

1. Kastats runt i bussen, passagerarna skadas inne i fordonet under det att personer kastats runt inne i bussen och skadar sig på varandra eller på inredningen. Denna orsak var den mest frekventa skademekanismen, men skadorna hade lägsta svårighetsgraderna.
2. Helt utkastad, passageraren skadas utanför fordonet eller under det att man kastats ut ur fordonet. Denna skadeorsak var den största dödsrisken.
3. Delvis utkastning, del av passagerarens kropp, exempelvis en arm eller ett ben hamnar utanför bussen och skadas.
4. Inträngning, passageraren skadas inne i bussen av att bussens struktur deformerats av något annat fordon eller omgivning.
5. Skador av rök och/eller av brand.

Skademekanismen vid vältnings eller rullningar under en busskrasch analyserades av Botto & Got (1996). I analysen användes två separata källor varav i den ena 16 verkliga krascher analyserades och i den andra 3 experimentella krascher där körklara bussar användes. I de verkliga krascherna dödades 19 % av alla passagerare, den största andelen uppkom vid vältnings eller rullningar över en barriär, exempelvis ett räcke. I denna grupp återfanns även 30 % av alla KSI. I vältnings eller rullningar utan någon barriär sjönk KSI till 14 %. Om bussen hade en övre och en undre sektion återfanns 80 % av alla KSI i

den övre sektionen av bussen. De svåraste skadorna inträffade då passagerare kastades ut under det att bussen gled över marken efter det att den välte eller rullat.

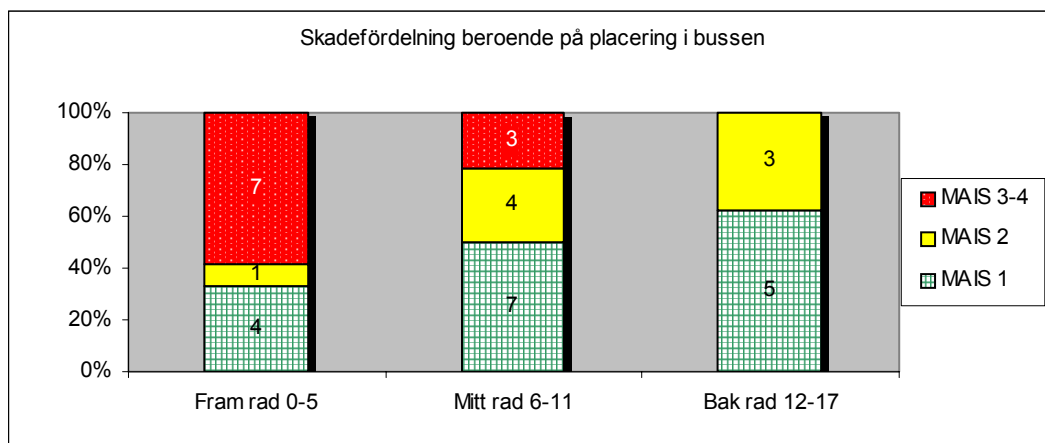
Rasenack et al. (1996) analyserade 48 verkliga stads- och långfärdsbusskrascher i Tyskland och konstaterade att i 16 % av dessa "olyckor" förekom vältningar eller rullningar. Dessa krascher orsakade 50 % av alla svårare skador och 90 % av alla dödsfallen. Exempel på liknande vältningar eller rullningar beskrivs i exemplen nedan.

Statens haverikommission undersökte en långfärdsbusskrasch utanför Sala med 62 passagerare varav minst 8 svårt skadade. Orsaken till att bussen gick av vägen angavs vara vinterväglag och hård sidvind. Bussen gick ner i diket innan den med kraft kolliderade med en vägtrumma och välte mot höger sida med båda dörrarna nedåt. Bussens förare och passagerare sittandes långt fram kastades ut genom framrutan. Andra passagerare skadades under det att bussen välte. En passagerare skadades svårt av den brand som uppstod. Bussen saknade säkerhetsbälten (Statens haverikommission, 2001).

En långfärdsbuss med skolungdomar och en timmerbil kolliderade i Sverige. Efter kollisionen välte båda fordonen och landade vid sidan av vägen. De bägge förarna och fyra av skolbarnen dödades. Därutöver fick tre barn svåra skador och 33 lindriga skador. Bussen saknade säkerhetsbälten (Vägverket, 2002).

En skolbuss blev påkörd av en långfärdsbuss i norra Sverige. I skolbussen fanns 15 skolbarn, en lärare samt en förare. Sex av skolbarnen kastades ut ur bussen och två av dessa dödades. Av de övriga skolbarnen hade 1 allvarliga eller svåra skador (MAIS=3–4) och alla andra lindriga skador (MAIS=1). Skolbussen saknade säkerhetsbälten. Efter kraschen startades en diskussion om säkerhetsbälten i skolbussar vilket ledde till att kommunen omförhandlade sina anbud i syfte att få enbart skolbussar med säkerhetsbälten (Albertsson & Björnstig, 2002).

En annan svensk långfärdsbusskrasch med 34 skadade inträffade när en buss i hård sidvind gick av vägen och landade tvärs över en å. Samtliga ombord på bussen (34 st) fördes till sjukhus där 19 personer blev inlagda mellan 1 och 46 dygn (fram till i mitten av februari 2002). Den sammanlagda sjukskrivningstiden för de skadade uppgick i februari 2002 till cirka två år och sju månader. Fem av de skadade var fyra månader efter kraschen fortfarande sjukskrivna. Majoriteten (54 %) hade "icke-lindriga" skador och var tredje hade allvarliga och svåra skador (MAIS=3–4). Den kroppsdel som skadats oftast var huvud/ansikte. Efter kraschen var 12 personer medvetslösa. Vanligaste skadeorsakerna uppgavs vara att man träffats av annan person och/eller slagit i ryggstöd/säte eller fönster. Den främre delen av bussen blev utsatt för stora krafter jämfört med den bakre delen, vilket visade sig tydligt på skadeutfallet i figur 10. Bussen saknade säkerhetsbälten (Albertsson & Björnstig, 2003).



Figur10 Skadefördelning beroende på placering (Albertsson & Björnstig, 2003).

I figur 10 kan ses att skadefördelningen i den främre delen av bussen har en avsevärt större andel av allvariga och svåra skador jämfört med mitten och bakre delen av bussen.

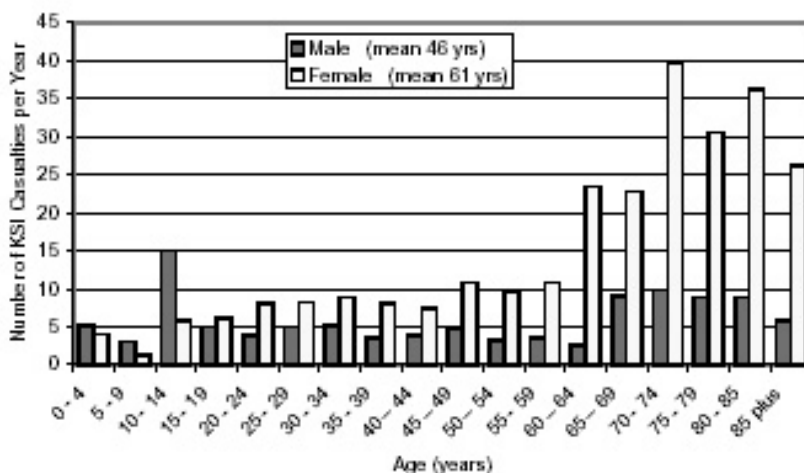
Skador vid en dödskrasch i Australien analyserades av Duignan et al. (1991). Långfärdsbussen gick av vägen i en vänsterkurva, rullade nerför en sluttning, vilket resulterade i att 11 passagerare dödades och 38 skadades. Tre huvudkategorier av skador identifierades; bröstskador, massiva skador fördelade över hela kroppen och bäckenfrakturer. Skadefördelningen syntes vara relaterat till bussens rörelse och var i bussen passagerarna suttit. Bröstskadorna inträffade sannolikt när passagerarna kastades framåt mot sätet. Bäckenfrakturerna härrördes från dem som satt på höger sida av bussen och kan liknas vid skador som fås vid en sidokollision i en personbil. Skadorna inträffade troligen under det att bussen rullade. De massiva skadorna var resultatet av att passagerarna kastades ut ur bussen.

4.3 Skadehändelser hos busspassagerare i "icke-krascher"

Här redovisas material från skadehändelser när bussar inte kraschar mot något. Dessa skadehändelser kan exempelvis inträffa på väg till och från hållplatsen, vid på- och avstigning eller inne i bussen. Skadetillfällena inne i bussen kan exempelvis uppstå under det att bussen gör en hastighetsförändring och passagerare skadar sig mot inredningen eller mot annan passagerare.

4.3.1 Ålder och kön vid "icke-krascher"

Kvinnor har en överrepresentation av skador när det gäller "icke-krascher" (Kirk et al., 2001) vilket visas i figur 11.



Figur 11 Antalet KSI fördelade över ålder och kön (Kirk et al., 2001).

Av alla KSI var 72 % kvinnor medan 28 % var män. Det var även en stark överrepresentation av kvinnor över 60 år. Förklaringen till denna överrepresentation kan troligtvis inte enbart hittas i att kvinnor reser oftare, enligt figur 4, utan sannolikt har lägre tolerans för trauma i den här specifika gruppen bidragit (Evans, 1991; Kirk et al., 2001).

4.3.2 Till och från busshållplatsen

När det gäller till och från busshållplatsen finns inte mycket i den internationella litteratur som återfinns vid sökningar där buss är inblandad. Anledningen till detta är att det är svårt att särskilja fotgängare på väg till hållplatsen från vanliga fotgängare. Två referenser från Sverige har dock hittats.

Lövgren (1999) undersökte två busshållplatser i Malmö där ett flertal fotgängare blivit påkörda och skadats. Syftet var att analysera orsakerna bakom de stora skadetalen. Information inhämtades från polisrapporter och sjukhusdata. Författarna anger att anledningen till de höga skadetalen var:

- Fotgängare skyndade sig över gatan.
- Övergångsställen användes inte.
- Många äldre människor använder bussen.
- Hög trafiktäthet vid busshållplatsen.
- ”Trasslig” trafiksituation vid busshållplatsen.
- Bussen skymde sikten.

Trafikkontoret i Göteborg undersökte fotgängare som skadats av motorfordon (866 st) inom 25 respektive 50 meter runt hållplatser under åren 1994–98. Resultatet visade att 29 % skadats inom 25-meters radien, och 46 % inom 50-meters radien. När det gällde skolbarn i åldern 7–16 år var siffrorna något högre. Av det totala antalet skolbarn som skadats vid hållplatser skadades 40 % inom 25-meters radien och 57 % inom 50-meters radien (Adolfsson, 1999).

4.3.3 På- och avstigning

Flera fynd indikerar att cirka 1/3 av alla skadehändelser härrör från på- och avstigning (Skjööt-Rasmussen & Rasmussen, 1999; SL, 1994; Zegeer et al., 1993). En något högre siffra noteras från Storbritannien där 39 % av alla ”icke-

krascher” skadas vid på- och avstigning (14 % påstigning och 25 % avstigning). Av dessa härrörs 42 % från stillastående buss medan 58 % härrörs från när bussen är i rörelse (Kirk et al., 2001). En avvikande siffra rapporteras dock från USA med ett stort urval, vilken visar att 48 % skadats vid på- och avstigning (SAMIS, 1995). En annan amerikansk studie visade dock att endast 11 % kunde hänföras till på- och avstigning (Jovanis et al., 1991). När det gäller enbart dödsfall återfanns i Storbritannien under en fem-årsperiod (1994–98) 23 av 93 (25 %) av alla dödsfall som inträffade i stads- och långfärdsbussar vid på- och avstigning (Kirk et al., 2001).

Ett förslag för att minska risken att skadas vid på- och avstigning kan vara att minimera avståndet mellan fotsteget på bussen och marken med hjälp av så kallade ”läggolvsbussar” (Kirk et al., 2001).

4.3.4 Plötsliga hastighetsförändringar och stående passagerare

I ECBOS-projektets uppgift 2.5 (ECBOS, 2002) påtalas att skadehändelser i Storbritannien, Tyskland och Österrike vid ”icke-krascher” i stadsbussar utgör en viktig andel av skadefallen bland busspassagerare, speciellt bland äldre personer. En majoritet av dessa skador var lindriga där huvud, nacke och extremiteter skadades oftast. Orsaken till skadorna var vanligen häftiga inbromsningar när passagerare var sittandes obältade eller stående.

I skadehändelser i ”icke-krascher” var häftiga inbromsningar en bidragande faktor för skador i 33–50 % av alla fall (ECBOS, 2001; Skjööt-Rasmussen & Rasmussen, 1999; SL, 1994; Vaa, 1993). Under en femårsperiod (1994–98) i Storbritannien representerade skador på stående passagerare 28 % av alla skadade i ”icke-krascher” med stads- och långfärdsbussar. Det rapporteras även att 16 av 93 (17 %) av alla dödsfall som inträffade, skedde när passageraren stod upp i bussen (Kirk et al., 2001). Vaa (1993) rapporterar från Norge att 13 % skadats inne i bussen under bussresan.

5 Möjliga framtida åtgärder för ökad säkerhet i buss

I ECBOS-projektets uppgift 2.5 (ECBOS, 2002) ges en övergripande bild av de data som insamlats tidigare i projektet. Speciell fokus riktas mot orsaken till skador och dess skademekanismer vid frontalkollisioner och vältningar/rullningar. Den metod som har använts var djupstudier av 36 verkliga fall samt simuleringar. Vid frontalkollisioner visade simuleringarna att dockor bältade med höftbälten slår i huvud, bröst och knä i sätet framför, men att risken för huvudskador minskar jämfört med obältade. Simuleringarna visade även att ökad styvhet av sätet gav ökad risk för huvudskador. Det visade sig även vara en skillnad mellan stora (95 percentil) och små (5 percentil) dockor. Den större modellen slog i sätet framför med övre delen av bröstet medan den mindre modellen slog i huvudet med ökad risk för nack- och huvudskador. Djupstudierna av frontalkollisioner visade att ingen av de skadade hade använt säkerhetsbälte och att skadorna uppkom från att passagerarna slog i sätet framför med skador i ansikte, nacke och benskador (speciellt knäskador). Den vanligaste skademekanismen som gav de dödliga och svåraste skadefallen var inträngning vid kollisioner med lastbilar.

Simuleringarna av vältningar/rullningar visade att modeller med 3-punktsbälte sittandes på den motsatta sidan som bussen slog i klarade sig bra utan några större påfrestningar. Djupstudierna visade att singelkrascher med vältning/rullning var orsaken i en majoritet av fallen samt med en större andel av svårare skador (MAIS=3+). Simuleringarna visade att varken 2- eller 3-punktsbälten gav skydd åt modellen sittande på sätet närmast det fönster där bussen slår i då modellen slog huvudet i rutan vid varje försök. Modeller sittande på motsatt sida skyddas bra av både 2- och 3-punktsbälten. Passagerare som använde höftbälte sittande på sätesraden ut mot gången, men närmast den sida som slog i, träffade rutan/sidan på bussen, med risk för svåra huvudskador, vilket inte inträffade när ett 3-punktsbälte användes. Båda bältesystemen gav även skydd åt passagerare som riskerar att falla ur sina säten och hamna på andra passagerare. Djupstudierna ger stöd åt att obältade passagerare kan skada varandra då detta inträffade i många fall. Djupstudierna visade även att obältade passagerare ibland blir utkastade vid en vältning/rullning och dödas då de hamnar under bussen.

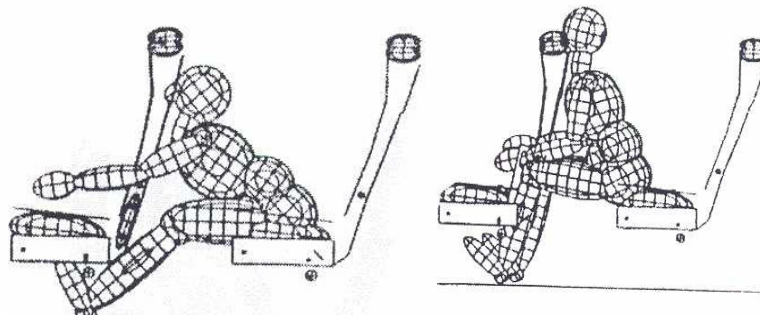
Slutligen konstateras att många av de observerade skadefallen i djupstudierna skulle ha kunnat undvikas om säkerhetsbälten använts. Skademekanismerna som förhindras vid bältesanvändning är främst att passagerare ramlar på varandra, slår emot inredningen eller kastas ut ur bussen. Dessa skademekanismer är speciellt vanliga vid vältningar/rullningar. I rapporten ges förslag om en laminerad glasruta, vilket skulle kunna förhindra att passagerare kommer i kontakt med marken eller blir utkastade vid vältningar/rullningar (ECBOS, 2002).

Baserat på ett antal svåra långfärdsbusskrascher drar Appel et al. (1996) slutsatsen att säkerhetsbälten i långfärdsbussar med stor sannolikhet kan förbättra den passiva säkerheten. Dock konstateras att vid användningen av ett 2-punkts höftbälte kan ”fällknivseffekten” vid en frontalkollision göra att överdelen av bälten samt huvudet slår emot det framförvarande sätet. En åtgärd som kunde reducera denna effekt kunde enligt författarna vara att vaddera baksidan av sätet. Testet visade även att vid en frontalkollision utan säkerhetsbälte slog passagerarna i huvudet i sätet framför och riskerade därmed att skada huvud och nacke. Ett 3-punktsbälte gav det bästa skyddet, då det höll fast passagerarna i sin stol. När en buss slår runt kastas obältade passagerare runt i bussen med stor risk för skador.

Det konstaterades även att bältade passagerare sittandes närmast sidorutan riskerade att få delar av överkroppen ut genom sidorutan om den slogs sönder under vältningen/rullningen. Detta gällde främst för passagerare bältade med höftbälte.

Ett 3-punktsbälte har den nackdelen att passagerarens överkropp kan glida ur sitt bälte vid en vältning/rullning (Khasnabis et al., 1991). Detta kan även uppstå vid en sidokollision. När det gäller höftbälte diskuterar Khasnabis i likhet med Appel att nackdelarna främst visar sig vid frontalkollisioner då överkroppen kastas framåt med risk för huvud och ansiktsskador samt stora påfrestningar på nacken. I dessa fall ger 3-punktsbältet ett bättre skydd. Khasnabis poängterar dock att båda systemen håller fast passageraren i sätet och förhindrar utkastning. Botto et al. (1994) anger i en studie av 47 svåra långfärdsbusskrascher att ett höftbälte kombinerat med en vaddering av baksidan av framförvarande säte skulle ha gett ett bra skydd för majoriteten av passagerarna som skadats.

Kecman et al. (1997) argumenterar för ett universalbälte som på ett effektivt sätt skyddar passagerarna. När det gäller vältningar/rullningar argumenterar även Kecman att både höft- och 3-punktsbälten förhindrar utkastning av passagerare, och tillägger att båda systemen även ger skydd för passagerare i det främre sätet vid frontalkollisioner. Enligt författarna ger 3-punktsbältet ger det bästa skyddet, men det ökade kravet på hållfasthet ger i sin tur en styvhet av sätet som kan vara till skada för obältade passagerare eller passagerare med höftbälte. I figur 12 illustreras hur bältade (vänster bild) och obältade (höger bild) passagerare slår i sätet framför vid en frontalkollision med risk för skador på ansikte, huvud och nacke.



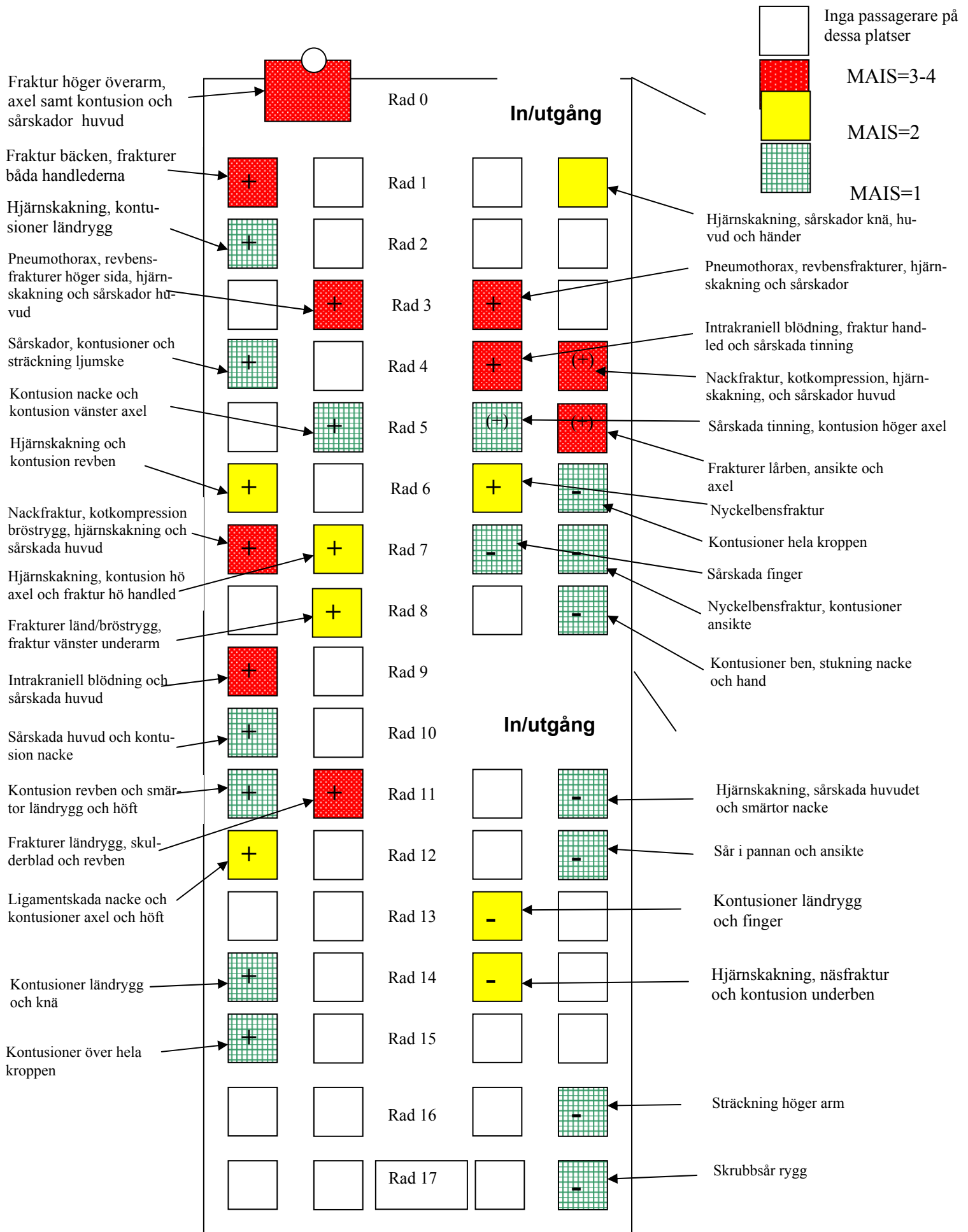
Figur 12 Simulering av passagerare med höftbälte (vänster bild) och utan bälte (höger bild) (Kecman et al., 1997).

The Metropolitan Transit Authority in Victoria Australia, (Parliament-of-Victoria & Committee, 1990) argumenterar för att installation av bälten i bussar ute i trafik skulle vara praktiskt svårt att genomföra, då hållfastheten i bussgolven i många fall inte är anpassade för den ökade belastningen som det innebär att installera säkerhetsbälten. Om förarens skulle ges ansvar att se till att yngre resenärer använder bälte skulle det ställa orimliga krav på förarens uppmärksamhet. Det påpekas även att problem kan uppstå med att upprätthålla lagen samt att underhålla säkerhetsbältet. Speciella regler för att tillåta stående passagerare i stadstrafik skulle också bli nödvändigt.

Efter en busskrasch i norra Sverige med 34 personer i en långfärdsbuss som saknade säkerhetsbälten gjordes en analys med syfte att bestämma om säkerhetsbälten skulle ha reducerat skadorna på passagerarna. I kraschförloppet

grenslade bussen ett vägräcke, åkte upp mot ett broräcke och tippade åt höger sida. Figur 13 visar en schematisk bild av bussens säten, de skadades placering och deras skadegradering enligt MAIS-skalan. Syftet med figuren var att ge en översikt och bättre åskådliggöra skadeutfallet i den kraschade bussen. Figuren gav även ett underlag för en grundligare genomgång av skadeutfallen. Varje säte har en färg som representerar den skadegrad som passageraren på det aktuella sätet haft. Passagerarnas skador finns utskrivna också vid respektive plats. Ett plustecken är utsatt på de platser där det är sannolikt att ett bälte skulle ha minskat skadorna. Plustecken satta inom parantes är på platser där det är oklart om ett bälte skulle ha haft betydelse för skadeutfallet. Ett minustecken innebär att ett bälte sannolikt inte skulle ha förändrat skadeutfallet.

Analysen gjordes utifrån placeringen, skadorna samt vad de skadade själva uppgett om skadeorsakerna i skedeförloppet. I de fall där personerna inte kunnat uppge skadeorsaken har analysen gjorts utifrån placering, sannolikt skedeförlopp och skador. Resultatet av analysen visade att ett säkerhetsbälte i bussen skulle ha reducerat skadorna för 19 personer (58 %) totalt eller för två tredjedelar av de med allvarliga eller svåra skador (MAIS=3–4) (Albertsson & Björnstig, 2003).



Figur 13 Passagerarnas placering och skador (Albertsson & Björnstig, 2003)

5.1 Säkerhetsbältesanvändning i buss

Användningen av säkerhetsbälten i stads- och långfärdsbuss studerades i en enkätundersökning om svenskars resvanor under åren 1998–01. Resultatet visade att reslängden i buss med bälte påtaget har ökat mellan redovisningsperioderna för att komma upp i cirka 6 % av den totala reslängden i buss (Gustafsson & Thulin, 2002). Ytterligare resultat från ovanstående resvaneundersökning men från perioden 1996-02 visade på ytterligare en ökning för år 2002 upp till 8 % som andel av den totala reslängden (Gustafsson & Thulin, 2003). Anledningen till det låga användandet av säkerhetsbälten i bussar kan vara att det inte finns bälten installerat i alla bussar.

Några säkra siffror på hur stor andel av bussarna i Sverige som har säkerhetsbälten inmonterade finns inte. Det är dock lagkrav om säkerhetsanvändning på de platser i bussar där säkerhetsbälten finns (Bussbranschens riksförbund, personlig kommunikation, 2003-06-10).

Säkerhetsbältesanvändningen i stads- och långfärdsbussar undersöktes i ECBOS-projektet bland dem som skadats i busskadehändelser. Endast Spanien och Österrike kunde bidra med data som visade att under åren 1994–98 låg användningen på i genomsnitt 2,2 % i de båda länderna (ECBOS, 2001). Statistiken är ingen resundersökning utan kommer från statistik rörande skadehändelser i buss.

5.2 Bussar och vägräcken

De nya vägräcken som installeras på svenska vägar skall uppfylla kraven i klass N2 i den Europeiska standarden SS-EN1317-2 (SIS, 2000). Detta innebär att de krockprovas i 20 graders vinkel med en liten personbil (900 kg) i 100 km/h och med en stor personbil (1 500 kg) i 110 km/h. För broräcken gäller klass H2 med samma provning med den lilla bilen och en provning med en 13 tons buss i 70 km/h. De bussar som används vid provningarna är av stadsbussar med låg tyngdpunkt.

När det gäller högbyggda bussar med högre tyngdpunkt än stadsbussarna och vägräcken kan de antingen köra igenom räcket eller välta över räcket. Om sedan passagerarna väljer att i första hand sitta på övervåningen i tvåvåningsbussar förstärks dessa vältningsrisker då tyngdpunkten förflyttas högre upp. På broar kan de höga bussarna även utsättas för kastvindar vilket gör att riskerna för påkörning av broräcket ökar.

6 Diskussion

Det är svårt att hitta ett tydligt mönster för dödade och skadade involverade i stads- och långfärdsbusstrafik. Svårigheten att finna ett rakt svar beror på att data i litteraturen är disparata, främst beroende på de olika sätten att samla in data, gällande lindrigt skadade, men även på registreringen av krascher. Tillkommer gör även olikheten mellan länder med avseende på geografi och infrastruktur som exempelvis vägnät och trafiktäthet, vilket försvårar jämförelser. Detta problem har även andra forskare konstaterat i tidigare studier (Nilsson, 1997).

Ett annat välkänt metodologiskt problem är den stora differensen mellan polisrapporterade kraschdata och sjukvårdsrapporterade data (Rosman & Knuiman, 1994; Wählberg, 2002). I den svenska delen av ECBOS-projektet (2001) konstateras att endast 35 % av alla skador i sjukvårdsdata var kända av polisen. Andra studier har visat liknande resultat (Björnstig et al, 2001; SIKÅ, 2000). Mönstret är att graden av rapportering ökar i takt med att skadornas allvarlighet ökar. Dödsfall däremot har en mycket bättre matchning mellan sjukvårdsdata och polisdata av den anledningen att i regel utreds alla dödsfall av polisen. Andra länder än Sverige har sannolikt samma problem med brist på data i polisregistren, vilket bör tas i beaktande när man studerar resultat och slutsatser i denna litteraturöversikt.

I litteraturen finns exempel på rapporter där enbart stadsbussar behandlats, vilket är bra då förhållandena liknar varandra och jämförelser mellan dessa typer av bussar då kan göras. I andra rapporter däremot, görs ingen åtskillnad mellan stadsbussar och långfärdsbussar, vilket medför att generella slutsatser blir svåra att dra då förhållandena skiljer sig avsevärt både vad gäller problemställningar men även vad gäller lösningar. Säkerhetsbälten i långfärdsbussar är ett exempel på förbättringar av säkerheten som inte är överförbar på stadsbussar.

Vid en analys av busskrascher är det även viktigt att beakta den skillnad i biomekanik och kinematik som föreligger mellan personbilar och bussar. Utrymmet inne i en buss och i en personbil skiljer sig åt i många avseenden, vilket påverkar skadeutfallet i negativ riktning för busspassagerare. Kinematiken är helt annorlunda inne i en buss då utrymmet i många fall är större än utrymmet i en personbil. Sättet att transporteras på är även det olika, då man i stadsbussar kan transporteras stående, samt kan sitta sidledes. Islagsytorna i en buss är heller inte utformade med den islagsvänlighet som moderna personbilar nu har uppnått. Säkerhetsbälte och säkerhetsbältesanvändningen är inte heller något som går att jämföra med vanliga personbilar. I stadsbussar finns inga säkerhetsbälten och kommer ej att innefattas av det kommande reglementet. Hänsyn till dessa aspekter måste tas vid analys av skador och skademönster i busskrascher och när det gäller förslag på förbättrad säkerhet i stads- och långfärdsbussar.

Med beaktande av ovanstående problem med jämförelser kan dock vissa mönster skönjas. När det gäller jämförelse mellan olika länder har vi fokuserat på antalet dödsfall räknat per miljon personkilometer. Om vi använder oss av antalet dödsfall i stads- och långfärdsbusstrafik relaterat till det totala antalet trafikoffer som ett mått får vi relativt homogena siffror. Dödsfall i samband med busstrafik av det totala antalet dödsfall i trafiken står för 0,3 % i ett antal länder och 0,5 % i genomsnitt i länderna ingående i ECBOS-projektet. Detta mönster visar att stads- och långfärdsbuss är ett säkert sätt att resa när man jämför med att resa med personbil eller motorcykel likväl som gående och cykel.

Ett tydligt mönster har kunnat ses när det gäller stadsbusskrascher som inträffar i stadstrafik med en hastighetsgräns på 50 km/h. Skadefrekvensen är här högre än i landsvägstrafik. Det verkar vara ett logiskt resultat av att stadsbussen exponeras för mer trafik och fler människor. I landsvägstrafik med högre hastighet (70–110 km/h) inträffar färre skadetillfällen, men fler allvarliga skador jämfört med stadstrafik.

Ett mönster vid stads- och långfärdsbusskollisioner syns vara att bussar kolliderar med fyrhjuliga fordon i många fall. När en buss är inblandad i en kollision är frontalkollisionen den mest vanliga följt av sidopåkörningar och påkörning bakifrån. Vid frontalkollisionen är det av stor vikt att islagsytor, exempelvis baksidan av sätet, är designade på ett islagsvänligt sätt. Frontalkollisioner med lastbilar verkar ge mycket svåra skador och dödligt utfall, speciellt där inträngning förekommer.

Vältningar eller rullningar av långfärdsbussar verkar vara ovanliga händelser, men när de inträffar är skadefallet stort och i många fall uppstår svåra skador och dödsfall. Busspassagerare utan säkerhetsbälten löper extra stor risk att bli skadade när de kastas runt bland andra passagerare och bland inredningen inne i bussen. De löper även en stor risk att kastas ut helt eller få delar av kroppen utanför bussen om sidorutorna blir krossade. Kastat ut är sannolikheten för svår skada eller dödsfall mycket stor, då bussens stora tyngd ökar på risken avsevärt. Ett kritiskt moment är då bussen glider på marken med krossade sidorutor då det synes vara lätt att passagerare som hamnat mot rutorna kan hamna under den glidande bussen. Det finns dessutom en risk för att föremål tränger in i bussen vilket sammantaget medför att vältningar eller rullningar utgör de farligaste händelserna. Om långfärdsbussen har mer än ett plan verkar passagerare i det övre planet vara mera utsatta för att skadas än dem i det nedre planet.

Vid skadehändelser i ”icke-krascher” verkar inbromsning vara en betydande orsak till skador inne i stadsbussen. Denna risk gäller speciellt för stående passagerare. Stående passagerare är ett problem i fulla stadsbussar där passagerarantalet många gånger överskrider antalet sittplatser och av denna anledning blir många därför tvingade att transporteras stående. Ett sätt att reducera denna risk skulle kunna vara föreskrifter angående hastighetsbegränsning varje gång en buss tvingas ha stående passagerare. När stadsbussen inte är i rörelse är på- och avstigning en faktor som bidrar till skador.

Litteraturen innehöll inte mycket om vilken effekt väderförhållanden har på bussar. Väderförhållanden är rapporterade i en del fall men den eventuella effekten av vädret rapporteras inte i samma utsträckning, exempelvis hur starka sidvindar påverkar bussen. När det gäller denna fråga verkar mer uppmärksamhet behövas då högbyggda långfärdsbussar blir påverkade av starka vindar vilket påpekats i tidigare rapporter (Albertsson & Björnstig, 2003; Statens haverikommission, 2001). Detta synes bli ett ökande problem i framtiden eftersom bussföretagen av transportekonomiska skäl synes välja denna busstyp alltmer frekvent.

Två möjliga säkerhetssystem diskuteras i litteraturen, ett 2-punkts höftbälte och ett 3-punktsbälte. En jämförelse av de båda systemen visar att fördelarna med höftbälte är enkel installation, lägre pris samt att det sannolikt inte behövs extra förstärkningar i golvet. Nackdelen med höftbälte är att vid frontalkollisioner finns en risk för huvud-, nack- och bröstorgansskador då passagerarna slår emot sätet framför. Denna effekt kan dock lindras något om man vadderar baksidan på alla

säten. Ett annat förslag är att öka på utrymmet mellan sätena (Okano et al., 2001). Andra nackdelar med höftbälten är att vid vältningar/rullningar kan passagerarna sittande på den sida av bussen som slår i marken skadas av att de får delar av kroppen utanför eller att de slår i sidorutan (ECBOS, 2002). Nackdelarna med höftbälten stöds av resultat som visar att huvud- och ansiktsskador är vanliga, samt att frontalkollisioner som vanligen genererar dessa skador är vanliga. 3-punktsbälten har fördelen att det behåller passageraren mer fixerad i sätet och erbjuder ett större skydd vid frontalkollisioner. Nackdelen är att det är dyrare jämfört med 2-punktbälte och det sannolikt behövs extra förstärkningar i sätesstrukturen och i golvet vid en montering av 3-punktsbälte. Det är även möjligt att vid vältningar eller rullningar glida ur ett trepunktsbälte och slå i en annan passagerare eller att slå i sidorutan (ECBOS, 2002). Det viktigaste i diskussionen om vilket system som kan erbjuda den bästa säkerheten är dock att båda systemen förhindrar att passageraren kastas ut ur bussen vilket kan ske både vid frontalkollisioner (Statens haverikommission, 2001) och rullningar/vältningar (Albertsson & Björnstig, 2002). Kanske det i framtiden kan bli aktuellt med 4-punktsbälten som skulle optimera belastningen, minska urglidningsrisken, samt att vara lättare att ta på än dagens 3-punktsbälten. Prototyper på sådana bälten har tagits fram av bland annat Delphi i Detroit.

I en undersökning som genomfördes under 2002 av Nationalföreningen för Trafiksäkerhetens Främjande (NTF) framkom att mer än 50 % av alla kommuner inte krävde säkerhetsbälten vid upphandling av skolbusstransporter (NTF, 2002). Anledning till detta uppgavs vara att man inte hade något stöd i lagen. Obligatoriskt säkerhetsbälte i bussar är något som är beslutat inom EU och ett direktiv i frågan är planerat under 2003 (Directive 2001/85/EC, 2001). I Sverige har Vägverket en remiss ute för betänkande med målet att det skall träda i kraft januari 2004 och gälla för nya långfärdsbussar. Detta är ett steg i rätt riktning men det kommer att ta lång tid innan hela fordonsflottan är utbytt mot nya bussar. För att skynda på den utvecklingen borde bussföretagare, med omsorg om passagerarnas säkerhet, själva installera som minimum, höftbälten. Ett annat påtryckningsmedel för att påskynda utvecklingen kunde vara att bussresenärer och köpare av busstjänster, exempelvis kommuner, krävde säkerhetsbälten i bussar.

Den potentiellt skadereducerande effekten av säkerhetsbälte i bussar är idag klart påvisad i rapporter och undersökningar. Detta till trots återstår mycket att önska på detta område vilket avspeglas i att bältesanvändningen i bussar är avsevärt lägre jämfört med bältesanvändningen i personbilar. Det är även oklart i hur många bussar bälten finns installerade i dag. En stor del av arbetet att öka medvetenheten om säkerhetsbältets potentiella effekt kvarstår därför. Arbetet bör dels bedrivas på individnivå för att öka medvetenheten och insikten hos enskilda busspassagerare och förare, men även hos bussföretagen samt kommuner och andra beställare av busstjänster. Stora steg i ökningen av användandet torde kunna ske med hjälp av riktade reklamkampanjer vilka skulle kunna bestå av exempelvis etiketter klistrade på baksidan av stolsryggar samt broschyrer i stolsfickor. Ett annat exempel kunde vara affischering på busstationer och i väntsalar med ett budskap om vikten av säkerhetsbälte.

7 Slutsatser

- Att färdas i stads- och långfärdsbuss är ett säkert transportsätt jämfört med att färdas i personbil, på cykel eller som fotgängare.
- Skadefrekvensen är högre i stadstrafik (stadsbuss) men av allvarligare art i landsvägstrafik (långfärdsbuss).
- Skador vid ”icke-krascher” bidrar med ett väsentligt antal skadade där på- och avstigningen är en orsak i många fall.
- Vältningar eller rullningar är ovanliga händelser, men när de inträffar är skadeutfallet stort och i många fall uppstår svåra skador och dödsfall.
- Vid skadehändelser i ”icke-krascher” är inbromsning en betydande faktor för skador inne i stadsbussen. Denna risk gäller speciellt för stående passagerare.
- Det är viktigt att beakta biomekaniken i bussar vid utformning av säkerhetssystem
- En stor åtskillnad föreligger mellan stadsbussar och långfärdsbussar vad gäller nyttjandet i skilda miljöer samt sättet att transportera passagerare. Hänsyn till denna åtskillnad måste tas vid framtida studier samt utveckling av säkerhetssystem.
- Högbyggda långfärdsbussar påverkas av starka vindar.
- Både 2-punkts höft och 3-punktsbälten förhindrar utkastning av passagerare vid frontalkollisioner och vältningar/rullningar.
- 3-punktsbältet ger det bästa skyddet.
- Den potentiellt skadereducerande effekten av säkerhetsbälte i långfärdsbussar är idag påvisad.
- Ett stort arbete kvarstår med att öka säkerhetsbältesanvändningen i långfärdsbussar.

8 Framtida forskningsbehov

- Tester av glasrutors hållfasthet samt undersökning om vilken typ av ruta som är bäst lämpad i bussar. Ska laminerade rutor användas för att minska risken för utkastning genom sidorutor? Eller ska sidobalkar införas istället för laminerade glasrutor?
- Vägräckens och vägslänters utformning med de speciella riskfaktorer som för avkörning, vältning och rullning som fordon med hög tyngdpunkt utgör.
- Fordonsdynamiska och aerodynamiska studier med avseende på köregenskaper speciellt i blåsigt väder och halt väglag.
- Kostnads- nyttoanalys och värdering av olika typer av säkerhetsbälten samt utveckling av pålitliga, lätthanterliga och effektiva bältessystem.
- Optimal utformning och placering av busshållplatser i tätort respektive glesbygd.

Referenser

- AAAM. Association for the Advancement of Automotive Medicine. (1990). *The Abbreviated Injury Scale 1990 revision*. Des Plaines, IL: AAAM.
- Adolfsson, L. (1999). *Fotgängarolyckor vid hållplatser åren 1994–1998*. (Rapport 8:1999). Göteborg: Trafikkontoret Göteborg.
- Albertsson, P., & Björnstig, U. (2002). *Busskraschen vid Råneå med 16 skadade – en djupstudie*. Opublicerat manuskript. Umeå: Olycksanalysgruppen vid Norrlands universitetssjukhus.
- Albertsson, P., & Björnstig, U. (2003). *Busskraschen vid Granån 2001 med 34 skadade – en djupstudie*. (OAG-rapport No. 116). Umeå: Olycksanalysgruppen vid Norrlands universitetssjukhus.
- Appel, H., Rau, H., Rietz, C., & Rasenack, W. (1996). *Safety belts in touring coaches*. Paper presented at the 1996 international IRCOBI conference on the biomechanics of impact, Dublin, Ireland.
- Björnstig, U., Björnstig, J., & Bylund, P.-O. (2001). *Fordonsrelaterade skadefall som behandlats vid Norrlands universitetssjukhus i Umeå år 2000* (OAG-report No. 110). Umeå: Olycksanalysgruppen vid Norrlands universitetssjukhus.
- Botto, P., Caillieret, M., TARRIER, C., Got, C., & Patel, A. (1994). *Evaluation of restraint system for coach passengers*. Paper presented at the The fourteenth international technical conference on enhanced safety of vehicles, Munich, Germany.
- Botto, P., & Got, C. (1996). *Vehicle rollover and occupant retention*. Paper presented at The fifteenth international technical conference on the enhanced safety of vehicles, Melbourne, Australia.
- Chang, L.-Y., & Rogness, R. (1994). Public bus accident characteristics in Ohio. *Transportation Research Record, 1433*, 49–55.
- DETR. (2000). *Road accidents in Great Britain 1999: The casualty report*. London: The Stationery Office (TSO).
- Directive 70/156/EEC of the European Parliament and of the Council of 6 February 1970 on the approximation of the laws of the Member States relating to the type-approval of motor vehicles and their trailers. (1970). *Official Journal of the European Communities, L 42, 23/02/1970*, 1–15
- Directive 2001/85/EC of the European Parliament and of the Council of 20 November 2001 relating to special provisions for vehicles used for the carriage of passengers comprising more than eight seats in addition to the driver's seat, and amending Directives 70/156/EEC and 97/27/EC. (2002). *Official Journal of the European Communities, L 42, 13/02/2002*, 1–102
- Duignan, P., Dowdell, B., & Brown, J. (1991). *Study of injury mechanisms of the Mt Tamborine coach crash* (Research Note 2/91). Rosebery : Roads and Traffic Authority of New South Wales.
- ECBOS, Enhanced Coach and Bus Occupant Safety. (2001). *Task 1.1. Report (Annex)*. Graz: Technical University Graz.
- ECBOS, Enhanced Coach and Bus Occupant Safety. (2002). *Task 2.5 Cause of injury summary. Concept report (Annex)*. Graz: Technical University Graz.
- ETSC. European Transport Safety Council. (2000). *Priorities in EU Road Safety – Progress report and ranking of actions*. Brussels.

- European Commission. (2001). *White paper European transport policy for 2010: Time to decide*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- European Commission. (2002). *The route to road safety*. European Commission. <http://europa.eu.int/comm/research/growth/gcc/projects/in-action-roadsafety.html>
- Evans, L. (1991). *Traffic safety and the driver*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Falkmer, T., Fulland, J., & Gregersen, N. P. (2001). A literature review of road vehicle transportation of children with disabilities. *Journal of Traffic Medicine*, 29(3–4), 54–62.
- Falkmer, T., & Gregersen, N. P. (2001). A questionnaire-based survey on the road vehicle travel habits of children with disabilities. *IATSS Research*, 25(1), 32–41.
- Gustafsson, S., & Thulin, H. (2002). *Resor i Sverige. Redovisning av resultat från TSU92- åren 1995–2001* (VTI notat 46-2002). Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI).
- Hedelin, A., Björnstig, U., & Bunketorp, O. (2002). Public transport in metropolitan areas – a danger for unprotected road users. *Safety Science*, 40, 467–477.
- Jovanis, P. P., Schofer, J. L., Prevedouros, P., & Tsunokawa, K. (1991). Analysis of bus transit accidents: Empirical, methodological, and policy issues. *Transportation Research Record*, 1322, 17–28.
- Kecman, D., Randell, N., Popely, P., Dutton, A., & Jones, C. (1997). The universal coach safety seat. *Society of Automotive Engineers*, 971521.
- Khasnabis, S., Duseau, R. A., & Dombrowski, T. J. (1991). Safety implications of seat belts on transit buses. *Transportation Research Record*, 1322, 9–16.
- King, R. D. (1996). *Bus occupant safety*. (Synthesis of Transit Practice 18). Washington, DC: Transportation Research Board, Transit Cooperative Research Program.
- Kirk, A., Grant, R., & Bird, R. (2001). *Bus and coach passenger casualties in non-collision incidents*. Paper presented at the Traffic safety on three continents international conference, Moscow, Russia.
- Komanoff, C. (1999). *Killed by Automobile. Death in the streets in New York City 1994–1997*. New York: Right of way organization in N.Y.
- Lövgren, E. (1999). *Fotgängarlyckor vid busshållplatser i Malmö. Varför sker så många fotgängarlyckor i nära anslutning till busshållplatser?* (Thesis 102). Lund: Lund tekniska högskola, Institutionen för teknik och samhälle, Avdelning trafikteknik.
- Nilsson, G. (1997). *Methods and necessity of exposure data in relation to accident and injury statistics - development of IRTAD* (Special report). OECD/RTR & Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI).
- Nilsson, G., Andersson, G., Brüde, U., Larsson, J., & Thulin, H. (2002). *Trafiksäkerhetsutvecklingen i Sverige fram till år 2001*. (VTI rapport 486). Linköping : Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI).
- NTF. (2002). *Över hälften struntar i bälteskravet* [Electronic newspaper]. Stockholm: Nationalföreningen för trafiksäkerhetens främjande. Retrieved 2002-10-16. <http://www.ntf.se/press/default.asp?RecID=13083>

- N.Y.State Publication Transportation Safety Board. (1994). *Annual report*. New York, NY: State of New York Department of Transportation.
- OECD. (1996). *Training truck drivers* (Road transport research). Paris: OECD.
- Okano, S., Sukegawa, Y., Matsukawa, F & Mitsuishi, F. (2001). *Research on bus passenger safety in frontal impacts*. Paper presented at the Proceedings of 17th international technical conference on the enhanced safety of vehicles, Amsterdam, The Netherlands.
- Parliament-of-Victoria, & Committee, S. D. (1990). *Report upon the inquiry into vehicle occupant protection*. Melbourne: Parliament-of-Victoria, Social Development Committee.
- Persson, U., & Ödegaard, K. (1995). External cost estimates of road traffic accidents. *Journal of Transport Economics and Policy*, XXIX(3), 291–304.
- Rasenack, W., Appel, R., Rau, H., & Rietz, C. (1996). *Belt systems in passenger coaches*. Paper presented at the Fifteenth international technical conference on the enhanced safety of vehicles, Melbourne, Australia.
- Rosman, D. L., Knuiman, M.W. (1994). A comparison of hospital data police road injury data. *Accident Analysis and Prevention*, 26, 215–222.
- SAMIS. (1995). *1993 Annual Report* (FTA-MA-26-0009-95-3). Washington, DC: U.S. Department of Transportation, Federal Transit Administration.
- SIKA. (2001). *Vägtrafikskador 2000* (Sveriges officiella statistik). Stockholm: Statens institut för kommunikationsanalys
- SIKA. (2002). *Transporter och kommunikationer: årsbok 2000/2001*. Stockholm: Statens institut för kommunikationsanalys.
- Simpson, HF. (1997). *National hospital study of road accident casualties* (TRL report 272). Crowthorne: Transport Research Laboratory (TRL).
- SIS. Standardiseringen i Sverige (2000). Svensk standard SS-EN 1317-2. *Vägutrustning – Skyddsanordningar – Del 2: Vågräcken – Klassificering, prestandakrav vid kollisionstestning och provningsmetoder*. Stockholm: Svensk material- & mekanstandard SMS.
- Skjööf-Rasmussen, J., & Rasmussen, S. (1999). Tilskadecomst blandt buspassagerer i en region i København. *Videnskab og praksis*, 161(42), 5803–5806.
- SL. (1994). *Trafikolyckor och ordningsstörande händelser inom SL. Trafikhändelsestatistik 1993* (Rapport 1994:3). Stockholm: Storstockholms lokaltrafik.
- SL. (1995). *Trafikolyckor och ordningsstörande händelser inom SL. Trafikhändelsestatistik 1994* (Rapport 1995:2). Stockholm: Storstockholms lokaltrafik.
- Statens haverikommission. (2001). *Brand i buss efter trafikolycka i Fjärdhundra på länsväg 70, C län den 21 november 1998* (Rapport RO 2001:04). Stockholm: Statens haverikommission.
- Stockholms trafiksäkerhetsförening. (1996). *Yrkesfordon i trafikolyckor i Stockholms stad och län 1990–1995* (Rapport 82). Stockholm.
- Vaa, T. (1993). *Personskader og risiko ved bussreiser. Personskadeantall og risiko ved "dør-til-dør"-reiser der buss inngår som transportmiddel i reisekjeden. Reviderte beregninger* (TØI rapport 160/1993). Oslo: Transportøkonomisk institutt (TØI).
- Wretstrand, A. (1999). *Komfort och säkerhet i samband med färdtjänstresor* (Rapport 1999:149). Borlänge: Vägverket.

- Wählberg, A. E., af. (2002). Characteristics of low speed accidents with buses in public transport. *Accident Analysis and Prevention*, 34, 637–647.
- Vägverket. (2002). *Djupstudie av en skadehändelse som medfört dödsfall (Y 010917)*: Vägverket Region Mitt.
- Zegeer, C., Huang, H., Stutts, J., & Rodgman, E. (1993). *Characteristics and solutions related to bus transit accidents*. Chapel Hill, NC: University of North Carolina. (NTIS No. PB94-151917)
- Zegeer, C., Huang, H., Stutts, J., Rodgman, E., & Hummer, J. (1994). Commercial bus accident characteristics and roadway treatments. *Transportation Research Record*, 1467, 14–22.