

Räddning vid stora busskrascher



(Foto: Nisse Schmidt, TT)

Ulf Björnstig
Yvonne Näsman
2017

Författare av rapporten:	Björnstig Ulf, KcKM, Umeå universitet Näsman, Yvonne, MSB
Medverkande instruktörer	Johansson Peter, KcKM, Umeå universitet Lindgren Pär, KcKM, Umeå universitet Nordh Rolf, MSB, Sandö Saari Pekka, MSB Sandö
Spaning in i framtiden	Rydberg Gunilla, ÅF och referensgrupp
Behandling rök och brand	Björnstig Ulf och referensgrupp

©: 6:e utgåvan 2017-12-31

Copyright:

För Socialstyrelsen:

Kunskapscentrum i katastrofmedicin (KcKM), Enheten för kirurgi/KBC,
Umeå universitet, 901 87 Umeå.

För Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB):

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

Enheten för räddningstjänst

651 81 Karlstad

Innehåll

Förord	5
1. Bakgrund	8
1.1. Typiska krasch- och skademekanismer	11
1.1.1. Singelkrascher	11
1.1.2. Kollisioner med andra fordon	13
1.1.3. Kollisioner med broar och viadukter	14
1.2. The Golden Hour	14
2. Syfte	16
3. Metoder	17
3.1. Faktasökning	17
3.2. Kunskapsseminarium	17
3.3. Praktiska försök	17
3.4. Årliga instruktörsseminarier	17
4. Definitioner	18
5. Medicinskt inriktningsbeslut	19
6. Insats - säkra mot brand efter krasch	20
6.1. Tänkbara brandhärder	20
6.2. Säkring mot brand	20
6.2.1. Stoppa motorn	20
6.2.2. Bryt batteriströmmen	21
7. Insats - buss som står på hjulen	23
7.1. Stabilisering	25
7.2. Tillträde	26
7.3. Evakuering	27
8. Insats - buss på sidan	32
8.1. Stabilisering	32
8.2. Tillträde	34
8.2.1. Lyft med hydraulcylindrar mot takluckans ram	37
8.2.2. Lyft med korta hydraulcylindrar som ansätts mot takets laterala sidostruktur	38
8.2.3. Lyft med två luftkuddar	40
8.2.4. Lyft med en luftkudde	41
8.3. Evakuering	42
8.3.1. Vilka skador kan man vänta sig?	43
8.3.2. Evakuering – taktiska frågor	45
8.3.3. Evakuering – teknik	46
9. Insats - buss upp och ner	50
9.1. Stabilisering	51
9.2. Tillträde	52
9.3. Evakuering	56
10. Insats - dubbeldäckare	58
10.1. Dubbeldäckare stående på hjulen	58
10.1.1. Tillträde	58

10.1.2. Evakuering	59
10.2. Dubbeldäckare liggande på sidan	67
11. Hypotermi	74
11.1. Isolering	75
11.2. Tillförsel av värme	77
11.2.1. Tillförsel av värme till en person – aktiv uppvärmning	77
11.2.2. Tillförsel av värme till passagerarutrymme	78
11.3. Praktiska aspekter på värmeförsel	79
11.4. Slutsatser	80
12. Brand	82
12.1. Allmänt om bussbränder	82
12.2. Brand i gasbussar	85
12.2.1. Kraschen mellan två biogasbussar i Helsingborg 2012	85
12.2.2. Brand i gasbuss, Gnistängstunneln, Göteborg 2016	90
12.2.3. Sammanfattning – brand i gasdriven buss	93
12.2.4. Insats vid brand i gasbuss	94
12.3. Brand i e-buss	95
12.3.1. Risker vid brand i e-fordon	95
12.3.2. Räddningsinsats – brandsläckning - e-fordon	96
12.3.3. Sjukvårdsinsats vid fordonsbrand speciellt i e-fordon	97
13. Framtidsspaning - efter 2017	98
13.1. Allmänt	98
13.2. E-bussar	98
13.3. Informationskällor - framtiden	100
13.4. Sammanfattning av förändringar under närmaste 5-års perioden efter 2017	102
13.4.1. Allmänt	102
13.4.2. Utveckling av räddningsinsats	102
14. Referenser	103

Förord

Förord till upplaga 1, 2008

Erfarenheter från ett antal stora busskrascher har visat att både räddningsarbetet och omhändertagandet av skadade kan bli mycket bättre, vilket även Statens haverikommission har påpekat. Därför har dåvarande Räddningsverket – numera Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), Socialstyrelsen och dåvarande Vägverket - numera Trafikverket) genomfört ett omfattande utvecklingsarbete inom området ”Räddning vid stora busskrascher” med avsikt att effektivisera räddningsinsatsen och minimera tiden till vård för de skadade.

MSB:s verksamhetsställe i Sandö har varit MSB:s (Räddningsverkets) utförare i detta projekt som påbörjades år 2006, medan Enheten för kirurgi vid Umeå universitet, som ursprungligen också är Socialstyrelsens kunskapscentrum i katastrofmedicin (KcKM) i Umeå, har varit Socialstyrelsens utförare.

Styrgruppen i projektet har utgjorts av brandingenjör Bo Andersson, MSB i Karlstad, och av professor Ulf Björnstig, KcKM, Institutionen för kirurgisk och perioperativ vetenskap, enheten för kirurgi, vid Umeå universitet i Umeå.

Projektledare vid MSB:s verksamhetsställe i Sandö har varit räddningslärarna Rolf Nordh och Yvonne Näsman.

I projektets referensgrupp har följande aktörer medverkat med dåvarande affilierering angiven:

- Pontus Albertsson, Enheten för kirurgi, Umeå universitet
- Jan Andersson, Volvo buss, Göteborg
- Karl Erik Aronsson, Volvo buss, Säffle
- Jonas Holst, Socialstyrelsen
- Thomas Lekander, NCO, Statens räddningsverk, Karlskoga
- Magnus Nymark, Räddningstjänsten Sundsvall-Timrå
- Jan Petzäll, Vägverket
- Maria Rydström, Svenska Lokaltrafikföreningen
- Tommie Vesterlund, Bussbranschens Riksförbund

Flera aktörer har varit inbjudna att medverka i referensgruppen men har inte haft möjlighet att delta.

Följande personer och aktörer har också aktivt medverkat till projektets genomförande:

- Losstagningsgruppen, Räddningsverket
- Ambulanssjukvårdare från Umeå och Kramfors
- Bertil Forslund, Volvo buss, Göteborg
- Bo Frejdh, Räddningstjänsten Piteå
- Matti Häkkinen, Volvo buss, Tammerfors
- Hannu Höglund, Volvo buss, Leito-Åbo
- Jimmy Pettersson, Brand och räddning, Knivsta
- Bo Svedenklef, innovatör, Örnsköldsvik

För att få ett kunskapsunderlag inför starten av projektet ordnade KcKM i februari 2005 ett seminarium med deltagare från räddningstjänst och prehospital sjukvård. Deltagarna var huvudsakligen personer med egen erfarenhet av räddningsarbete vid stora busskrascher. I olika gruppdiskussioner sammanställde man erfarenheter och tog fram förslag till det fortsatta arbetet. Projektet baseras också på fakta som framkommit i avhandlingsarbetet ”Occupant casualties in bus and coach traffic” (Albertsson, 2005).

Syftet med denna kunskapssammanställning är att belysa faktorer som har visat sig vara specifika för räddning vid stora busskrascher. Vi förutsätter att standardrutinerna för ledning, säkerhet, hantering av miljöpåverkande händelser etc. tillämpas och kommenterar inte detta speciellt, såvida det inte finns några särskilda erfarenheter från inträffade händelser.

Kunskapssammanställningen har författats av professor *Ulf Björnstig* i samarbete med räddningslärarna *Rolf Nordh* och *Yvonne Näsman*. Avsnittet om hypotermi har skrivits av läkarna *Otto Henriksson* och *Peter Lundgren*. *Johanna Björnstig* har medverkat vid utformningen av dokumentet.

Umeå och Sandö 2008

Ulf Björnstig
Yvonne Näsman

Tillägg till upplaga 4, 2011-01-01

Kunskapsdokumentet har reviderats och vissa tillägg avseende exempelvis bussar byggda i rostfritt stål, liksom hantering av dubbeldäckare har inkluderats i denna version. I utvecklingsarbetet avseende dubbeldäckare har räddningslärare Pekka Saari, MSB Sandö och ambulanssjuksköterskorna Peter Johansson och Pär Lindgren, ambulansen i Umeå, deltagit. Hypotermikapitlet har uppdaterats av läkarna Peter Lundgren och Otto Henriksson.

Ulf Björnstig
Yvonne Näsman

Tillägg till upplaga 5, 2014-04-01

Föreliggande dokument har kompletterats med utvecklade teknikavsnitt vad avser räddning ur buss som hamnat på taket – upp och ner – samt med ett avsnitt om räddning ur dubbeldäckare som lagt sig på höger sida, varvid dörrarna blockerats. Vidare har en kortare information om bränder i gasbussar inkluderats, även om några specifika strategier för hantering av dessa potentiella katastrofhändelser ännu ej utvecklats.

I det utvecklingsarbete som skett på MSB:s verksamhetsställe Sandö har räddningslärare Pekka Saari, MSB Sandö, samt ambulanssjuksköterskorna Peter Johansson och Pär Lindgren, ambulansen i Umeå, deltagit. Studien över bussbränder, som ligger till grund för avsnittet om gasbussbränder, har utförts av professor Ulf Björnstig.

Ulf Björnstig
Yvonne Näsman

Tillägg till upplaga 6, 2017-12-31

Kunskapsdokumentet har reviderats med kunskap från senare års stora busskrascher, samt med en ”blick in i framtiden” vad avser nya drivsystem, konstruktioner etc. för att indikera vad man behöver förbereda sig för. Huvudansvarig för framtidsrapporten ”Förändringar – Omvärldsanalys Bussar” har Gunilla Rydberg, varit ÅF tidigare Sjöland&Thyselius (MSB 1103-maj 2017). Detta arbete har sammanställts på uppdrag av MSB genom projektledare Yvonne Näsman. Många aktörer från räddningstjänst, fordonsindustri och andra berörda organisationer har medverkat. Forskningsassistent Johanna Björnstig ansvarar för lay-out och övrig utformning av kunskapsdokumentet, lärarhandledning och tillhörande bildprogram.

Speciella faktorer med avseende på bränder i bussar av typ gas – och eldrivna bussar har också inkluderats, utgående från tidigare MSB-rapporter (Björnstig 2014) samt (Björnstig, Hoffman & Palmkvist 2017).

Förhoppningsvis kan denna uppdatering av föreliggande Kunskapsdokument bidra till att taktik och teknik vid räddningsinsats fortsätter att utvecklas och anpassas till moderna material och konstruktioner i framtidens bussar.

Ulf Björnstig
Yvonne Näsman.

1. Bakgrund

Transportrelaterade masskadehändelser utgör en betydande del av de stora skadehändelser och katastrofer som inträffar världen runt, enligt Röda Korsets World Disaster Report (2003). I Norden och Europa har under senaste decennierna många transportrelaterade masskadehändelser inträffat (KAMEDO, 1999). Av dessa har en del berört svenska medborgare, t.ex. busskraschen i Måbydalen (16 döda), branden på färjan Scandinavian Star (158 döda) (KAMEDO, 1993), spårvagnskraschen i Göteborg (13 döda) (KAMEDO, 1994), flygplanskraschen i Gottröra (KAMEDO, 1994) och Estonias undergång (cirka 900 döda) (KAMEDO, 1997). Se också KAMEDO-rapport 94 från Socialstyrelsen (2010) ”Stora busskrascher i Sverige 1997 – 2007.

Under perioden 1997 – 2017 har ett antal busskrascher med stort skadefall inträffat i Sverige (se också Figur 1.1).

- 1997, februari, Knivsta: Frontalkollision mellan två bussar – 25 drabbade.
- 1998, november, Fjärdhundra/Sala: Singelkrasch och brand – 50 drabbade.
- 2001, september, Indal/Sundsvall: Kollision mellan buss med skolbarn och timmerbil – 42 drabbade varav 6 omkom.
- 2001, november, Robertsfors: Singelkrasch – 34 drabbade.
- 2002, februari, Mantorp: Singelkrasch – 45 drabbade varav 1 omkom.
- 2002, juni, Råneå: Kollision mellan buss med skolbarn och annan buss – 17 drabbade varav 2 omkom.
- 2003, januari, Ängelsberg/Fagersta: Singelkrasch – 49 drabbade varav 6 omkom.
- 2004, februari, Sälen: Singelkrasch liggbuss – cirka 20 drabbade varav 4 skadades svårt.
- 2006, januari, Arboga, singelkrasch, 51 drabbade varav 9 omkom.
- 2007, februari, Uppsala, frontal kollision mellan två bussar, 62 drabbade varav 6 omkom.
- 2011, december, Mullsjö, frontal kollision mellan lastbil och buss, 19 drabbade varav 2 omkom.
- 2014, december, Tranemo, singelkrasch, buss som vält på vänster sida, 58 drabbade varav 2 omkom.
- 2017, april, Sveg, singelkrasch, dubbeldäckare med skolbarn, 59 drabbade varav 3 omkom.

Under de senaste decennierna har således stora busskrascher med många drabbade fortsatt att inträffa framförallt i glesbygd, vilket ställer stora krav på mobilisering av resurser med adekvat kunskap för att kunna genomföra en anständig räddningsinsats.

Utomlands har också stora busskrascher fortsatt att hända. Bussbränder med många drabbade fortsätter att ske i både Sverige och utomlands. I dessa sammanhang utgör gasbussar ett intressant kapitel. Dessa drivs inte sällan av biogas - ”Natural Compressed Gas, (NCG)”, vilket många kommuner av miljöskäl satsar på. En lärorik händelse i detta avseende är kraschen/branden i Helsingborg som redovisas under avsnitt 12 om bränder. I framtiden kan också olika former av eldrivna bussar med stora drivbatterier komma att ge speciella problem – dessa speciella problem behandlas i kapitel 12 och 13.



Indal 2001



Robertsfors 2001



Råneå 2002



Mantorp 2002



Ängelsberg/Fagersta 2003



Arboga 2006



Rasbo 2007



Helsingborg 2012



Tranemo 2014



Sveg 2017

Figur 1.1. Illustration i kronologisk ordning av några typiska masskadekrascher med buss samt en bild från gasbussbranden i Helsingborg 2012 där alla hann ut ur bussarna och ingen skadades.

Svåra busskrascher har också inträffat i våra nordiska grannländer, varav den hittills allvarligaste är kollisionen mellan en turistbuss och en långtradare i finska ödebygden kl. 01.30 en marsnatt 2004 (Figur 1.2). I denna krasch drabbades 38 personer, varav 23 omkom.



Figur 1.2. Ett mardrömsscenario för en räddningsstyrka i en glesbygd – busskraschen i Konginkangas i Finland där 23 personer omkom. En långtradare med 800 kg:s pappersrullar fick svaj/sladd på släpet och frontalkolliderade med bussen i vilken lasten pressades in.

1.1. Typiska krasch- och skademekanismer

1.1.1. Singelkrascher

De flesta singelkrascher har i Sverige inträffat under vinterhalvåret, i halt väglag och ibland med stark vind som bidragande faktor (Petzäll, 2005). Oftast har bussen slutligen hamnat med höger sida nedåt, varvid dörrarna blockerats. I en mycket svår krasch utanför Arboga hamnade dock bussen slutligen på taket som trycktes ihop och åt sidan. Inkapacitering (sjukdomsfall) hos föraren har orsakat ett par krascher (Arboga och Tranemo).

De dödliga skadorna har framförallt uppkommit när de åkande kastats ut, helt eller delvis, genom sidorutorna, eller när taket tryckts ner vid en voltning. I de flesta av de ovan nämnda krascher har bara en minoritet använt bälte. Därför har de skadade kastats omkring och hamnat i högar, eller kastats ut,

när bussen vält. Detta var också fallet i Svegraschen trots att bälteslagen då varit i kraft många år. Vilket bidragit till att en betydande andel har drabbats av moderata, allvarliga eller svårare skador. Hanteringen av de drabbade på skadeplatsen har sällan skett i prioriteringsordning. Anledningen är att man vid evakueringsarbetet ansett sig vara tvungna att successivt arbeta sig in i bussen genom att lyfta ut de skadade i tur och ordning som de legat. Vid kraschen utanför Tranemo i Västergötland kastades stora sprängstenar och jord från vägens sidoutrymmen in genom rutorna (se Figur 1.3), när bussen med sidan före kraschade mot vägbanken. Detta utgjorde en utomordentligt stor skaderisk för både bältade och obältade passagerare (de flesta var bältade vid denna krasch). Initialt var hastigheten ca 100 km/t vid islaget mot marken enligt SHK:s utredning, varför traumaenergin blev betydande för de som satt i ytterraderna och träffades. Generellt gäller annars helt tydligt att de svårast och dödligt skadade ofta har kastats ut och hamnat under bussen. Mycket viktigt är dock att inse att även i denna prekära situation har chans till fortsatt liv förelegat hos cirka hälften av de som hamnat under bussen, tack vare exempelvis en grop i marken eller ett dike. Detta förutsätter dock att problemet snabbt identifierats och bussen lyfts (se kapitel 8).



Figur 1.3. Bilden visar sten/grus/jord som kastats in i bussen vid kraschen i Tranemo.

I många av dessa situationer har det visat sig svårt att använda den vanliga fixations-, lyft- och bårutrustningen på grund av den svåra arbetssituationen med skadade i högar i ett trångt utrymme. Dessutom har man ofta varit begränsad till att använda fram- och bakrutorna för att komma in i bussen och evakuera passagerarna, eftersom ventilationsluckorna i taket, som avses att fungera som nödutgångar, varit för trånga.

1.1.2. Kollisioner med andra fordon

I de fall bussar har kolliderat med andra fordon berodde de dödliga skadorna oftast på att människor klämdes fast eller kastades ut, eller på att något annat fordon eller föremål trängde in i bussen (Figur 1.4). Även de bussar som kolliderat hamnade slutligen oftast med höger sida neråt. Se också Figur 1.1, 1.2, 1.4. och 1.5.



Figur 1.4. Krasch mellan en buss med skolbarn och en timmerlastad långtradare vid Indal i Västernorrland. Vid kraschen fylldes bussen med inträngande timmer som skadade de åkande och försvårade räddningsarbetet och evakueringen av de skadade. (Foto: Sundsvalls Tidning).



Figur 1.5. Kollision mellan två likadana bussar Uppsala, 2007, 6 omkomna. Samtliga omkomna satt i det område som deformerades vid inträngningen av den mötande bussen. Notera framhjulets vridning 90 grader som indikerar krockkraften – bägge bussarna hade cirka 90 km/t.

1.1.3. Kollisioner med broar och viadukter

Högbyggda bussar, framförallt dubbeldäckare, råkar ibland köra under broar eller viadukter med en begränsad höjd som inte tillåter bussen att passera under (Figur 1.6). Ett flertal sådana händelser har inträffat i Sverige och Danmark med betydande skadeutfall i övervåningen. Eftersom dubbeldäckare verkar bli allt vanligare kan man befara att denna typ av händelser fortsätter att inträffa. Räddningstjänsten Västerås har rapporterat svårigheter att klippa framstolparna av borstål med gängse klippverktyg.



Figur 1.6. Dubbeldäckare som kört in i olika broar. Den vänstra bilden visar en krasch i Linköping 2017 och den högra en krasch i Västerås 2017. I bägge fallen begränsat skadeutfall eftersom platserna längst fram i övervåningen varit tomma.



Foto: Räddningstjänsten Västerås

1.2. The Golden Hour

Att undsätta personer som hamnat i kläm under, eller i, bussen har i de flesta fall varit svårt på grund av att räddningspersonalen har saknat lämplig utrustning och taktik. Detta har gjort att lyft- och losstagningstiderna har blivit långa. Exempelvis tog det mer än två timmar att frigöra det totala antalet personer som vid Ängelsbergskraschen var klämda under bussen (Backman et al., 2004). Vid Arbogakraschen där bussen hamnade på taket tog det 3,5 timme innan den sista levande personen kunde tas ut ur bussen (Statens haverikommission, 2007). Dessa långa tider för omhändertagande berodde delvis på att räddnings- och ambulanspersonalen ställdes inför oväntade situationer som de inte hade övat på.

Tiden till definitivt omhändertagande har i de flesta fall vida överskridit ”The Golden Hour” som kan betraktas som en ledstjärna i modernt traumaomhändertagande. Begreppet innebär att framförallt svårt och kritiskt skadade ska ha kommit under definitiv vård på sjukhus inom en timme, för att deras chanser till överlevnad inte ska minska dramatiskt. En tumregel för kritiskt skadade är att överlevnadschanserna minskar med 10 procent för var 10:e minuts fördröjning (PHTLS, 2014).

Naturligt nog är risken för denna typ av krascher störst under vinterhalvåret, vilket också innebär att det kan vara kallt och de inblandade kan drabbas av hypotermi. Så låg kroppstemperatur som 32 °C har uppmätts hos drabbade personer. Nedsatt kroppstemperatur innebär inte bara att man fryser utan nedkylningen förvärrar också konsekvenserna av traumatiska skador, framförallt genom att blödningar inte avstannar (SoS, 2003). Dessutom producerar nedkylda människor stora urinvolymer som man måste vara uppmärksam på. I vissa fall har drabbade akut behövt tappas på urin, även prehospitalt (SoS, 2003; Albertsson & Björnstig, 2002).

När omhändertagandet av de drabbade analyserades i projektets inledande seminarium handlade mycket om brister i taktik, teknik och utrustning hos räddnings- och sjukvårdsstyrkorna. Detta var faktorer som bidrog till att det ibland tog alltför lång tid att ta hand om de skadade. Dessa händelser uppfyller väl kriterierna för ”stor olycka” eller ”katastrof” enligt Socialstyrelsens definition (SoS, 2001) och bör beaktas i den katastrofmedicinska planeringen.

2. Syfte

Målet för projektet är att lägga grunden till ett effektivt teamarbete hos personalen från räddningstjänsten och den prehospitla sjukvården. Genom ett mer effektivt arbete ska omhändertagandet av de skadade bli så bra som möjligt och evakueringstiderna så korta som möjligt. De drabbades vårdbehov ska vara i centrum för insatsen.

I projektet har taktik, teknik och utrustning analyseras och utvecklas, för att man på bästa sätt ska kunna hantera konsekvenserna av en busskrasch. Likaså har kylproblematiken för de drabbade inkluderats, eftersom de flesta händelser inträffat vintertid.

I senare uppdaterade versioner har teknik och materialutvecklingen belysts och genom en ”spaning in i framtiden” har nya material, drivsystem etc beskrivits för att ge underlag till ytterligare utvecklingsarbete.

Dessa kunskaper har sammanställts i denna rapport som ska kunna fungera som en kunskapsbas för utbildningsinsatser inom området.

3. Metoder

3.1. Faktasökning

Till faktasökningarna har följande litteratur och databaser använts:

- Rapporter från myndigheter och forskningsinstitut
- PubMed med databasen Medline
- ITRD, International Transport Research Documentation
- TRIS, Transportation Research Information Services databases
- Google.com.
- Personliga kontakter
- Statens haverikommissions utredningar
- MSB-rapporter inom området

3.2. Kunskapsseminarium

För att ta tillvara på erfarenheter från personer som medverkat i räddningsarbete vid verkliga masskadehändelser med buss ordnades ett seminarium med workshops. Detta seminarium genomfördes vid Räddningsverkets skola i Rosersberg, i februari 2005.

3.3. Praktiska försök

Ett stort antal praktiska försök har genomförts i avsikt att utveckla och utvärdera taktik, teknik samt lämplig utrustning. Dessa försök beskrivs i respektive avsnitt nedan. Ytterligare praktiska försök bör kontinuerligt ske beroende på material- och konstruktionsutveckling och med introduktion av nya drivsystem.

3.4. Årliga instruktörsseminarier

Årligen har seminarier för utbildade instruktörer genomförts med avsikt att ge möjlighet till erfarenhetsutbyte och uppdatering av kunskap gällande räddningsteknik, materiel etc. Därvid informeras om erfarenheter från inträffade händelser och från eventuella utvecklingsprojekt inom området och resultaten kan inkorporeras i nya versioner av föreliggande kunskapsdokument.

Totalt har 230 instruktörer – hälften från ambulans och hälften från räddningstjänst – utbildats fram till år 2014, vilka i många fall förtjänstfullt spridit kunskap på hemorten. Enligt en enkät har cirka 4900 personer utbildats av dessa instruktörer som är spridda över landet. Vidare har denna typ av räddningsinsats också inkorporeras i viss grundutbildning exempelvis vid vissa specialistutbildningar av ambulanssjuksköterskor samt för räddningstjänstpersonal vid Räddningsskolorna.

4. Definitioner

Säkra:	Att säkra plats, personal och drabbade från faror i postkraschfasen, såsom brand och andra yttre faktorer.
Stabilisera:	Att minimera rörelser i bussen under insatsen.
Taktik:	Att tolka situationen, sätta upp mål för insatsen, besluta om teknik, skapa framförhållning och samordna arbetsuppgifter i avsikt att rädda liv och minska människors lidande.
Teknik:	Metod som ska användas för att uppnå de taktiska målen.
Utrustning:	Materiel som används under insatsen.
Skadeklassifikation:	”The Abbreviated Injury Scale” (AIS) användes i detta arbete för att definiera skadornas svårighetsgrad. AIS 1 = Lindrig skada (t.ex. sårskada eller fingerfraktur). AIS 2 = Moderat skada (t.ex. fraktur på handled eller hjärnskakning med medvetslöshet < 1 tim.). AIS 3 = Allvarlig skada (t.ex. intrakraniell blödning). AIS 4 = Svår skada (t.ex. större leverruptur med stor blödning). AIS 5 = Kritisk skada (där överlevnad är tveksam). AIS 6 = Maximal skada (i princip alltid dödlig). En patients värsta skada, dvs. skadan med högst AIS-värde, anges genom ”Maximum AIS” (MAIS) (Committee on Injury Scaling, 2008).

5. Medicinskt inriktningsbeslut

Det är sjukvårdsledarens uppgift att initialt fatta ett inriktningsbeslut för de medicinska aktörerna på en skadeplats. Sjukvårdsledaren och den medicinskt ansvarige bör göra de sedvanliga taktiska övervägandena, med särskilt fokus på uppgiften att rädda liv och minska lidande så att patienten hela tiden står i centrum. Den medicinskt ansvariga fattar det rent medicinska inriktningsbeslutet för insatsen som bör beakta triage- och prioriteringsfrågor på skadeplatsen (se också avsnitt 8.3.2). Om de olika aktörerna samarbetar på ett bra och nära sätt fås förutsättningar för att ge de drabbade ett optimalt omhändertagande och man minimerar dessutom tiden till definitiv vård.

KOM IHÅG-RUTA

- De drabbades behov ska vara styrande för insatsen.
- Alla i de olika räddningsorganisationerna ska få tydlig information om fattade inriktningsbeslut.
- Se tidigt till att du skaffar dig nödvändiga transport-, värme- och lyftresurser, samt eventuellt andra resurser som kan vara av värde.

6. Insats - säkra mot brand efter krasch

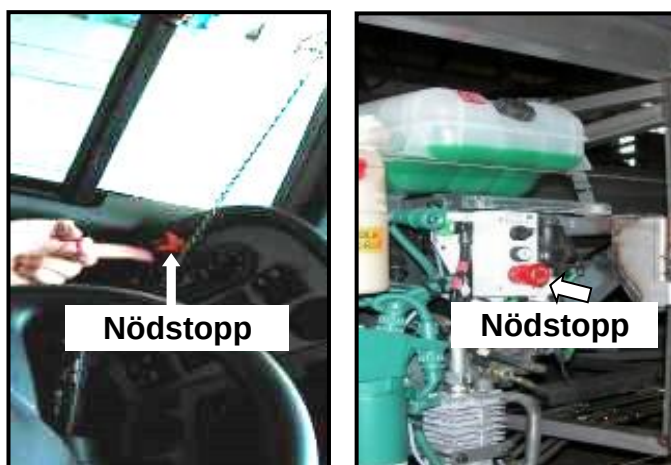
6.1. Tänkbara brandhärdar

I en kraschsituation kan en brand orsakas av komponenter i motorrummet eller bränslesystemet, men också av katalysatorn, elledningarna och olika hydraulaggregat. Om en brand utbryter har man bara några minuter på sig att evakueras bussen. En motorrumsbrand i en buss med bakmonterad motor kan man beräkna har spridit sig till hela bussen inom fem minuter. Som jämförelse kan nämnas att inom flyget använder man 1,5 minut som tidsgräns (vid krasch inom flygplatsområde), då släckstyrkan ska vara framme och ha påbörjat släckning, som i sin tur också ska kunna ske på 1,5 minut. Vid lång insattid riskerar man att brandgaserna förgiftar de drabbade (EASA, 2005; KAMEDO, 1991). Se också avsnitt 12. Speciella brandrisker hos gasdrivna bussar beskrivs också i kapitel 12.

6.2. Säkring mot brand

6.2.1. Stoppa motorn

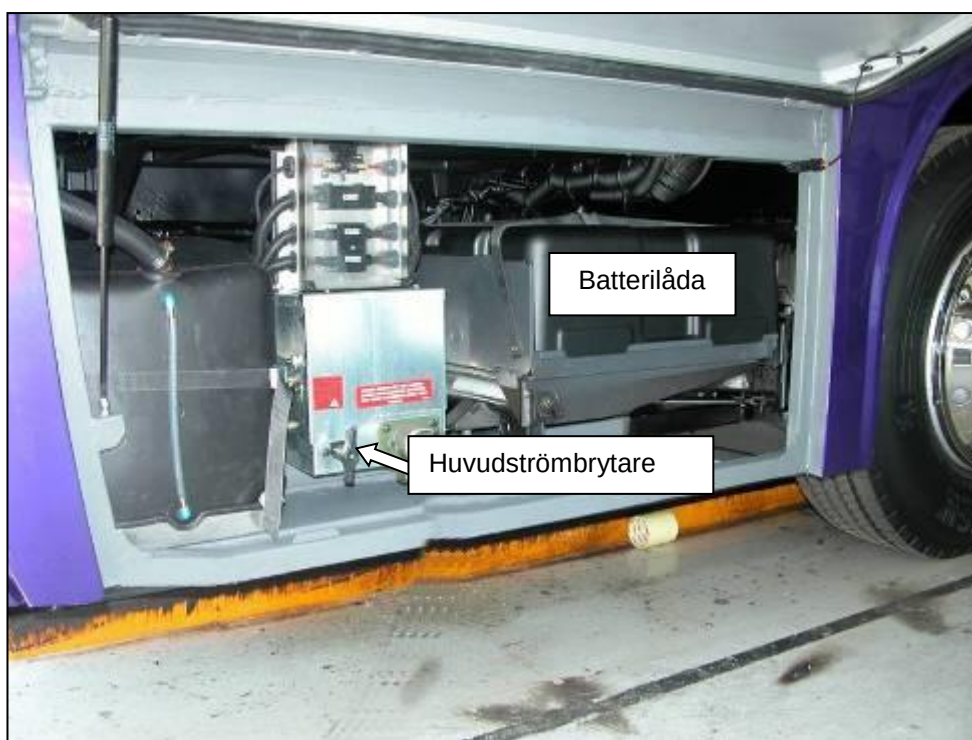
En bussmotor stoppas via en nödstoppkontakt på instrumentbrädan eller via motsvarande kontakt i motorrummet (se Figur 6.). Dessa kontakter stänger av bränsletillförseln och en del av elförsörjningen. I vissa fall kan det vara lämpligt att istället kväva motorn genom att tömma en kolsyresläckare i intaget till luftrenaren. Luftrenaren ser ut som en stor burk som sitter i anslutning till motorn. Vid en bakmonterad motor finner man den till exempel innanför serviceluckan bak, på vänster eller höger sida. Den kan vara ansluten till ett långt rör som leder in ren luft till motorn. Om man lossar röret från luftrenaren och sprutar in kolsyra i den så kvävs motorn och stannar.



Figur 6.1. Bilden visar exempel på var nödstoppssknappen kan sitta: (1) på instrumentbrädan, (2) i anslutning till motorrummet.

6.2.2. Bryt batteriströmmen

Batteriströmmen bryts med huvudströmbrytaren eller vid kabeln på batteriets minuspol. Batteriet är oftast placerat under förarplatsen och åtkomligt från utsidan (se Figur 6.2). Huvudströmbrytaren kan manövreras från många olika platser, och reglaget kan exempelvis vara placerat bakom en lucka till vänster om framdörren (se Figur 6.3), bakom höger strålkastare, bakom frontgrillen eller till vänster på instrumentbrädan. Huvudströmbrytaren bryter inte strömförsörjningen till alla komponenter, utan till exempel dörrar, varningsblinkers, vissa lampor och datautrustning i bussen kan fortfarande vara försörjda. Bryt därför också strömmen vid batteriets minuspol, helst genom att skruva loss kabelskon, för att göra bussen helt strömlös. Innan strömmen bryts bör man dock ha tagit ställning till om man behöver bussens ström för att manövrera olika funktioner såsom dörrar etc. Tekniken för de övriga brandsäkringsåtgärderna bör vara densamma som i andra liknande sammanhang.



Figur 6.2. Batteriets och huvudströmbrytarens placering Batteriet är nästan alltid placerat under förarplatsen och åtkomligt från utsidan. En huvudströmbrytare kan sitta i lådan enligt bilden, men kan också vara placerad på flera andra platser som är åtkomliga från utsidan (se Figur 6.3).



Figur 6.3. Bilden illustrerar en huvudströmbrytare placerad intill dörren.

KOM IHÅG-RUTA

Nödstoppa motorn

- via kontakten på instrumentbrädan
- via reglaget i motorrummet
- genom att spruta kolsyra i luftrenaren

Brytning av batteriström:

- Batteriet är oftast placerat under förarplatsen och åtkomligt från utsidan.
- Huvudströmbrytaren kan manövreras från olika platser i främre delen av bussen och reglaget är oftast åtkomligt från utsidan. Kom ihåg att huvudströmbrytaren inte bryter strömmen till alla strömförbrukare.
- Lossa kabelskon vid batteriets minuspol för att göra bussen helt strömlös.

7. Insats - buss som står på hjulen

När det gäller en buss som fortfarande står på hjulen ska räddningsaktiviteterna syfta till att: (i) stabilisera bussens kaross, (ii) ge insatspersonalen tillträde, och (iii) möjliggöra en säker och snabb evakuering av de skadade.

Generellt finns det några moment kring stabilisering och lyft som kan skilja mellan bussar som har *stålkaross* och sådana som har *aluminiumkaross eller kaross i rostfritt stål*. Anledningen är att de har olika hållfasthet kring takluckan. Som en grov tumregel har turistbussar nästan alltid stålkaross, medan fördelningen är mera jämn i gruppen linjebussar, dvs. bussar som går i tidtabellstrafik. De flesta "landsvägsbussar" är med andra ord byggda med stålkaross. Karossen hos bussar byggda i stål har ofta en fackverkskonstruktion, medan bussar med aluminiumkaross liksom de som är byggda i rostfritt stål vanligtvis är nitade och byggda med stabila längsgående profiler (Bilaga 1). I bästa fall har räddningstjänsten tillgång till Crash Card Recovery System® som ger information om faktorer som kan vara viktigt i räddningsarbetet när ett fordon kraschat, exempelvis var batteri och andra viktiga komponenter är placerade. För att avgöra vilket material bussen är tillverkad i kan ett alternativ vara att skrapa med ett vasst föremål mot karossen, eller göra ett hål i den, och på detta sätt försöka avgöra vilket material bussen är byggd av.

Bussar byggda i rostfritt stål finns på marknaden sedan 2010 och man har inom räddningstjänsten börjat uppmärksammat vissa speciella problem med dessa. Vanligen använda verktyg vid klippning som hydrauldriven sax, har en tendens att i rostfritt material bita dåligt vilket visas i Figur 7.1. I dessa fall rekommenderas att använda cirkelsåg med en klinga såsom Visträsk klingan® enligt Figur 7.2. Modern kraftfull hydraulsax fungerar också. Eftersom dessa bussar är nitade dvs. i grunden byggda som bussar med aluminiumkaross bör de hanteras som buss med aluminiumkaross.



Figur 7.1. Gängse klippverktyg biter dåligt på rostfritt stål (bilderna till vänster) och på borstål (bild till höger). Bilderna till vänster illustrerar att verktyget inte klipper igenom rostfritt stål. De kraftfullaste moderna hydraulsaxarna klarar dock detta, dock tveksamt hur de klarar borstål.



Figur 7.2. Cirkelsåg med klinga avsedd för användning i rostfritt stål rekommenderas för att ta sig igenom rostfria plåtar och balkar. Smärgeltrissa eller tigersåg kan vara ett alternativ på borstål.

7.1. Stabilisering

En buss som står på hjulen kan ha en viss lutning, vilket kan leda till glidning och andra oönskade rörelser. I dessa fall är det bra att använda ett fordon med vinsch, kilformade stabiliseringsblock och stöttor för att stabilisera objektet. Stabiliseringen bör givetvis utföras på ett sätt som är lämpligt för den aktuella situationen, men här ges några generella råd om hur detta kan gå till:

1. Börja med att ”ta tag i bussen” så att den inte riskerar att glida ner eller volta ner i en slänt. Ett sätt är att haka i vinschens vajer på en lämplig stabil plats i bussen, exempelvis i underredet framtill eller baktill. Se till att inte blockera ambulansens väg mot sjukhuset.
2. Placera stöttor mot stabila punkter i sidan av bussen. Ofta måste man ta upp håll i ytterplåten för att få en bra fästpunkt för stabiliseringsstöttorna. Man kan exempelvis använda en yxa för att slå igenom den relativt tunna sidoplåten. Stöttorna kan placeras mot de längsgående balkarna som är belägna under fönstren (lång stötta), eller mot nedre delen av bussens sida (kort stötta). Om det inte går att se någon lämplig plats genom plåten kan man knacka på den och lyssna efter en dämpning som indikerar var de underliggande balkarna finns. Värmeamera kan också användas för att avslöja underliggande balkar.
3. Kilformade block mot hjul och stabila punkter i underredet gör stabiliseringen fullständig. Se Figur 7.3.



Figur 7.3. Bilden till vänster illustrerar hur stabiliseringsstöttor och kilformade block (bilden till höger) kan användas för att stabilisera en buss som står på hjulen.

7.2. Tillträde

Insatspersonalen måste så snabbt som möjligt kunna komma in i bussen för att ta hand om de skadade.

Under resten av arbetet bör en säkerhetsman finnas på plats inne i bussen. Han eller hon ska beakta säkerheten för personalen och de drabbade inne i bussen, och inifrån hjälpa till med håltagning och liknade aktiviteter. Säkerhetsmannen kan ta sig in genom en dörr eller ett fönster, eller på något annat sätt.

Medicinsk utrustning och annan materiel kan behövas inne i bussen, och då kan det bli nödvändigt att ta upp eller vidga öppningar i anslutning till dörrar, fönster, eller i bussens sida. Genom att utvidga en fönsteröppning nedåt enligt Figur 7.4. blir det lättare att ta sig in och ut ur bussen. Dessutom minskar höjdskillnaden till marken.



Figur 7.4. Bilden illustrerar hur man kan göra en öppning från fönstret och nedåt, vilket ger ytterligare passagemöjlighet in och ut ur bussen.

Om en bussdörr måste forceras bör man känna till konstruktionen: i slutfasen av stängningen är det många bussdörrar som lyfts 5–7 cm. Detta ger en stabilare anslutning så att dörren inte ska vibrera i fartvinden. Hur man hanterar dylika dörrar visas i Figur 7.5.



Figur 7.5. En busstdörr på en turistbuss forceras lämpligen genom att först tvinga ner dörren 5–6 cm med ett bräckjärn för att därefter med spridaren bända upp dörren från dess bakre del. Linjebussar har sällan denna konstruktion och på dem räcker det att bända upp dörren.

Om människor har hamnat under bussen måste räddnings- och sjukvårdspersonalen kunna komma åt de drabbade. En buss kan snabbt lyftas med hjälp av hydraulcylindrar eller domkrafter. Luftkuddar är ett annat alternativ. Observera att lyftet måste säkras mot kollaps innan personalen släpps in under bussen.

7.3. Evakuering

Evakuering sker i första hand genom dörrarna när bussen står på hjulen. Enligt EU:s bussdirektiv 2001/85/EG ska en fullstor landsvägsbuss ha minst en utgångsdörr och fem jämt fördelade nödutgångar. Dessa senare kan vara takluckor eller rutor som ska vara märkta ”Nödutgång”. Denna märkning är dock inte alltid lätt att se.

Genom att uppmana alla som kan gå att själva ta sig ut, utan att skada andra, har man snabbt gjort en första prioritering (sällningstriage) av gruppen lindrigt skadade. Denna grupp får prio 3 om MIMMS-metoden eller PS-metoden användes (MIMMS, 2004).

Det är ibland få busspassagerare som använt säkerhetsbälte (Albertsson et al, 2006; Backman et al., 2004), och därför finns en risk att de åkande kan ha kastats runt och landat lite här och var. Säkerhetsbältena i bussar är ibland av den enklare typen med ”automatic locking retractor”, dvs. de fungerar som ett spännband som dras åt stegvis. Även vanliga säkerhetsbälten kan vara så hårt åtdragna att det är svårt att öppna låset och därför får man vara beredd att skära av bältet.

Kinematiken, dvs. hur kropparna rört sig i kraschögonblicket, indikerar den skadebild man kan förvänta sig (PHTLS, 2014). Hanteringen av de drabbade får givetvis anpassas efter dessa fakta och de skadades symtom. Vid frontalkollisioner är det t.ex. vanligt med ansikts- och nackskador, hos både obältade och bältade passagerare. Vid frontalkollisionen i Rasbo utanför Uppsala hade drygt hälften av alla åkande sådana skador. De uppkom då

kroppen rörde sig framåt och huvudet slog i ryggstödet framför, så att nacken utsattes för ett extensionsvåld, dvs. en bakåtböjning (SHK 2008). Nackskador är också vanliga om exempelvis en lastbil har kört in i en buss bakifrån, särskilt om bussens ryggstöd är låga (Björnstig et al., 2005). Stående personer och kringflygande passagerare som utsatts för skall- eller nacktrauma tillhör också denna riskgrupp. I övriga typer av händelser verkar nackskador inte vara lika vanliga (jfr Björnstig et al., 2005), dock finns från Linköping rapporterat om två personer som haft densfraktur (fraktur på andra halskotan) efter busskrasch (personligt meddelande Dr Anita Mohall).

I vissa bussar är det utomordentligt trångt i mittgången, särskilt i de bussar där stolarna kan skjutas i sidled in mot mittgången. Dessa stolar kan med ett handgrepp skjutas tillbaka. På grund av trängseln är det i många fall svårt att använda vanlig bårutrustning inne i bussen och då kan den smidigare Höganäs-brädan® eller någon annan likvärdig utrustning vara lämpliga alternativ. Vid arbetet inne i en buss måste personalen ofta göra klädlyft och manuellt stabilisera exempelvis nacken hos de drabbade. För att hantera skadade i trånga utrymmen, speciellt personer med nackskador, kan man använda två hopvirade lakan som formas till en slynga (se Figur 7.6). Denna slynga kan stabilisera nacken samtidigt som den är ett lämpligt ”instrument” för att både dra fram skadade och få dem upp på en bår. Fördelarna med denna teknik är att det behövs färre personer kring den skadade och man kan på ett smidigt sätt utveckla stor och väl distribuerad kraft. Denna metod har dessutom visat sig vara mycket skonsam för de skadade.



Figur 7.6. Bildsekvensen visar hur ett hopvirat lakan kan bilda en slynga som kan vara till stor hjälp vid evakuering av skadade.

När skadade på bår ska tas ut via dörröppningarna blir det mycket enklare om man först tar bort säten och avbalkningar mot trapporna vid utgångarna, t.ex. genom att klippa, såga eller skruva bort dem (Figur 7.7). Det är en fördel att använda uppladdningsbara verktyg som inte behöver kopplas till externa slangar eller sladdar, eftersom personalen då blir rörligare och kan arbeta snabbare. Man minskar också risken för personskador som orsakas av skador på hydraulverktygens slangar som innehåller hydraulolja med ett tryck som kan uppgå till 800 bar.

Om dörrarna inte kan användas eller om det behövs andra vägar för evakuering (t.ex. om brandfaran är stor) kan man välja att evakueras passagerarna genom bussens fönster. Som redan nämnts anger EU:s bussdirektiv (2001/85 EG) att en fullstor landsvägsbuss ska ha minst fem nödutgångar (takluckor eller rutor) som ska vara jämnt fördelade över bussen och markerade med ”nödutgång”. I praktiken är dock de flesta sidorutor av krossbart hårdat säkerhetsglas och det är inte ovanligt med dubbla sidorutor. För att krossa en ruta bör man slå i hörnen på rutorna, helst med en glaskrosshammare, medan de ofta tål ganska stort våld mitt på rutan. Man bör dock vara medveten om att många tvekar att själva ta sig ut genom rutorna, på grund av risken för skärskador och på grund av att de är rädda för höjden. Evakuering genom fönstren blir därför lättare om man använder någon form av kantskydd och arbetsplattform (Figur 7.8). För att minska fallhöjden är det en fördel om man har sågat ner och ordnat en öppning i sidoväggen enligt Figur 7.4.

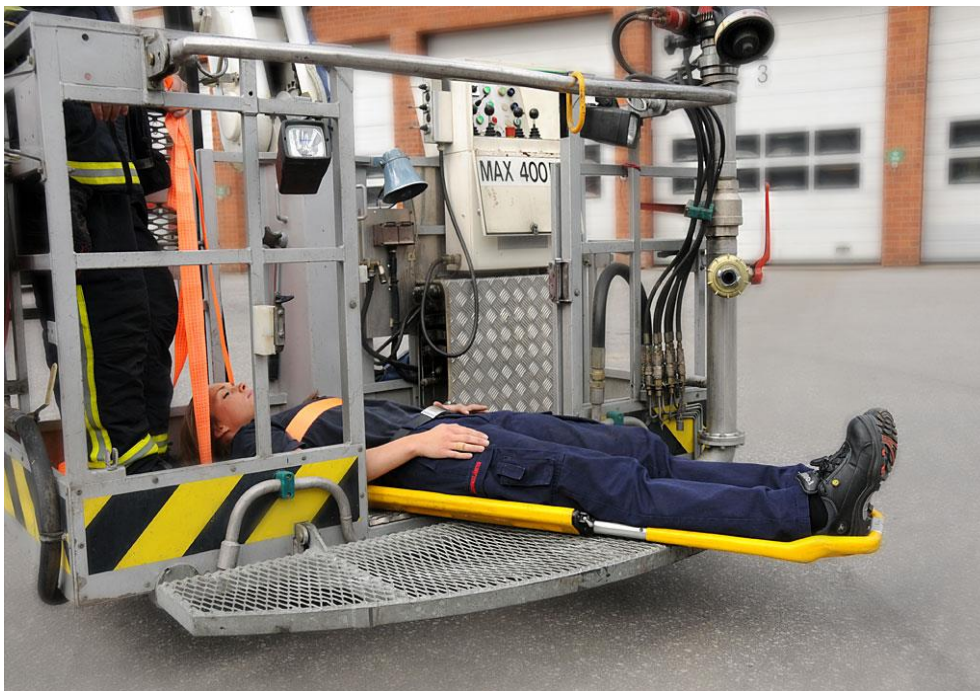


Figur 7.7. Genom att klippa bort väggen, stolpen och stolssätena vid främre utgången får personalen gott om svängrum.



Figur 7.8. Exempel på användning av plattform vid evakuering. Det är viktigt att plattformen stabiliseras ordentligt så att dessa svåra lyft kan ske säkert. En skylift eller hävare kan vara ett alternativ.

Vid en verklig krasch har man vid något tillfälle provat att använda en skylift eller hävare för att underlätta evakueringen från en högbyggd buss (se Figur 7.9). Man kan också använda två ihopkopplade stegar enligt Figur 7.10.



Figur 7.9. Skylift eller hävare kan givetvis användas om man har tillgång till sådan och når fram. Den drabbade kan då placeras enligt bild.



Figur 7.10. Användning av två ihopkopplade stegar vid evakuering. Tre breda spännband håller ihop stegarna och dessa ger också en bra glidyta för bårar och drabbade. I detta fall visas hur uppställningen kan se ut vid evakuering genom bakrutan.

KOM IHÅG-RUTA

- Stabilisera bussen med vinsch och/eller stöttor och kilformade block.
- Gå in genom befintliga dörrar och rutor (ofta dubbla glas), eller genom att såga upp öppningar under rutorna. Dessa öppningar blir sedan lämpliga evakueringsvägar.
- Täck vassa kanter och glas.
- Rensa vid utgångarna så att evakueringen går lättare.
- Använd lätthanterlig sjukvårdsutrustning i bussen.
- Kom ihåg risken för nackskador.
- Det snabbaste sättet att evakuera är oftast genom klädyft och manuell stabilisering av halsryggen.
- Arrangera ett smidigt flöde så att evakueringstiden minimeras.

8. Insats - buss på sidan

Vid både singelkrascher och kollisioner är det vanligt att bussen slutligen hamnar vid sidan av vägen med höger sida nedåt. Den kan då mer eller mindre ha vält eller rollat, oftast 60–120 grader åt höger (Albertsson, 2006). Denna slutposition innebär att dörrarna är blockerade och ger också vissa speciella förutsättningar när det gäller att stabilisera bussen samt ta sig in i och evakuera den. Obältade passagerare kan ligga i högar inne i bussen och drabbade kan också ha slängts ut genom något fönster och hamnat helt, eller delvis, under bussen. Vid Ängelsbergskraschen hamnade ett tiotal personer under bussen. Av dem avled hälften, vilket å andra sidan innebär att hälften kunde räddas (Backman et al., 2004). Vid Svegkraschen överlevde två av fem utkastade (SHK 2018). Även kroppsdelar kan ha hamnat i kläm såsom vid Tranemokraschen, där två personer hade armarna i klämt utanför bussen och inte kunde lösgröas förrän efter drygt en timme då bussen lyfts (SHK 2015).

8.1. Stabilisering

Det är viktigt att stabilisera bussen ordentligt, både för de skadades och för insatspersonalens säkerhet. För att bussen inte ska glida i längdriktningen slår man in kilformade block mot bussens främre och bakre del. Vidare slås block in framför och bakom alla hjulen, samt efter bussens långsida enligt Figur 8.1. Observera att blocken ofta behöver slås in ytterligare ”ett varv” för att sitta stadigt. Dessutom måste man se till att blocken inte glider mot underlaget på grund av halka eller lutningen. Genom att använda en vinsch som mothåll enligt Figur 8.2 går det att hindra att bussen glider eller gör några oönskade rörelser, men planera så att inte ambulansens väg till närmaste sjukhus blockeras.

Om man planerar för ett kommande dellyft, exempelvis om människor har hamnat helt eller delvis under bussen, bör man förbereda för att stabilisera bussen med pallningsvirke. Stabilisering med pallningsvirke är en universalmetod som fungerar oberoende av lyftmetod, karosstyp samt eventuella deformationer i karossen. Bussen är starkast i höjd med den s.k. B-stolpen (bakom föraren) samt i området kring bakpartiet, varför det är lämpligt att ansätta pallningen mot dessa partier om möjligt.

Kilblock används för att låsa bussens rörelser i längdriktningen, men deras funktion är också att vara mothåll mot krafterna i vinschens vajer. Vid lyftet medverkar de till att bussen faktiskt höjs på den sida där blocken placerats. Detta minskar risken att ytterligare klämma människor som hamnat långt in under bussen. Se Figur 8.1. och 8.3.



Figur 8.1. Bilden visar hur de kilformade blocken bör placeras.

Den vajer som ska ge mothåll fästs mot stabila punkter, exempelvis balkarna i underredets fram- och bakdel, eller i lyftpunkterna för domkraft. Se Figur 8.2. Däremot är det mindre lämpligt att fästa i hjulen eller hjulaxlarna. Det finns flera skäl till detta:

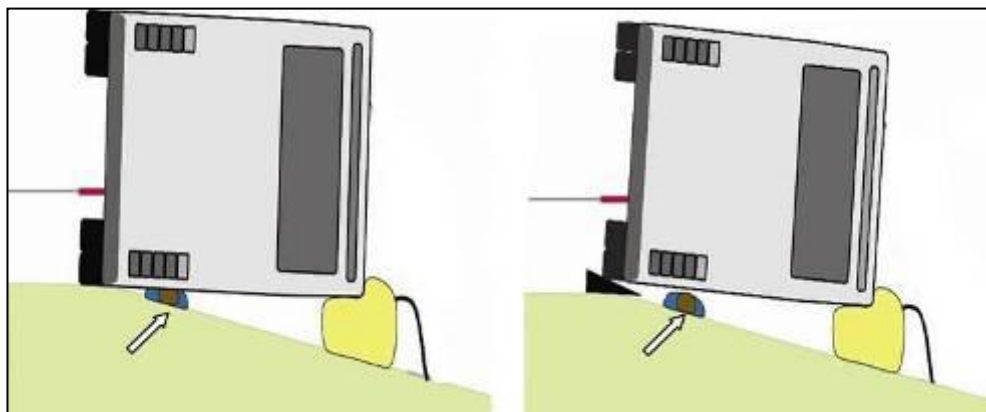
- (i) Hjulen och hjulaxlarna är konstruerade för att huvudsakligen ta upp krafter i längdriktningen.
- (ii) Framhjul och medsvängande bakaxel är instabila punkter.
- (iii) Fjädringssystemet kan vara instabilt och byta läge under insatsen beroende på trycket i systemet.

Mothållsvajrarna bör fästas lågt eftersom praktiska försök har visat att det ger minst risk för att bussen ska glida iväg under det följande lyftet. Vajern ska till en början vara något spänd, och spänningen ska justeras kontinuerligt under det följande lyftet när bussen börjar resa sig på kilblocken. Man kan lägga en filt över vajern för att minska risken om vajern skulle brista. Om bussen börjar glida av någon orsak, exempelvis nerför en slänt, kan man också hålla emot på detta sätt. De vanliga säkerhetsföreskrifterna gäller också.

I vissa fall kan evakueringen göra att bussens tyngdpunkt flyttas så att det finns en risk för oönskade eller oväntade rörelser. Då kan en kompletterande fixering med spännband bidra till att hålla bussen stabil.



Figur 8.2. Översiktsbild som visar hur en buss på sidan kan stabiliseras med vinsch och vajer. Planera så att ambulansernas väg till närmaste sjukhus inte blockeras, dvs. ha inte vägen till sjukhuset på ena sidan om vajern och ambulansen på den andra om det inte går att ordna en lättillgänglig alternativ väg.



Figur 8.3. Schematisk beskrivning av hur bussen vid lyftet ska resa sig upp på kilblocken för att minska trycket på personer som är klämda långt in under bussen. Om de kilformade blocken inte placeras korrekt kring hjulen, eller inte slås in så långt det går, kommer bussen inte att resa sig på det avsedda sättet. Pallningsvirke är inte inritat i figuren.

8.2. Tillträde

Det är viktigt att insatspersonalen så snabbt som möjligt kan komma in i, och under, bussen för att ta hand om de skadade. Dessutom bör en säkerhetsman finnas i bussen under det fortsatta arbetet för att ansvara för säkerheten för personal och drabbade inne i bussen. Han eller hon kan också hjälpa till med att öppna nödutgångar och takluckor (Figur 8.4), ta upp håll i bussen och liknande aktiviteter. I ett läge där bussen vält, dvs. rollat 90 grader, är det vanligt att nödutgångarna är blockerade eller svåra att använda.



Figur 8.4. På en modern buss ska takluckorna kunna användas som nödutgång. De har ofta måtten 50 x 80 cm, men kan ibland vara något mindre. Från och med 2018 gäller enligt ECE R107-06 reglementet minimum 60x70 cm (420000mm²) De kan öppnas både inifrån och utifrån. På utsidan sitter ofta ett rött handtag som man kan öppna luckan med. På insidan är det vanligt att takluckan är säkrad mot vandalism med en plomberad vajer eller någon annan typ av säkring i luckans bakkant.

När bussen ligger på sidan är dörrarna oftast blockerade, och då är takluckorna, samt fram- och bakrutorna tänkbara vägar för människor att ta sig in och ut. Om de skadade är många och det tar lång tid att nå alla, bör man snabbt skapa fler tillträdesvägar. Exempelvis kan man ta upp öppningar i taket (se Figur 8.5) vilket bara består av en tunn plåt, lite isolering och en inte alltför kraftig fackverksram i stål eller aluminium. Effektivast är att ta upp ett avlångt hål mitt på taket mellan hatthyllekanterna. Då slipper man gå igenom kablar, luftkanaler etc. som oftast går längs sidorna. Hålet bör vara minst 1,5–2 meter i bussens längdriktning vilket innebär att man sågar igenom åtminstone en av takbågarna (Figur 8.5). Detta ger normalt en tillräckligt stor öppning.

Under det arbetet bör personalen och de drabbade skyddas så att de inte skadas av sågklingen eller får metallspån och annat skräp över sig. Därför bör säkerhetsmannen från insidan direkt häfta upp ett plastskynke och använda exempelvis en bårbräda som skydd mot klingen vid håltagningen. Plastskynket ger dessutom möjlighet att behålla värmen i bussen och minska nedkylningen av de skadade under det fortsatta arbetet. En tränad besättning med en cirkelsåg bör kunna ta upp ett sådant hål i taket på mindre än två minuter. Om man använder sågens maximala skärdjup kommer man normalt igenom alla strukturer i ett snitt. Givetvis kan s.k. tigersåg användas istället för en cirkelsåg, men det tar betydligt längre tid. Dessutom är en cirkelsåg lätt att hantera och kräver inte så mycket förkunskaper. Tigersågen däremot kräver goda förkunskaper, sågar djupare (vilket kan skada personer inne i bussen) och bladen bryts ofta.

Försök har visat att ljudnivån inne i bussen är acceptabel under sågningen och troligen bidrar isoleringen till att dämpa ljudet. Vid försöken har sågspånet inte antänt dieselbränsle, vilket innebär att sågningen sannolikt inte utgör en brandriskfaktor.



Figur 8.5. Räddningspersonalen rekommenderas att såga upp ett hål i busstaket. Med hjälp av en cirkelsåg tar det två minuter att ta upp en öppning så att personalen får tillträde och de skadade i centrala delen av bussen smidigt kan evakueras.

Om en buss ligger på sidan med drabbade personer i kläm under finns fyra lyftmetoder som rekommenderas:

- Lyft med två hydraulcylindrar som sätts i takluckornas hörn.
- Lyft med korta hydraulcylindrar som sätts mot takets längsgående sidostruktur.
- Lyft med två luftkuddar.
- Lyft med en luftkudde.

Den förstnämnda metoden är flera gånger snabbare än att lyfta med luftkuddar, medan metoden med korta hydraulcylindrar hamnar mellan dem när det gäller snabbhet (beroende på terrängen). Metoden med två hydraulcylindrar kräver minst personal och kan ofta användas på turist- och linjebussar med stålkaross. På bara några minuter kan man lyfta meterhögt och samtidigt säkra lyftet. En buss med aluminiumkaross eller en nitad kaross av rostfritt stål klarar dock inte motsvarande lyft eftersom takluckans ram inte håller. Däremot är takets sidostruktur, särskilt i höjd med sidostolparna, så stark att den håller att lyfta mot. Detta lyft tar dock längre tid än det förstnämnda eftersom man kan behöva ”förlyfta” med spridare eller med Vetterkuddar® (se Figur 8.10). Man kan också behöva gräva för att få in en kort hydraulcylinder under bussen och därför krävs ofta mer personal. Detsamma gäller lyft med luftkuddar. Oavsett vilken lyftmetod man väljer är det mycket viktigt att hela tiden följa med och noggrant palla med pallningsvirke. Detta förhindrar att bussen faller ner om någon slags kollaps skulle inträffa vid någon av lyftpunkterna.

8.2.1. Lyft med hydraulcylindrar mot takluckans ram

Metoden med hydraulcylindrar kan användas på en buss med stålkaross, men olika bussfabrikat kan ha olika hållfasthet i takluckans ram. Först ska bussen stabiliseras med kilblock och vajer enligt beskrivningen ovan. Parallellt med stabiliseringsarbetet förbereds själva lyftet. Två hydraulcylindrar med basal förlängare placeras i vardera takluckans hörn, vilket fördelar krafterna lika mellan lyftpunkterna så att ett snabbt och stabilt lyft kan genomföras (Figur 8.6). Genom att använda pallningsvirke säkras mot kollaps och man kan sedan arbeta med att rädda personer under bussen. Hydraulcylindrarna ska placeras så vertikalt som möjligt för att undvika att få oönskade sidokrafter som kan förskjuta bussen i sidled. Givetvis måste man ta hänsyn till terrängen på platsen och till bussens läge. För att hydraulcylindrarna inte ska glida mot underlaget kan man använda en mothållsplatta med förankringsspikar (Figur 8.7). Kraften för att lyfta och säkra en buss med passagerare beräknas vara 20–60 kN (motsvarande 2–6 ”ton”) i varje lucka. Om cylindrarna och stöttorna placeras enligt ovan är takluckans ram i en buss med stålkaross oftast så stark i hörnen att den tål denna belastning, åtminstone om bussen rollat mindre än 90 grader – detta gäller enligt beräkningar som Volvo gjort för sina bussar byggda i stål.

Om bussen däremot har en kaross av aluminium- eller rostfritt stål- är risken stor att plåten kring luckan fläks upp eftersom strukturerna bara är nitade. De stabila punkterna på dessa karosser är främst longitudinalbalkarna utefter takets sida, och därför bör de användas för stabilisering och lyft. Se avsnitt 8.2.2.



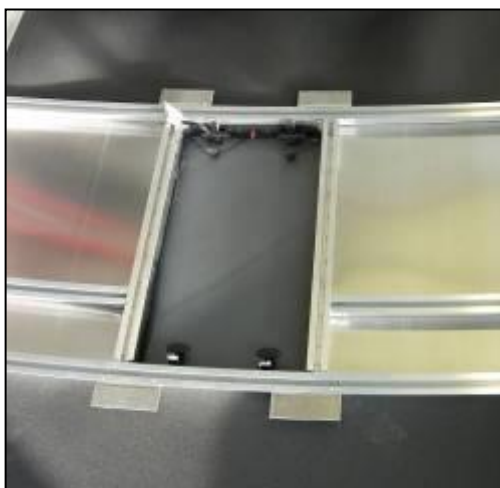
Figur 8.6. Med hjälp av två hydraulcylindrar som placeras i var sitt hörn av takluckan kan man snabbt och stabilt lyfta en buss med stålkaross. Effektiv pallning är nödvändig för att öka säkerheten om strukturen ändå skulle kollapsa. Bilden till höger visar hur pallningen kan se ut, med kilformade ”cribbingblocks®” (inringat) överst för att få en god passning mot karossen.



Figur 8.7. En mothållsplatta med förankringsspikar förhindrar att hydraulcylindrarna glider eller sjunker ner i marken.

8.2.2. Lyft med korta hydraulcylindrar som ansätts mot takets laterala sidostruktur

Metoden med korta hydraulcylindrar går att använda för att lyfta bussar av alla typer. En aluminiumkaross har ofta starka längsgående strukturer utefter takets kant som tål att lyfta i (Bilaga 1). På sådana bussar, liksom på bussar i rostfritt stål, är dock takluckans ram i många fall endast nitad till omgivningen och håller därför inte att lyfta i eller stabilisera mot (Figur 8.8).



Figur 8.8. Takluckans ram i en buss med aluminiumkaross är oftast bara nitad till omgivningen och har därför inte tillräcklig hållfasthet för att stabilisera mot eller att lyfta i.

I de flesta fall borde det gå att få in en kort hydraulcylinder någonstans mellan marken och takets sida (Figur 8.9). Eventuellt kan man behöva gräva lite, eller förlyfta med en spridare, eller med en eller två lyftkuddar typ Vetterkuddar® (Figur 8.10). Om det krävs ett förlyft är spridaren det snabbaste alternativet. Vetterkuddarna® får placeras maximalt två på varandra. En sådan lyftkudde kan lyfta 2–12 ton (beroende på typ) cirka två decimeter. Lyftkraften avtar dock med lyfthöjden eftersom det blir en allt mindre yta som lyfter pga kuddens tilltagande ”rundning”. Vetterkudden® placeras med två tredjedelar av kuddens yta under det som ska lyftas. Kudden kan i ogynnsamma fall skjutas iväg och därför ska inga människor befinna sig i riskzonen vid lyftet (Statens Räddningsverket, 1995).



Figur 8.9. Lyft med en kort hydraulcylinder. Genom att applicera en kort hydraulcylinder mot takets långsida kan lyftet snabbt påbörjas. De stabilaste punkterna är där stolparna ansluter.



Figur 8.10. Vetterkuddar® kan användas till ”förlyft” för att sedan lättare få in en hydraulcylinder.

Om det behövs kan man efter det första lyftet välja att lyfta högre med hjälp av en hydraulcylinder som har längre slaglängd (Figur 8.11 och 8.12). Man försäkras sig mot kollaps genom att använda pallningsvirke som visas i Figur 8.12.



Figur 8.11. Det är en fördel att applicera lyftkraften så brett som möjligt över tak balken, särskilt vid högre lyft.



Figur 8.12. Lyftet slutfört med hydraulcylindrar med lång lyfthöjd och lyftet är säkrat med pallningsvirke fram och bak.

8.2.3. Lyft med två luftkuddar

Luftkuddar kan vara ett annat alternativ, speciellt för att lyfta bussar med aluminiumkaross eller kaross i rostfritt stål. Kuddarna placeras längst fram mot B-stolpen och längst bak mot bussens bakparti (Figur 8.13). För att få in de stora luftkuddarna kan man behöva ”förlyfta” med en Vetterkudde®. Ett lyft kräver ungefär 3 200 liter luft, vilket motsvarar två av räddningstjänstens så kallade luftpaket.

Det är viktigt att lyfta samtidigt fram och bak. I annat fall kan bussen vrida sig under lyftet och ytterligare skada människor som hamnat under den. Av säkerhetsskäl är det också viktigt att hela tiden stabilisera och säkra lyftet genom att kontinuerligt palla med pallningsvirke (jämför med Figur 8.6 och 8.12.). Om de kilformade blocken placeras korrekt på hjulsidan får man ett lyft som ger tillträde till hela området under bussen, eftersom den reser sig och balanserar på blocken (Figur 8.3).



Figur 8.13. Lyft med två lyftkuddar Bilden visar hur en buss med stålkaross lyfts med hjälp av två lyftkuddar. På bilden saknas dock pallningsvirke.

8.2.4. Lyft med en lyftkudde

Vid lyft med endast en lyftkudde ska den placeras vid bussens tyngdpunkt (Figur 8.14). Metoden passar bäst för bussar med mittmonterad motor. För att lyftet ska bli riktigt stabilt måste man noggrant stabilisera bussen med kilformade block på hjulsidan. Även vid denna metod måste man följa efter med pallningsvirke. Det är viktigt att pallningen höjs i takt med lyftet, för om bussen vill vrida sig, eller om kudden går sönder, finns annars en stor risk för att busskarossen faller ner.



Figur 8.14. Lyft med en lyftkudde placerad i höjd med bussens tyngdpunkt. I detta fall lyfts en buss med mittmonterad motor och stålkaross. Det är viktigt att stabilisera lyftet framtill och baktill för att hålla bussen stabil om den vill vrida sig eller om kudden brister.

8.3. Evakuering

En buss som ligger på sidan innebär en utmaning för insatspersonalen. För det första kan det finnas levande personer som kastats ut ur bussen och klämts fast under den. Dessa måste frigöras så snabbt som möjligt. För det andra är det en utmaning att evakuera skadade ur själva bussen eftersom man inte kan använda mittgången på vanligt sätt för att ta sig fram. Om personalen inte är förberedd på dessa problem och har tränat för att kunna hantera dem kan räddningsarbetet ta onödigt lång tid vilket kan få grava konsekvenser för personer med allvarliga, svåra och kritiska skador.

Vid busskrascher, särskilt när bussen har vält – rollat – kan de drabbade som inte använt säkerhetsbälte ligga i högar mot den lägsta sidan. I ett sådant läge kan man känna sig tvingad att lyfta ut de drabbade i tur och ordning vartefter man avancerar in i bussen. Att arbeta i så trånga utrymmen ställer dock speciella krav på taktik och teknik. Det kan också vara väldigt svårt för insatspersonalen att ta sig fram (Figur 8.15) eftersom de kan vara tvungna att kliva på glasrutor och ibland röja sig väg bland inträngda föremål och skadade personer. Takluckorna ska ju kunna användas för nödevakuering, men tyvärr är de trånga och det är ofta svårt att manövrera en skadad person på bår ut genom luckan. Arbetsställningen blir ofta svår och man måste klippa bort stolar och andra strukturer för att skapa utrymme. Därför bör man söka snabbare och effektivare vägar för att ta sig in och ut. Om föremål som exempelvis timmerstockar trängt in i bussen blir situationen ännu svårare och taktiken måste anpassas till situationen.



Figur 8.15. Att arbeta i en buss som ligger på sidan kräver en speciell taktik som bör anges i ledningens inriktningsbeslut.

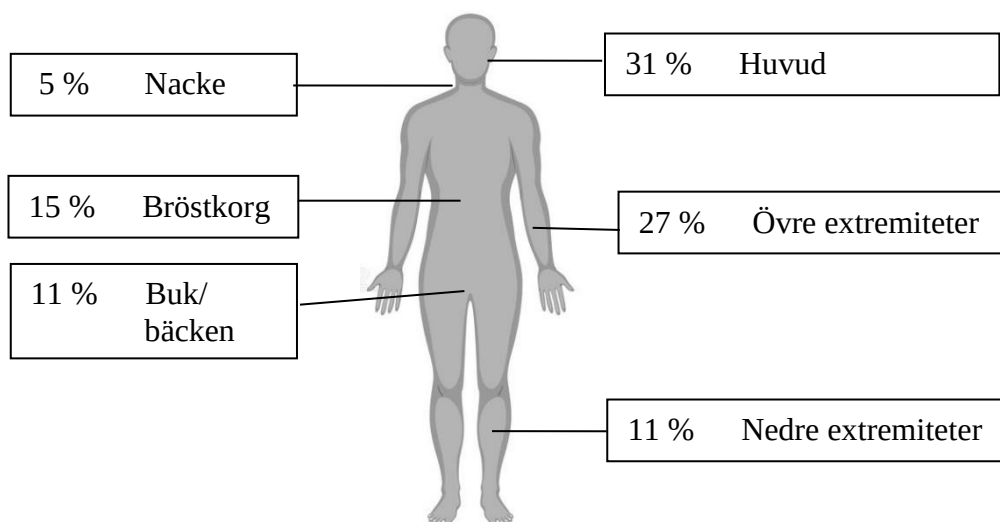
8.3.1. Vilka skador kan man vänta sig?

Albertsson et al. (2006) har djupstuderat tre typiska singelkrascher där bussen vält åt höger (så kallade roll over-krascher) och sammanlagt 128 personer skadats. Analysen gav följande skadepanorama:

Lindrigt skadade	(MAIS = 1)	45 %
Moderat skadade	(MAIS = 2)	34 %
Allvarligt eller svårare skadade	(MAIS = 3+)	21 %

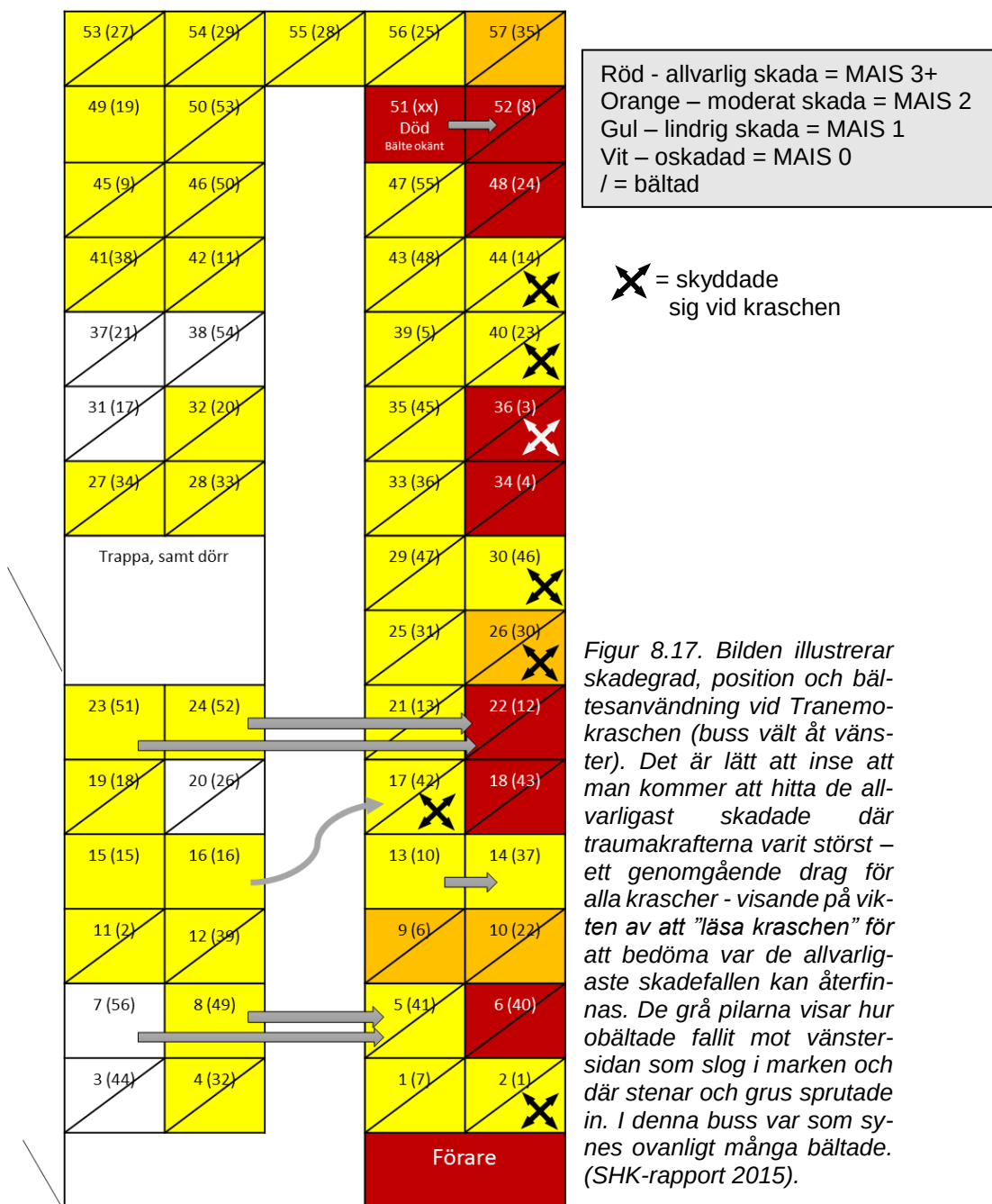
Generellt innehåller gruppen MAIS 3+ personer med så allvarliga skador att de behöver intensivvård. I det analyserade materialet avled en fjärdedel av människorna i denna grupp. Värst drabbades de som helt eller delvis kastats ut vid kraschen, där ungefär hälften avled. Var sjätte av de som var kvar inne i bussen hade allvarliga, svåra eller kritiska (MAIS 3+) skador. Dessa skador var vanligast (en tredjedel) hos dem som satt närmast fönstret på den sida som landade i diket. Om kraschförloppet också innebar ett plötsligt stopp i längdriktningen var det passagerarna längst fram i bussen som hade de allvarligaste skadorna (Albertsson et al., 2006; Albertsson och Björnstig, 2002).

I genomsnitt hade de drabbade två skador per person, varav drygt en tredjedel hade skärskador från krossat glas. Skadornas lokalisation framgår av Figur 8.16. Huvudskadorna utgjorde en tredjedel av alla skador. Man kan observera att cirka 60 procent av personerna med huvudskador hade en hjärn-skada (oftast hjärnskakning) eller en intrakraniell blödning. Trots att nackskador ofta hänger samman med allvarligare skullskador var moderata eller allvarliga (AIS 2+) nackskador sällsynta i detta material. Av skadorna i bröst-korgsområdet utgjordes hälften av revbensfrakturer medan några enstaka personer hade kotfrakturer i bröst- respektive ländrygg. Extremitetsfrakturer var vanligast på armarna, varav var fjärde skada utgjordes av en fraktur-, amputations- eller krosskada. De dödliga skadorna drabbade framförallt bröst-korg och huvud (Albertsson et al., 2006).



Figur 8.16. Bilden visar hur skadorna fördelades på olika kroppsdelar hos 128 skadefall med 277 skador. Skadorna kom från tre typiska singelkrascher av typen 90 graders roll-over åt höger (Albertsson, 2006).

När föremål trängt in i bussen såsom vid krascherna i Tranemo eller vid Indal kommer givetvis skadebilden att bli annorlunda, eftersom de mest exponerade kommer att träffas av inträngande stenar och jord eller stockar plus att de ådrar sig en betydande mängd skärskador från korsade rutor i Figur 8.7 visas vilka platser där de skadade med olika skadegrad har suttit.



8.3.2 Evakuering – taktiska frågor

En buss som ligger på sidan är det i särklass vanligaste vid stora busskrascher (över 80 procent) och utgör en taktisk utmaning för räddnings- och ambulanspersonalen. Den taktiska dispositionen ska präglas av snabbhet, teamarbete och insatser som utförs parallellt. Genom att arbeta på rätt sätt kan man spara mycket tid, vilket vår testserie också visade. Resultaten redovisas nedan. Inriktningsbeslutet bör ta hänsyn till att det kan vara utomordentligt bråttom att få bort eller lätta på ett potentiellt dödligt tryck som drabbat klämda personer. Dessa personer kan finnas både under och i bussen. De som återfinns under bussen dras sannolikt relativt lätt fram efter att den lyfts enligt någon av metoderna ovan. Man kan komma ihåg att det faktiskt finns cirka 50 procents chans att finna överlevande även under bussen.

När det gäller inriktningsbeslutet om evakuering av drabbade inifrån bussen kan det vara värdefullt att veta vilket som går snabbast: att evakuera drabbade i ”den ordning de ligger” eller att evakuera i prioriteringsordning. I verkliga händelser har insatspersonalen sällan gjort någon prioritering som följer ”skolboken” och PS-konceptet. Standardiserade försök som utförts i detta utvecklingsprojekt kan ge en uppfattning om tidsförhållandena. Försöken gällde personer med ett typiskt skadepanorama enligt Albertsson data ovan. De evakuerades med hjälp av tränade ambulansbesättningar som gick in i sina respektive sektorer genom antingen fram- eller bakrutan. Prio 3-fallen som själva kunnat ta sig ut ur bussen är exkluderade i försöket.

Försöket genomfördes med 22 bårfall, jämt spridda ur prioriteringssynpunkt, 8 stycken med prio 1 och 14 med prio 2. Eftersom den totala komplikationsrisken beror på antalet personer och hur länge de befunnit sig i bussen, blir antalet personminuter i bussen en intressant faktor. Resultaten visade att de 8 prio 1-fallen totalt tillbringade 20 personminuter kortare tid i bussen när de evakuerades först, dvs. i prioriteringsordning. Denna vinst fick man dock betala med totalt 2,5 persontimmars längre tid i bussen för de 14 prio 2-fallen. Resultatet leder till en del svåra överväganden. Hur många av prio 2-fallen hinner försämrans medan man evakuerar skadade med högre prioritet? Finns en risk att skada en prio 2-person som personalen kliver över eller flyttar på för att få ut prio 1-fall? En kompromiss kan i dessa fall vara att snabbt flytta de prio 2-fall som mest hindrar evakueringen av prio 1-fallen, och att sedan evakuera prio 1-fallen först.

Försöket visade att den totala tiden för att evakuera 22 bårfall var 4–5 minuter längre om evakueringen gjordes i prioritetsordning, jämfört med snabbevakuering i ”turordning”. I försöken tog den senare varianten 15–16 minuter (snabbevakuering både framåt och bakåt). Dessa tider gäller dock endast i detta speciella fall och med erfaren personal som fått mycket träning i liknande situationer.

Det går alltså inte att entydigt säga vad som är rätt eller fel, utan strategin måste situationsanpassas.

Ett sätt att korta evakueringstiden och öka flödet är att öppna ett stort hål i taket enligt Figur 8.18 och evakuera människor också genom denna öppning i centrala delen av bussen. På så sätt kan evakueringstiden bli betydligt

kortare, förutsatt att det går att ordna ett kontinuerligt flöde av skadade och att det finns tillräckligt med mottagande personal utanför bussen.

Det är också viktigt att personalen är väl samövad, vilket följande exempel visar. Om en öppning i taket kan tas upp på två minuter kan fyra ambulanssjukvårdare fram respektive bak evakuera samtliga 22 bårfall enligt ovanstående skadebild inom cirka nio minuter. Om håltagningen däremot tar sex minuter rubbas flödet och evakueringstiden blir minst 50 procent längre. Dessa fakta visar hur viktigt det är med en central öppning och samövade räddnings- och ambulanssteam. Ledstjärnan måste vara att i alla led minimera tidsåtgången så att evakueringen går så fort som möjligt. De första test-evakueringarna. Utan något hål i mitten av taket och utan föregående träning eller övning tog evakueringen omkring 50 minuter. Med ett hål i taket, upprepade övning och erfaren personal minskade den tiden till nio minuter.



Figur 8.18. Evakuering genom ett hål i busstaket Med en central öppning i taket kan man få ett effektivt flöde av utrustning och skadade till och från centrala delen av bussen. Detta kräver tillräckligt med mottagande personal utanför bussen och ett genomtänkt flöde av utrustning. Exempelvis ska spine-boards som matas in vara vända åt rätt håll för att undvika extra vändningar inne i bussen. Om en skadad i främre delen ligger med fötterna framåt, ska bårn matas in med fotdelen först. Då blir det lätt att snabbt att dra upp den skadade på den.

8.3.3. Evakuering – teknik

Det är en svår uppgift att arbeta i en buss som ligger på sidan. Exempelvis kan det i vissa lägen vara svårt att använda vanlig utrustning som en spine-board, och ofta kommer man bara åt att göra enkla klädlyft i det trånga utrymmet. Det är heller inte alltid lätt att stabilisera nacken på de skadade, men å andra sidan är det inte så vanligt med allvarliga nackskador vid busskrascher

av denna typ (Björnstig et al., 2005). Därför bör manuell stabilisering vara det bästa inne i bussen, och sedan fixeras nacken utanför. Tekniken med en lakansslynga enligt Figur 7.6 kan givetvis också användas i denna situation.

Om bussen ligger på sidan kan man troligen ta sig fram genom att gå på rutorna, förutsatt att de är hela. Erfarenheter från en verklig händelse visar också att rutorna höll för detta (Albertson, 2002). Om det finns möjlighet kan det dock vara bra att successivt lägga ut ett brädunderlag att gå på. Det svåraste är antagligen att ta sig fram i en buss som vält 45 grader eftersom man då inte har något naturligt basplan att gå på.

Det blir lättare att ta hand om skadade i trånga utrymmen om man använder en slynga, antingen en lakansslynga enligt ovan eller enklare band enligt Figur 8.19. På detta sätt kan man lättare ”dra upp” den skadade på en spine-board eller liknande. De drabbade upplever också ofta att detta är bekvämare än ett klädlyft.



Figur 8.19. Genom att anlägga slyngan på det sätt som illustreras på bilden underlättas omhändertagandet i trånga utrymmen.

Inne i bussen kan man försöka att förflytta skadade på en spine-board genom att låta baren glida på bagagehyllans kant (Figur 8.20).



Figur 8.20. Bilden visar hur man i en buss som ”rollat” 90 grader kan låta en spine-board glida på bagagehyllan för att underlätta lyft och evakuering av skadade.

Personer som sitter fast i säkerhetsbältet är ett särskilt problem. Om de hänger i bältet måste man vara uppmärksam på en eventuell fallhöjd och personen måste fångas på ett lämpligt sätt, så att han eller hon inte skadar sig själv eller någon annan, ytterligare. Två metoder visas i Figur 8.21 och 8.22, varav den första oftast upplevs som mest skonsam av den skadade. Bältet måste ibland skäras av eftersom låset kan vara svårt att öppna.



Figur 8.21. En metod för att ta ner en person som hänger i bältet, varvid den drabbade stöds av räddningsmannens egen kropp vid nedtagningen.



Figur 8.22. Bilderna visar ett annat sätt att ta ner en drabbad som hänger i bältet, genom användning av kort bräda.

Ibland är det nödvändigt med speciella stabiliseringsåtgärder så att bussen inte ska röra på sig när tyngdpunkten förskjuts varefter personer evakueras, eller förflyttar sig i bussen. Detta måste avgöras från fall till fall.

KOM IHÅG-RUTA

- Insatsen bör planeras så att flera moment genomförs parallellt. Målet är att så snabbt som möjligt få in sjukvårdspersonal till de skadade och snabbt evakuera de drabbade.

Räddning av skadade under bussen:

- Om en eller flera rutor är trasiga kan passagerare ha kastats ut och befinna sig under bussen.
- Personer klämda under bussen, även om de är medvetslösa, kan gå att rädda om trycket snabbt avlägsnas.
- Stabilisera bussen tidigt och säkert med kilformade block, och mothåll med vinsch eller spännband.
- Lyft bussen med hydraulcylindrar eller luftkuddar och stabilisera med pallningsvirke, kilblock eller stöttor.
- Om man inte har tillgång till någon lyftanordning är det viktigt att direkt ta kontakt med bärgningsfirmor eller andra företag som har sådan utrustning.

Räddning av skadade inne i bussen:

- Insatspersonalen ska snabbt in i bussen. Detta sker enklast genom befintliga rutor eller luckor. Observera att framrutan ofta är tillverkad av laminerat glas och måste sågas upp.
- Tillträde och evakuering går mycket lättare om man snabbt tar upp relativt stora öppningar centralt i taket.
- Arrangera ett optimalt och snabbt flöde av utrustning och skadade genom de tillgängliga öppningarna.
- Sjukvårdspersonal sänds in i den främre (fyra personer) respektive bakre sektorn (fyra personer) för att snabbt evakuera de skadade. Utanför bussen krävs tillräckliga supportresurser för att få ett bra flöde.

9. Insats - buss upp och ner

Det är relativt sällsynt att en buss hamnar upp och ner efter en krasch, men när det händer innebär det krav på speciella överväganden och taktiska dispositioner. Speciellt om taket kollapsat (Figur 9.1), som vid kraschen utanför Arboga 2006, kan de åkande ha drabbats av ett högenergivåld som leder till många svåra skador. Dessutom finns en risk att personer utan allvarliga skador hamnat i kläm och kan avlida pga. att de inte kan andas. Vissa av de som avled vid Arbogakraschen (SHK, 2007) hade allvarliga bröstkorgsskador, men majoriteten hade inga dödliga skador utan avled pga. att de klämdes fast mellan olika strukturer och i längden inte orkade andas. År 2007 inträffade en liknande krasch i Tyskland där 13 personer dog och cirka 30 skadades. Även i Spanien har sådan krasch inträffat.

Dessa händelser utgör en svår utmaning för räddningspersonalen och ibland måste nya innovativa metoder tillämpas för att lösa problematiken.



Bild 9.1. Taket trycks ofta ner och förskjuts i sidled när en buss utsätts för en 180 graders roll-over krasch som bilderna illustrerar. Översta bilden är från Arboga-kraschen och nedersta från den tyska kraschen.

Bältade personer, eller personer som av andra anledningar blir hängande upp och ner, utsätts för allvarliga fysiologiska förändringar (Månsson et al, 2001). Bukens organ kommer att pressa mot och komprimera bröstkorgens inre organ medan blodet förs från benen och bukorganen mot huvudet och bröstkorgen. Detta påverkar funktionen hos bröstkorgens organ så att exempelvis blodtrycket stiger och andningskapaciteten blir sämre. Trycket i hjärnan stiger mot det dubbla och staspapiller i ögonen utvecklas. Dessa förändringar kommer inom fem minuter. Alla dessa faktorer bidrar till att försämra tillståndet för en skadad person, särskilt om han eller hon dessutom har skador i huvudet eller i bröstkorgen.

Om bussen ligger upp och ner finns också en särskild risk att bränslet läcker ut och kontaminerar de skadade och skadeplatsen, samt ökar brandrisken. Denna kraschtyp är svår att effektivt hantera och kräver att insatspersonalen är snabb, kunnig och uppfinningsrik.

9.1. Stabilisering

För att stabilisera en buss som ligger upp och ner ska kilformade block placeras och slås in på båda sidor under bussens tak. Slå in dem ytterligare ”ett varv” för att få alla block riktigt stabila.

Stabiliseringsstöttor placeras fram och bak på vardera sidan om bussen (Figur 9.2). Eftersom bussens ram, underrede och motor befinner sig högt upp blir också tyngdpunkten hög, vilket gör att bussen vill svaja vid lyftet. Det krävs minst fyra stabiliseringsstöttor som bör appliceras så högt som möjligt för att ge största möjliga stabilitet. Slå hål i plåten vid någon längsgående balk och sätt den luftassisterade stabiliseringsstöttan mot balken (Figur 9.2). Ett spännband kan ytterligare säkra bussen under arbetet. Om bussen dessutom lutar, eller kan glida, bör den också stabiliseras med hjälp av vajer och vinsch. Om vajern fästs högt får man iaktta en viss försiktighet när man spänner den så att bussen inte tippas.



Figur 9.2. Stabilisering av buss som ligger upp och ner. Bilderna visar hur stabiliseringsstöttor och kilformade block kan placeras för att stabilisera en buss som hamnat på taket, samt hur lyftande hydraulcylinder kan placeras. Balken man lyfter mot är relativt stark i detta område.

9.2. Tillträde

När bussen hamnat upp och ner har sannolikt sidorutorna krossats, vilket kan ge en snabb väg in om taket inte har tryckts ner. Ibland går det också att öppna en dörr.

Om taket har tryckts ner bör man öppna upp passagerarutrymmet genom att expandera utrymmet mellan taket och karossen. Med hydraulcylindrar, minst två på varje sida, kan man sära på tak och resten av karossen. Ett annat alternativ är att använda luftkuddar för att trycka isär taket och karossen (Figur 9.3). Om utrymmet är för litet för att få in dessa redskap kan man börja med att sära på strukturerna med hjälp av en hydraulisk spridare. För att lätta på trycket mot de klämda kan man också använda en lyftkran, eller något slags maskin som har stor lyftkapacitet, om det går att snabbt få tillgång till en dylik. Observera att bussen kan ha en tendens att svaja om den inte är tillräckligt stabiliserad, eftersom tyngdpunkten ligger så högt.

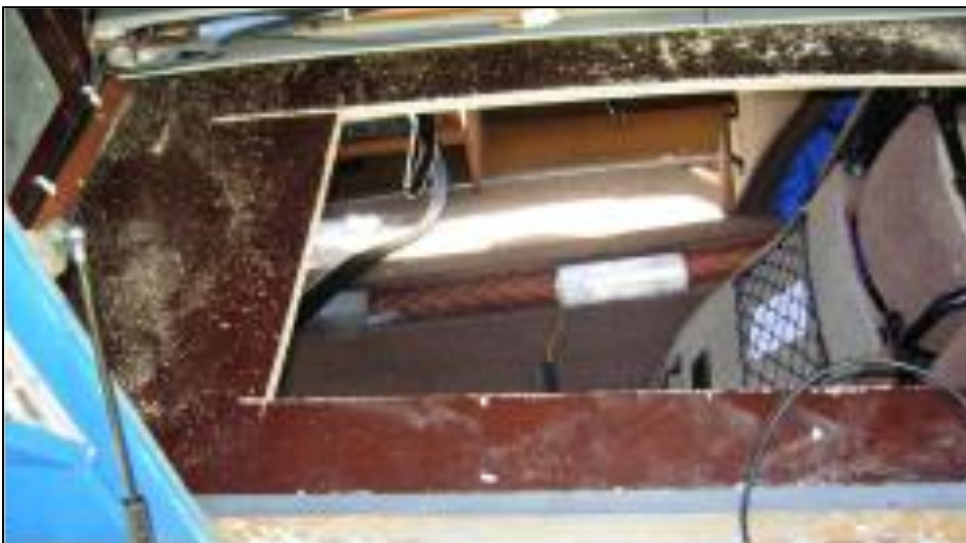


Figur 9.3. Två metoder för att öppna upp mellan tak och kaross på en buss som ligger upp och ner med intryckt tak. Övre bilden visar användning av en hydraulcylinder och den nedre visar användning av en luftkudde som klämts in på lämplig plats.

Man kan också skaffa sig ytterligare tillträdesvägar genom att med en cirkelsåg eller en tigersåg öppna ytterplåten på bussens sida under fönstren, klippa fackverksbalkarna och trycka undan isolering och innerpanel. I enstaka fall kan man såga sig genom golvet som på vissa platser endast består av plywood- eller träplatta. De ryggstöd eller stolar som är i vägen måste klippas bort. Att göra en sådan öppning bör gå på ett par minuter och att klippa ett ryggstöd går på mindre än en halv minut med ett batteridrivet klippverktyg. Genom dessa åtgärder kan man ta sig in i bussen även om rutorna är krossade och taket djupt nedtryckt. Se Figur 9.4 och 9.5.



Figur 9.4. Bilden visar hur man med cirkelsåg kan ta upp luckor i bussidan. En sådan lucka kan tas upp på några minuter. En säkerhetsman och ambulanssjukvårdare kan därefter sändas in.



Figur 9.5. Bilden visar en tänkbar tillträdesväg genom golvet som brukar bestå av en träfiberplatta som lätt sågas igenom.

I vissa fall kan man överväga att göra om ”buss på tak” till ”buss på sidan” vilket innebär att man roterar tillbaka bussen till ett sidoläge. Detta tar givetvis längre tid – kanske upp mot en halvtimme – men den manövern kan i lämpliga fall ge förutsättning för både snabbare och säkrare tillträde och evakuering. Därvid används flera kilkuddar på ena sidan som roterar bussen åt motsatt håll där den tas emot av ett par vanliga luftkuddar – eventuellt kompletterade med kilkuddar (Figur 9.6 och 9.7). Stabilisering med vajer som ”håller emot” rotationen ökar säkerheten vid manövern. Viktigt är givetvis att försäkra sig om att strukturen inte kollapsar under manövern och klämmer någon.



Figur 9.6. Om man avser att rulla över bussen på sidan är det klokt att stabilisera bakpartiet med ett diagonalstag för att begränsa risken för kollaps och sidoförskjutning.



Figur 9.7. Bussen vältes med hjälp av en kilkudde och på mottagande sida tar de stora kuddarna emot. Ur dessa mottagande kuddar släpps luften sakta ut så att bussen kan rotera ner och lägga sig på sidan så att en standardevakuering av typ "buss på sidan" kan ske.

9.3. Evakuering

De drabbade evakueras genom de öppningar som skapats och med de metoder som angetts ovan. Om det finns drabbade som är fastklämda inne i bussen mellan olika strukturer kan man i många fall använda sax, spridare och bändare för att frigöra dem. Vid exempelvis Arbogakraschen hade man dock ett stort problem: när man lyfte karossen och frigjorde en person klämdes ofta någon annan. För att minimera denna risk krävs god samverkan mellan räddnings- och ambulanspersonalen. Planera också för ett smidigt flöde.

Drabbade som hänger upp och ner i sina säkerhetsbälten får glida ner på en "Höganäsbräda" eller någon annan lämpligt utrustning efter att bältet har lossats eller kapats. Se Figur 9.8. Som redan nämnts kan det vara skadligt att hänga upp och ner en längre tid, vilket man måste ta hänsyn till när insatserna prioriteras. Det är emellertid tekniskt svårt att ta ner skadade ur detta läge och man får ofta anpassa tekniken till de aktuella förhållandena (jfr Figur 8.21 och 8.22).



Figur 9.8. Bilden visar principiellt hur man kan ta ner en person som hänger upp och ner i säkerhetsbältet. Personens huvud stabiliseras manuellt på sedvanligt sätt eller med en halskrage. Därefter tas personen ner med huvudändan åt det håll som är mest lämpligt i den aktuella situationen. Givetvis kan det behövas fler personer vid detta moment än som syns på bilden.

KOM IHÅG-RUTA

- Stabilisera med kilformade block och stöttor, samt eventuellt med en vinsch eller spännband.
- Överväg om situationen är av sådan art att man måste ta till alternativet att ”rotera tillbaka” bussen till ett mera lätthanterligt sidoläge – i så fall initiera detta.
- Sänd tidigt in en säkerhetsman i bussen för att analysera status hos de drabbade och hur de påverkas under räddningsförloppet.
- Om taket är nertryckt öppnar man upp med en spridare, hydraulcylinder eller luftkudde. Det kan också vara bra att snabbt skaffa en maskin eller bärgningsbil med stor lyftkapacitet.
- Såga upp öppningar i plåten under fönstren för att ge en snabb väg in i bussen och för att underlätta evakuering.
- Klipp bort ryggstöd och säten som är i vägen.
- Inriktningsbeslutet måste ta hänsyn till att personer hängande i säkerhetsbälten, särskilt de som hänger upp och ner, kan drabbas av fysiologiska förändringar som kan förvärra framförallt skall- och bröstskador.

10. Insats - dubbeldäckare



Figur 10.1. Vid busskraschen i Sveg hamnade bussen med alla dörrar nedåt. Enda vägen för att komma ut var genom fram – eller bakruta, alternativt genom en nödlucka. De omkomna (alla barn) hade samtliga klämts under bussen, efter att ha åkt ut genom krossad ruta. Dock fanns ytterligare tre åkande som kastats ut men mirakulöst inte omkommit.

Vid en krasch med en dubbeldäckare hanteras säkring, och stabilisering på samma sätt som beskrivits i tidigare avsnitt. Det speciella med denna busstyp är att det är trång, framförallt i trapporna, men i övervåningen är takhöjden också begränsad, vilket medför betydande svårigheter att manövrera bårar och liknande utrustning. Här beskrivs först evakuering när bussen står på hjulen.

10.1. Dubbeldäckare stående på hjulen

10.1.1. Tillträde

Tillträde till **undervåningen** sker lämpligen genom dörr(ar) eller om nödvändigt genom fönster på liknande sätt som beskrivits i kapitel 7.2.

Tillträde till **övervåningen** kan ske via undervåningen och någon av trapporna till övervåningen, eller genom fönstren, varvid lämpligen ett eller flera

håll tas upp under fönstren för att ge stor öppning. Vidare kan tillträde också ske genom fram- eller bakruta.

10.1.2. Evakuering

Undervåningen: Evakuering från undervåningen kan ske på samma sätt som beskrivs kapitel 7.3. Om evakuering ska ske framåt på nedre planet finns en dörr mellan passagerarutrymme och förarutrymme (Figur 10.2), genom vilken man kan passera, för att sedan ta sig ut genom framrutan. Detta är givetvis bara möjligt om bussens front är tillgänglig och inte alltför deformerad. Dörren mellan passagerar- och förarutrymme manövreras oftast elektriskt från förarplatsen. Vid en räddningsinsats är det enklast om den kan öppnas innan strömmen brutits. Genom att klippa upp mellanväggen och utvidga ”dörröppningen” maximalt kan man sedan erhålla en evakueringsväg för bårfall framåt. De återstående alternativen är att ta sig in och ut genom den vanliga dörren eller genom fönsterrutorna (se kapitel 7.3).

Nedre planet är i första hand avsett för personer med speciella behov, varför man kan förvänta att finna personer med rörelsehinder i detta plan. Detta kan innebära ytterligare svårigheter vid evakueringen.



Figur 10.2. Busskrascher med dubbeldeckare ger speciella förhållanden. Bilden visar dörren mellan passagerarutrymmet och förarutrymmet i nedre planet på en dubbeldeckare. Om bussen vält och lagt sig på sidan så att dörrarna blockerats är detta i praktiken den enda evakueringsvägen för personer på nedre planet

Övervåningen: På denna våning är takhöjden låg, vilket ger svårigheter att manövrera bårar och annan utrustning, eller bära drabbade på bår. Ofta är det också trångt i gången på grund av att stolarna, som ofta är förskjutbara, kan vara förskjutna mot mitten. Detta sammantaget ger en ansträngande arbetsmiljö.

Det är därför en fördel att tidigt skaffa sig ett flertal evakueringsvägar för att minimera lyft och bårförflyttningar och för att få ett effektivt flöde.

Bästa evakueringsvägarna torde vara:

- genom bakrutan
- genom en sidoruta
- genom ett ”trapphus” och ut genom en dörr eller annan öppning som lämpligen görs i anslutning till en ruta i nedre våningen
- genom att med hävare lyfta ner de evakuerade

Vid evakuering från övervåningen kan två skarvstegar användas vilka ihopkopplas och förses med tre breda spännband enligt Figur 10.3.



Figur 10.3. Användning av två ihopkopplade stegar vid evakuering. Stegarna spänns ihop med tre breda spännband som inte bara håller ihop stegarna, utan också ger en bra glidyta för bårar och drabbade. I detta fall visas hur uppställningen kan se ut vid evakuering genom bakrutan.

Genom **bakrutan** sker evakueringen efter att bakre radens stolsryggar tagits bort i mitten. Därefter kan stegen föras in genom öppningen och här finns god plats mot innertaket, eftersom det inte finns några bagagehyllor i mitten. Stegen spänns fast och förankras med spännband enligt Figur 10.4. Stödbenen fälls ner för att ge den stabilitet som krävs eftersom vinkeln är brant. Den drabbade på bår kan i detta fall relativt lätt lyftas ut och därefter glida ner utefter stegen, medan man med en slynga (som i Figur 8.19) håller kontroll över nerfärden (Figur 10.5). Mottagande personal på var sin sida av stegen behöver då inte klättra upp på någon arbetsplattform eller extrastege, utan tar emot den drabbade när denne kommer ner (se Figur 10.5).



Figur 10.4. Stegens placering i bakruteöppningen. I detta fall behöver man inte klippa ner under fönstret, eftersom det är förhållandevis gott om plats mot taket i mitten av bussen och risken för att den drabbades huvud skall ta i taket är låg. Förankras med spännband (se pilar).



Figur 10.5. Evakuering på bår. De flesta bårar passar väl för att glida ner på stegen. Lämpligt är att styra nerfarten med hjälp av slynga runt den drabbades bröstborg (enligt Figur 8.19) - se pilen i vänstra bilden.

Vid evakuering genom sidorutorna i övervåningen bör man såga ner vid fönstren, samt undvika att anlägga stegens övre stödpunkt in i öppningen, då riskerar man att båren kommer så högt när den drabbade ska glida ner, att näsa och huvud kommer att ta i taket eller bagagehyllan. Stegen läggs därför inte över kanten, utan fästes med sin övre del mot "ytterväggen" strax nedanför öppningen, varvid krokar enligt Figur 10.6. användes. Detta ger också lättast möjliga lyft för personalen.



Figur 10.6. Stegens övre anläggningspunkt. Krokarna anläggs upptill för att förankra stegen i öppningen och på detta sätt underlätta evakueringen på bår.

Spännbandens krokarna vid övre fästpunkten skall vändas med ”öppningen” uppåt enligt Figur 10.6. och 10.7), för att man inte skall få en upphöjning som stegen kommer att rida på. Nedre krokarna spelar ingen roll hur man fäster eftersom bårerna normalt lyfts innan man passerat dem (se Figur 10.5). Ju bredare spännband, desto bättre stabilitet. Med tillräckligt breda band kan anordningen bli en ”slide” som man kan glida nerför även utan bår.



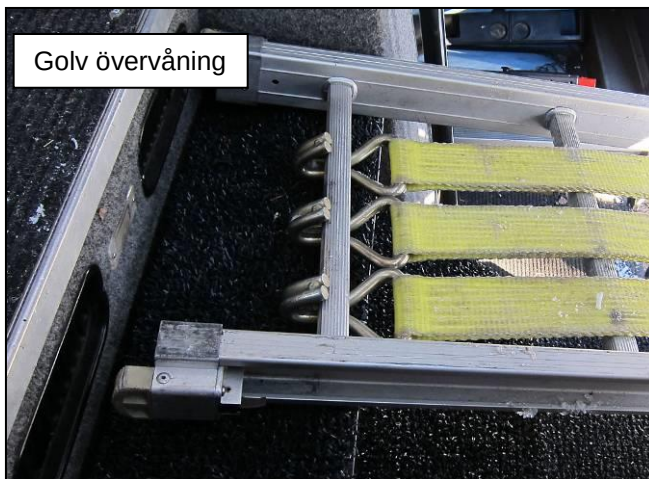
Figur 10.7. Spännband som anläggs underifrån runt stegen för säker evakuering. Notera hur krokarna fästs underifrån medan spännbandet för övrigt ligger ovan stegpinnarna (se pilarna i bilden).

Förankring av stegen mot bussen och underlaget sker genom att använda spännband (pilarna) som kan placeras enligt Figur 10.8.



Figur 10.8. Bilden illustrerar hur man med spännband (se pilarna) förankrar stegen mot en fast punkt på bussen.

Vid evakuering genom **"trapphus"** bör man börja med att ta bort ledstänger och mellanvägg samt någon stol, varvid man erhåller en betydande öppning i övervåningen, genom vilken man sedan relativt lätt kan manövrera en drabbad på bår. Avsikten är att övre stegen skall läggas på det trappsteg som är "ett steg ner", (Figur 10.9), då kan man låta båren glida fram på golvet i övervåningen, för att sedan glida vidare ner på stegen som är försedd med spännband på samma sätt som tidigare.



Figur 10.9. Evakuering genom trapphus. Stegen placeras så att dess övre punkt ligger ett trappsteg ner från golvet (undre bilden).

Hävare kan med fördel användas, varför man vid planläggningen av insatsen tidigt bör tillförsäkra sig tillgång till sådan. Man bör vara minst två i hävaren för att på ett säkert sätt kunna hantera den drabbade. Båren bör av säkerhetsskäl placeras på golvet i korgen, vilket också känns tryggare för den drabbade (Figur 10.10).



Figur 10.10. Evakuering med hävare är ett alternativ. Båren placeras lämpligen på golvet i hävaren enligt bild.

KOM IHÅG–RUTA – buss på hjulen

- Öppna om möjligt den elektriskt drivna dörren mellan passagerar- och förarutrymme innan strömmen bryts
- Skapa ett flertal evakueringsvägar från övervåningen
- Tillförsäkra dig hjälp av hävare om sådan behövs
- Påbörja så tidigt som möjligt hopkoppling av stegar
- Var proaktiv och skapa evakueringsutrymme framförallt inne i bussen
- Var noga med fastsättning och fixering av stegen
- Var minst två barmottagare utanför bussen

10.2. Dubbeldäckare liggande på sidan



Figur 10.11. Det är statistiskt stor chans att bussen har hamnat med höger sida neråt varvid dörrarna blockerats.

Om en dubbeldäckare vält (t.ex. en ”roll over” 90 grader åt höger) är de normala på- och avstigningsvägarna blockerade (Figur 10.11). Eftersom dessa bussar ofta har ett godsutrymme baktill är det givetvis svårt att ta sig in eller ut den vägen. Därför återstår bara att gå genom framrutan när det gäller tillträde och evakuering av personer på bussens nedre plan. Det finns ofta en dörr mellan passagerarutrymmet och förarutrymmet (Figur 10.2.) som gör passage med bår besvärlig. Denna dörr kan falla ner som en giljotin om bussen ligger på sidan varför den tidigt bör låsas i öppet läge. Denna väg är givetvis bara möjligt om bussens front är tillgänglig och inte alltför deformerad, vilket den kan vara i samband med en krasch mot något föremål.

Om man inte kan ta sig ut via fram- eller bakrutan blir evakueringen mycket svårare. Ett alternativ kan vara att ta sig in och ut genom de fönsterrutor som ligger uppåt i detta läge. Att evakuera drabbade denna väg torde dock vara en mycket svårt uppgift på grund av höjdproblematiken. Om rutorna inte redan har krossats kommer man att få ytterligare problem med glassplitter, vassa kanter och aviga lyft, som kräver mycket kraft. Ett sätt att evakuera som kräver begränsad kraftinsats är att låta baren glida på stolarnas sidor eller på en skarvstege enligt Figur 10.12. Att lyfta ut skadade på bår då de måste lyftas upp 2,5–3 meter över markplanet och därefter tas ner är givetvis en utmaning som kräver mycket muskelkraft och god teknik. Hävare kan vara ett hjälpmedel i denna situation.



Figur 10.12. Man kan evakuera de skadade genom att låta baren glida på stolarnas sidor mot mittgången, eller ännu hellre, glida på en skarvstege för att slutligen passera ut genom framrutan. Då måste dörren till förarutrymmet först ha borttagits. Bandet som man kan dra ut den drabbade med är applicerat runt den drabbades bröstorg.

Man kan också överväga att ta sig upp/ut via trappan mellan våningarna. Denna väg är mycket trång och sannolikt endast möjlig om bussen ligger så att trappan är ”nedåt” då man efter diverse strukturrensning kan ha möjlighet att passera med en bår (Figur 10.13).



Figur 10.13. Det finns en möjlighet att evakuera skadade genom den trånga trappan mellan våningarna. Dock är det trångt och tungt, men med en stege som support och ett dragband kan det ändå fungera hyfsat om bussen ligger så att trappgångsen är "nedåt"

Återstående alternativ som kan vara en bra lösning är att låta drabbade från undre våningen passera genom ett hål, som tas upp i golvet mellan våningarna, och sedan ut genom ett hål i taket, på samma sätt som visats tidigare. Man märker ut var man önskar ta upp hålet genom att borra markeringar enligt Figur 10.14. Man kan sedan såga upp ett hål mellan våningarna för att få en rimlig öppning, se Figur 10.15. Golvet på övervåningen kan vara belagt med ett segt kontaktlim och slitmaterial, som har en tendens att klibba igen och fastna i sågklingan.

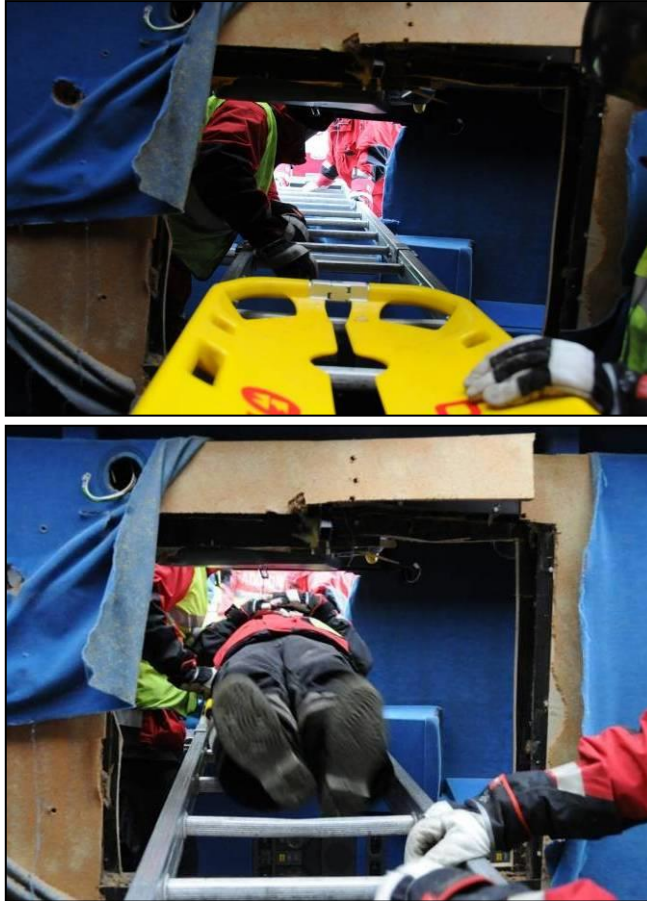


Figur 10.14. Man märker ut var hålet i golvet ska tas upp genom att borra i "hörnen" för att därefter såga upp ett rymligt hål mellan borrhålen.



Figur 10.15. Luckan sågas upp, men den sega beläggningen på golvet i övervåningen kan kleta igen sågklingan.

Genom att lägga en stege som glidbana från undervåningen och genom hålen i golvet mellan våningarna och ut genom taket, fås en praktisk glidbana för evakuering av skadade (Figur 10.16). Ett band runt den drabbades bröstkorg är ett utmärkt hjälpmedel när den skadade skall dras ut. Detta band är skonsamt för personalen och normalt inte påfrestande för den skadade, förutsatt att denne inte har allvarligare bröstkorgsskador.



Figur 10.16. Genom att lägga en stege från undervåningen, genom hålet i golvet, och genom hålet i taket, fås en glidbana som medger lätt transport av skadad ut i det fria. Bilderna illustrerar hur det ser ut för en iakttagare i undervåningen.

En annan evakueringsväg, som inte nämnts tidigare, är att ta sig ut genom golvet i undervåningen (Figur 10.17). Detta består ofta av en spånplatta, men det kan finnas ledningar och aggregat som begränsar möjligheterna. Om man dock finner en lämplig plats är det inte någon större operation att ta upp ett hål genom vilket de skadade och drabbade kan evakueras.



Figur 10.17. Genom att ta upp ett hål i golvet (inringat) kan man i lämpliga fall underlätta evakueringen för de drabbade och/eller påskynda evakueringen från nedre våningen i en dubbeldäckare.

KOM IHÅG–RUTA – dubbeldäckar-buss på sidan

- Om rutorna gått sönder måste man beakta risken att någon har kastats ut och hamnat under bussen.
- Räddningen av personer i nedre planet innebär en utmaning och kan kräva extra resurser; tänk på att eventuella funktions- och/eller rörelsenedsatta kan befinna sig här.
- Öppna om möjligt den elektriskt drivna dörren mellan passagerar- och förarutrymme innan strömmen bryts och lås den i öppet läge.
- Åkande i nedre planet kan om möjligt evakueras genom framrutan, medan de på övervåningen evakueras på samma sätt som tidigare beskrivits i ”buss på sidan”.
- Om drabbade i nedre våningen inte kan evakueras framåt eller bakåt bör man överväga att ta upp ett rymligt hål i golvet mellan våningarna liksom i taket och evakuera denna väg. Kan kräva borttagande av stolar/räcken för att få bra passage.
- I lämpliga fall kan ett hål tas upp i bottenplattan av bussen varefter evakuering kan ske denna väg.

11. Hypotermi

Vid större skadehändelser i trafiken med många skadade, tidskrävande loss- tagning eller långa väntetider på avtransport finns en stor risk för allmän nedkylning genom påverkan av kyla, fukt och vind. (The National Board of Health and Welfare, 2002). Erfarenheter från tidigare busskrascher har visat att passagerarutrymmet snabbt blir utkylt, särskilt om många rutor krossats (SHK 2004; SHK 2007; Albertsson, 2005). Därtill är passagerarna ofta lätt klädda vilket gör att kylstressen för de drabbade fort blir ett problem.

Allmän nedkylning definieras som en sänkning av den centrala kroppstemperaturen under 35 °C, men vid exponering för kyla aktiveras kroppens temperaturreglerande försvarsmekanismer med sammandragning av perifera blodkärl och ofrivillig muskelaktivering, huttring, långt innan den centrala kroppstemperaturen påverkas. Förutom obehag av kyla ger kylstressen upphov till en ökad belastning på andning och cirkulation som kan vara ödesdiger för en redan skadad eller medtagen person. När blodet omfördelas till kroppens centrala delar ökar urinproduktionen, s.k. kölddiures, vilket kan leda till stora vätskeförluster och saltbalansrubbningar. Tidigt påverkas även blodets leveringsförmåga med ökad risk för blödningar och med sjunkande kroppstemperatur tillkommer medvetandepåverkan, hjärtrytmrubbningar och risk för cirkulationsstillestånd (Mills 1992; Danzl, 2001; Mallet, 2002; The National Board of Health and Welfare, 2002; Tisherman, 2004).

Vid prehospitalt omhändertagande i kall miljö är därför tidigt insatta åtgärder för att minska kylstress och förhindra allmän nedkylning av stor betydelse och skall prioriteras tillsammans med övriga livräddande insatser. (Durrer, 2001; Giesbrecht 2000; Tisherman, 2002; Zafren & Giesbrecht 2014). Initialt prioriteras skydd mot väder och vind och konservering av den skadades egen värmeproduktionen genom tillförsel av filter och täcken samt isolering mot kallt underlag. Trots isolering eller förflyttning av skadad till varmt utrymme finns risk för fortsatt nedkylning, sk afterdrop. Genom såväl blodets cirkulation som passiv värmeutjämning i vävnaderna kan kyla som ackumulerats i armar, ben, muskulatur och fettvävnad, att under lång tid fortsätta kyla ner den varmare kroppskärnan. Vid långdragen losstagning eller evakuering bör därför, utifrån scenario och tillgängliga resurser, även någon form av aktiv värmekälla övervägas för att motverka afterdrop samt minska behovet av huttring. I samband med större bussolycka kan två olika principer för värmetillförsel tillämpas var för sig, eller i kombination: (i) värme direkt till drabbad person eller (ii) värme till hela passagerarutrymmet.

11.1. Isolering

Det finns ett flertal isoleringsprodukter att välja mellan på marknaden men polyesterfilten (Figur 11.1) och yllefilt (Figur 11.2) är de produkter som dominerar inom svensk räddningstjänst och ambulanssjukvård. Andra vanligt förekommande produkter är bubbelplast (Figur 11.3) och olika typer av räddningstäckan, exempelvis RC20® (Help & Rescue, Krokomb) (Figur 11.4).

En produkts isoleringsegenskaper beror på dess förmåga att innehålla skikt med stillastående luft, vilket i sin tur främst beror på produktens tjocklek och där materialet i sig har mindre betydelse. Isoleringsegenskaperna påverkas också av produktens vindtäthet, motståndskraft mot vindens komprimerande effekt samt motståndskraft mot väta (Henriksson et al, 2009).



Figur 11.1. Polyesterfilt.



Figur 11.2. Yllefilt.

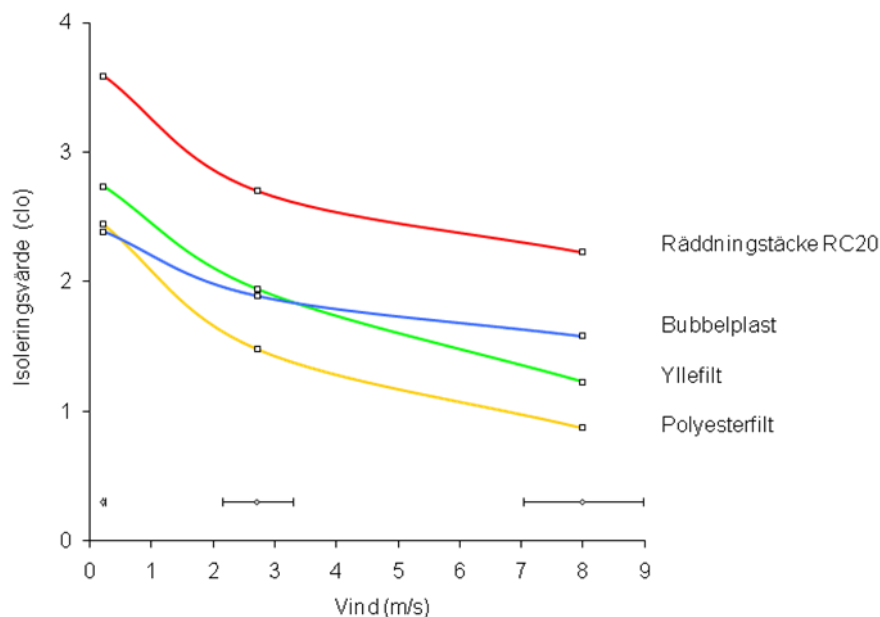


Figur 11.3. Bubbelplast.



Figur 11.4. Räddningstäcke

Polyesterfilten och yllefilt har isoleringsegenskaper motsvarande sin tjocklek i vindstilla förhållanden, men pga. att de komprimeras av vinden och inte är vindtäta försämras dessa isoleringsegenskaper när det blåser (Figur 11.5). Polyesterfilten är heller inte motståndskraftig mot väta, vilket yllefilt till viss del är. Även bubbelplasten och räddningstäckan har isoleringsegenskaper motsvarande sin tjocklek i vindstilla förhållanden, men under inverkan av vind bevarar räddningstäckan och bubbelplasten sin isolerande förmåga bättre än yllefilt och bomullsfilten, vilket beror på att dessa material är mer vindtäta (Figur 11.5).



Figur 11.5. Isoleringssvärde (clo) för ett antal på den svenska marknaden vanligt förekommande isoleringsprodukter vid tre olika vindförhållanden (Henriksson et al, 2009).

Ju kallare temperatur desto tjockare isolering måste tillföras för att motverka värmeförluster till omgivningen. Som vi ser ovan så är det i utomhusmiljö också av stor vikt att **tillföra ett vindtätt material ytterst**, såsom bubbelplast eller vindtäta räddningstäckan, för att bevara isoleringsförmågan. Som komplement till polyester- och yllefiltar kan även vanliga stora sopsäckar användas som ett yttre vindskydd.

I samband med prehospitalt omhändertagande av blöt person uppstår ofta frågan om behovet och nyttan av att avlägsna blöta kläder eller tillföra fuktspärr närmast de blöta kläderna, exempelvis bubbelplast eller två sopsäckar som träs över den skadade från huvud- respektive fotända, för att förhindra värmeförluster genom avdunstning. I praktiken är det dock ofta svårt att helt avlägsna blöta kläder redan på skadeplatsen med hänsyn till risk för ytterligare köldexponering, övriga skador och behov av snabb evakuering. Inpackning av den skadade i fuktspärr kan också hindra nödvändig åtkomst och monitorering under omhändertagande och transport. En nyligen genomförd studie (Henriksson et al, 2012) har visat att avlägsnande av blöta kläder eller tillförsel av fuktspärr, minskar värmeförlusterna med ca 30 %. Motsvarande reduktion av värmeförluster kan dock också uppnås genom att tillföra extra isolering, dvs. fler filter. Att avlägsna blöta kläder eller tillföra fuktspärr har därför störst betydelse och rekommenderas i första hand vid i övrig bristfällig isolering och långvarig exponering för kall miljö.

11.2. Tillförsel av värme

11.2.1. Tillförsel av värme till en person – aktiv uppvärmning

Värmetillförsel på skadeplats är viktigt framförallt i de fall när de drabbade av någon anledning inte kan evakueras med en gång. I första hand ska man försöka skydda de drabbade från att exponeras för ytterligare kyla genom att packa in dem i lämplig isolering. Tillförsel av värme kan sedan ha ytterligare effekt avseende att minska afterdrop och att för att påbörja långsam återuppvärmning om den drabbade hunnit bli nedkyld.

Om den drabbade har bibehållen huttringsförmåga så räcker det med tillfredställande isolering för att minska afterdrop och påbörja återuppvärmning, men värmetillförsel medför att den drabbade inte upplever sig lika kall och inte heller behöver huttra lika mycket, vilket kan vara nog så viktigt (Lundgren et al, 2011).

Om den skadades huttringsförmåga av någon anledning är utslagen som vid allvarlig hypotermi eller nedsatt pga. patientens allmänna medicinska tillstånd (t ex hög ålder, alkohol- eller drogpåverkan, huvud- eller ryggmärgsskada, allvarligt trauma eller tömda energidepåer) måste värmetillförsel ske för att minska afterdrop och påbörja uppvärmning.

Värmetillförsel sker effektivast till kroppsregioner som medger stort värmeutbyte, som övre delen av bålen, ljumskarna och armhålorna (Durrer, 2001 ; Zafren & Giesbrecht, 2014; Harnett et al, 1980; Collis et al, 1977).

I den prehospitla räddningstjänsten och sjukvården används idag flera produkter för värmetillförsel, varav de vanligaste är kemiska värmekuddar, varmvattenflaskor och kolbrikettvärmare (Hamilton och Paton, 1996).

Dessa utvärderades i en laboriestudie (Lundgren et al., 2009) där det visade sig att de kemiska värmekuddarna (ActivatorPack[®], Dorcas AB, Sverige) samt varmvattensäckarna var mest effektiva på grund av hög värmeavgivning och stor kontaktyta mot bröstkorgen även om kolbrikettvärmaren (HeatPac[®], Normeca AS, Norge) också fungerade bra för att tillföra värme till en nedkyld person. De kemiska värmekuddarnas ytemperatur var heller aldrig så hög (> 50°C) att det fanns någon risk för lokala brännskador. Såväl de kemiska värmekuddarna som varmvattensäckarna bör ersättas med nya var 30:e minut om de ska upprätthålla sin höga värmeavgivning.

I en busskrasch med flera drabbade som sitter fastklämda bör man sträva efter att hitta en produkt som är enkel och snabb för räddningspersonalen att använda. Ur denna synpunkt är de kemiska värmekuddarna bäst (Figur 11.6). De är dessutom relativt billiga i inköp och kan användas många gånger efter reaktivering.



Figur 11.6 Bilderna visar en typ av kemisk värmare som har stor yta och som är lämplig för individuell, central värmeförsörjning.

11.2.2. Tillförsel av värme till passagerarutrymme

Värmeförsörjning till enskilda personer kan ersättas av eller kompletteras med att värma upp hela eller delar av passagerarutrymmet för att på så sätt också minska kylstressen för de drabbade. Räddningstjänsten har idag tillgång till flera olika varmluftsfläktar, allt från små kupévärmare till större dieselbrännare, som kan användas för detta ändamål (se exempel Figur 11.7).



Figur 11.7. Bilden visar ett exempel på en mindre modell av portabel dieselvärmare som dock kräver strömförsörjning.

Vid Räddningsverkets skola i Sandö genomfördes under december 2006 en studie där två olika fläktsystem utvärderades. Det ena var en större dieselbrännare med effekt på 45 kW och en 16 meter lång, sammanfallande slang i två sektioner. Denna värmare är framtagen för att värma uppsamlingstält, och flera räddningstjänster förvarar den på katastrofkärra. Dessutom provades ett system med fyra portabla dieselbrännare (effekt 5 kW respektive 9 kW) försedda med en 3–4 meter lång, helgjuten och icke sammanfallande slang. Dessa brännare är framtagna för att värma upp saneringstält. Försöken genomfördes med en enplans linjebuss som låg på höger sida. Samtliga rutor mot marken var krossade, bågge takluckorna var öppnade och en större evakueringsöppning hade tagits upp centralt i bussens tak. Fram- och bakrutan samt de övriga sidorutorna behölls intakta. Vid försöken var utetemperatur 2–4 °C med 1–2 m/s vind i riktning snett bakifrån in mot öppningarna i taket. Samtliga varmluftsslangar leddes in centralt i bussens via den upptagna evakueringsöppningen och fördelades jämnt mot den främre och bakre sektionen av bussen. Därefter mättes lufttemperaturen på tre olika höjdnivåer (20, 50 och 190 cm) i tre olika sektioner av bussen (fram, mitt och bak) under en timma efter att respektive fläktsystem startats.

De båda fläktsystemen, var för sig, ökade lufttemperaturen i bussen med 5–10 °C inom 10–20 minuter. Om man täckte takluckorna och evakueringsöppningen med byggplast steg temperaturen till 15–20 °C över yttertemperaturen. Temperaturen sjönk dock direkt om den skyddande byggplasten flyttades ur läge, exempelvis när man passerade genom de täckta öppningarna. Om de fyra portabla fläktarna riktades mot samma sektion av bussen istället för att spridas jämnt ökade temperaturen i den delen av bussen till 20–45 °C över yttertemperaturen.

11.3. Praktiska aspekter på värmeförsel

Vid en krasch med många fastklämda personer kommer situationen och de tillgängliga resurserna att påverka hur värme kan tillföras de drabbade. Vid dåvarande Räddningsverkets skola i Sandö genomförde i december 2006 en räddningsövning för att utvärdera de praktiska aspekterna av värmeförsel till ett passagerarutrymme och till enskilda drabbade.

Övningsscenariot var en singelkrasch med långfärdsbuss i ett glesbygdslän, med bussen liggande på höger sida och ett antal skadade som var fastklämda utan att kunna evakueras. Den personal som deltog var två tränade ambulansbesättningar från ambulanssjukvården i Umeå, en räddningsstyrka av deltidsanställda brandmän samt tolv skademarkörer.

För att värmeförsel till enskilda personer valde man den kemiska värmekudde som tidigare utvärderats, eftersom den är enkel och snabb att använda. Man placerade värmekudden över den drabbades bröstorg. För att tillföra värme till passagerarutrymmet valdes fyra portabla varmluftsfäktar (5–9 kW) som gav hög flexibilitet.

Räddningspersonalen upplevde att värmekuddarna var lätta och behändiga att få ut till de skadade i bussen och de kunde i de flesta fall snabbt appliceras

under de drabbades ytterkläder utan större svårigheter. Beroende på den drabbades läge i bussen var det dock i vissa fall svårt att få värmekudden på plats mot bröstkorgen. I ett försök att bättre hålla värmekuddarna kvar på plats användes ett av tillverkarens fodral med remmar som kunde spännas runt patientens bål. Detta upplevdes dock som krångligt och tidskrävande, och gjorde inte att värmekuddarna satt bättre på plats. Personalen upplevde att de skulle vilja ha haft någon form av rem att fästa runt den skadades nacke för att värmekudden inte skulle glida nedåt. Skademarkörerna upplevde att de frös mindre efter att värmekudden applicerats.

Såväl räddningspersonal som skademarkörer upplevde att det blev varmare i de delar av bussen dit fläktarnas slangar riktades. Fläktarna kunde kompletteras med byggplast för att skapa vindskydd och lä i bussen, vilket upplevdes som en snabb, enkel och praktiskt tillämpbar metod. Med en vanlig häftpistol kunde tillskurna plastsjok relativt enkelt och snabbt fästas i delar av interiören och hängas för öppningarna, samtidigt som man hade fullgod uppsikt och fortfarande kunde passera genom öppningen. Tejp fungerade dock dåligt i den kalla och fuktiga miljön. Man upplevde dock ett behov av att utveckla fläktarna för att underlätta användningen där man pekade på att varmluftsslangarna bör vara tillräckligt långa, 8–10 meter, så att fläktarna kan placeras där de inte är i vägen för det övriga räddningsarbetet och evakueringen och dessutom att fläktarna måste kunna få ström från räddningsfordonen så att man inte behöver sätta upp något externt elverk. Övningen pekade tydligt på nödvändigheten av att ha personal som är vana vid fläktutrustningen, samt att den är testad i den aktuella situationen.

11.4. Slutsatser

Om de skadade är många och det är kallt ute finns en stor risk för allmän nedkylning om räddningsarbetet drar ut i tiden. Därför är det viktigt att minimera kylstressen och förhindra allmän nedkylning. Tillsammans med de övriga livräddande åtgärderna ska detta vara en viktig och integrerad del av omhändertagandet, under både räddningen och evakueringen, och i väntan på transport. Personer som är fastklämda eller som inte kan evakueras direkt kan tidigt behöva tillförsel av värme, och i kombination med skydd och isolering kan det minska kylstressen och den allmänna nedkylningen.

En värmekälla direkt till varje person minskar kylstressen och ytterligare nedkylning om det går att få en tillräcklig värmeöverföring mot bålarna. Alla produkter bör vara enkla att använda och kräva så lite som möjligt av räddningspersonalens tid.

Varmluftsfäktar för hela passagerarutrymmet kan ha en stor effekt på temperaturen i bussen. Effekten förstärks dessutom om krossade rutor och evakueringsöppningar kan täckas med något tillfälligt materiel för att skydda från vinden. Fläktarna bör vara bärbara och enkla att använda för att snabbt och flexibelt kunna ge värme till hela eller enskilda sektioner av bussen.

Utifrån den aktuella situationen och de tillgängliga resurserna kan alltså en eller båda av dessa metoder användas för att tillsammans med övriga åtgärder för skydd och isolering minska kylstress och undvika allmän nedkylning.

KOM IHÅG-RUTA

- Hypotermi ökar blödningsbenägenheten samt ger många andra oönskade effekter.
- Försök tidigt minimera kylstressen och risken för allmän nedkylning som kan uppkomma om räddningsarbetet drar ut på tiden.
- Skapa skydd mot väder och vind samt isolera de drabbade mot kyla.
- Tillför värme till passagerarutrymme och/eller direkt till enskilda drabbade.

12. Brand

12.1. Allmänt om bussbränder

I samband med krasch har brand utbrutit vid exempelvis kraschen i Fjärdhundra (SHK 2001) samt Helsingborg (SHK 2013). Händelser där bussen tagit eld under färd finns också rapporterade, exempelvis bussbranden vid Gnistängstunneln, Göteborg (Hagberg et al 2016). I Arboga-kraschen (SHK 2007) spilldes 450 liter dieselbränsle ut, men det tog inte eld. I ett par krascher i Indien (med Volvobuss) har just utspillt bränsle tagit eld med svåra konsekvenser för de instängda åkande (Björnstig 2014).



Figur 12.1. Bilden illustrerar ett brandförlopp i en skolbuss. De åkande evakuerades utan att någon skadades. (Foto: Therese Gustafsson)

I Sverige rapporteras varje år att 60–70 bussar börjar brinna under färd så att de åkande måste evakueras (Albertsson et al., 2006). Den värsta trafikskadehändelsen i Sverige är en brand i en turistbuss utanför Jönköping 1976 då 15 personer omkom och 1998 omkom åtta personer i en brinnande minibuss utanför Karlskoga, de flesta barn och ungdomar. Rekonstruktioner av liknande händelser har visat att bussarna i vissa fall har varit fyllda med giftig rök inom några minuter (Albertsson et al., 2006).

Tänkbara brandhärddar är komponenter i motorrum eller hjulhus, samt el-aggregat, elledningar och hydraulaggregat. De flesta bussbränder uppstår dock i motorrummet, som på dagens bussar ofta är packade med heta aggregat och som dessutom av miljöskäl är omgivna av kraftig ljudisolering. Detta gör att ventilationen blir dålig och temperaturen hög, och därmed ökar brandrisken.

Eftersom många moderna bussar har motorn bak kan en brand i motorutrymmet ha pågått en tid innan föraren märker något. Industrin har haft svårt att finna lämpliga varningssystem för dessa händelser. Så länge bussen körs i en viss hastighet kan dock fartvinden begränsa branden till en början. Den stora faran kommer oftast när man stannar för evakuering och lågorna tar sig in i bussen.

Om en brand bryter ut och rök kommer in i passagerarutrymmet har man bara några minuter på sig att evakuera bussen. Som jämförelse kan nämnas att man ska kunna evakuera alla passagerarna i ett flygplan inom 1,5 minut. Efter denna tid räknar man med att brandgaserna har blivit så koncentrerade och giftiga (toxiska) att bara några andetag gör de drabbade medvetslösa (EASA, 2005; KAMEDO, 1991). Erfarenheterna av bussbränder visar liknande förhållanden, men brandförsök i bussar har dessutom visat att brandhårdigheten i bussinteriörens material inte är lika bra som i tåg, flyg eller bostäder.

Man har gjort evakueringsförsök i olika busstyper och under olika rökförhållanden och har visat att 52 friska, rörliga försökspersoner under optimal betingelse kan ta sig ut ur bussen inom en minut (Albertsson et al., 2006). I några fall som testades bromsades evakueringen av en person med funktionsnedsättningar, eller en förälder med barnvagn, och då tog det givetvis längre tid för alla som kom bakom. Eftersom tidsgränsen verkar vara ganska snäv behövs det inte mycket för att fördröja evakueringen så att inte alla hinner ut.

Det är därför viktigt att både insatspersonal och bussförare känner till detta. Nedan följer ett exempel på en bussförare som fick brand i sitt motorrum vid färd genom en schweizisk tunnel.

”Föraren fortsatte att köra mot tunnelmynningen när han upptäckte branden. Han informerade om vad som stod på och beordrade passagerarna att resa sig och samlas vid främre dörren. När han kom ut ur tunneln stannade han och passagerarna hann sätta sig i säkerhet innan bussen var övertänd”. (Personligt meddelande från Jan Andersson på Volvo buss).

Genom förarens rådiga handlande slapp man sannolikt en förödande tunnelbrand med många döda och stor förstörelse. Händelseförloppet var liknande vid branden i en gasbuss i Gnistängstunneln i Göteborg 2016 (Hagberg et al 2016).

Det är inte heller helt lätt för de drabbade att krossa rutorna i en buss, särskilt som de ofta är dubbla. Försök vid Statens Provvningsanstalt (SP) i Borås som sedan 2016 ingår i Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

nuvarande RISE, (Research Institutes of Sweden) har visat att det är närmast omöjligt att sparka ut rutorna, eller att krossa dem med något annat verktyg än den speciella hammaren som ska finnas i bussen. Även med en sådan hammare måste man slå kraftigt flera gånger innan de dubbla sidorutorna krossas. Det är således inte lätt för de drabbade att ta sig ut om bussen exempelvis har lagt sig på sidan och dörrarna blockerats. Erfarenheter från både verkliga händelser och tester visar dessutom att många sedan tvekar att kasta sig ut genom det trasiga glaset. Även om bussen står på hjulen är det en ganska hög höjd att hoppa ut från, och det får också många att tveka. För den som har någon funktionsnedsättning, eller är panikslagen, blir det ännu svårare. Den allra svåraste situationen är att ta sig ut från nedre planet i en dubbeldeckare som lagt sig på sidan med dörrarna blockerade. I en sådan situation hänger passagerarnas överlevnad antagligen på ett snabbt och resolut ingripande från förbipasserande, eller från räddningstjänsten, som vid Fjärdhundrakraschen (SHK 2001).

Volvo har drabbats av flera bussbränder i moderna turistbussar, i exempelvis Indien, som dödat många personer (Björnstig, 2014). I en krasch, där bussen körde av vägen började branden sannolikt i de 350 liter bränsle som rann ut när tanken träffades av ett mekaniskt våld. Minst 45 personer avled i den efterföljande branden. Några lyckades ta sig ut genom att krossa fönster, men de hade omfattande brännskador. Media ger dramatiska berättelser om hur man såg hur folk försökte ta sig ut ur den brinnande bussen, men inte lyckades, eftersom frontdörren inte gick att öppna och det brann friskt bakom. Evakueringsvägarna var i således i princip stängda. Brännbart bagage i bagageutrymmet bidrog till att föda elden. Ytterligare en Volvo-krasch inträffade i området 2013, varvid bussen tog eld efter att ha åkt ut mot mittsträngen av motorvägen och där ha träffat vägräcket. Man misstänkte även här att bränslespill från en skadad tank medfört brand, varvid åtminstone sju personer omkom och 30 brandskadades. Haveriutredningarna av dessa krascher pekade bland annat på att trägolv (spånplatta), brännbara textilier i sätena och begränsat med, eller ej fungerande, nödutrymningsvägar bidrog till den fatala utgången.

Mellan 40-60 procent av alla bränder startar i motorrummet. Sedan 2011 skall ett varningssystem för brand finnas i långfärdsbussar. Det släcksystem som användes i bussarna vid bussbranden i Helsingborg har dock vid Statens Haverikommissions tester visat sig vara gravt otillförlitligt (SHK 2013). Från 2019 förväntas dock ett nytt EU-krav på släcksystem i motorrummet träda i kraft, som ska skydda mot eller fördröja motorbränder i långfärdsbussar. Från hösten 2021 beräknas detta krav också införas på alla bussar som tar mer än 22 passagerare. Dock ska man notera att detta släcksystem främst har till uppgift att fördröja brandförloppet i motorrummet. Andra brandhärdar som elsystem, lager, eller bromsar som går varma, påverkas knappast.

Sandwich-konstruktioner blir alltmer vanliga i busstrukturer, framförallt i tak och sidopaneler. Dessa konstruktioner består av aluminium/magnesium-plåt som limmas med cellplast mellan, ca sju cm tjockt. Cellplasterna polyuretan, polyvinylklorid och polystyren har något olika brandegenskaper, men framförallt måste man beakta risken av produktion av cyanväte (HCN).

HCN:s giftighet illustreras av att den användes av tyskarna i gaskamrarna under 2:a världskriget. Denna komponent i brandgaserna har en förmåga att omgående inkapacitera en människa som inandas gasen och kommer således vid brand att utgöra en utomordentlig risk för drabbade och insatspersonal. Viktigt i detta sammanhang är dock att veta att det finns antidot (motmedel) som är synnerligen effektiv, förutsatt att behandling ges snabbt (Cyanokit®). PVC-plaster kan bilda väteklorid (saltsyra) som givetvis inte heller är en trevlig komponent att handskas med. Plastmaterialen har också ett högt energiinnehåll.

Den ökade användningen av aluminium/magnesiumlegeringar i busskonstruktionen innebär liknande brandscenarier som vid flygplansbränder. Man ska vara försiktig med att släcka magnesiumbrand med enbart vatten, eftersom detta kan orsaka komplexa explosiva reaktioner.

12.2 Brand i gasbussar

12.2.1 Kraschen mellan två biogasbussar i Helsingborg 2012

Morgonen den 14 februari 2012 kolliderade två biogasbussar vid en vändhållplats nära ett industri- och bostadsområde i Helsingborg. Underlaget var halt på grund av lätt snöfall och temperaturen var -1°C (SHK, 2013). När den bakre bussen, som endast hade förare ombord, närmade sig ändhållplatsen och bromsade gled bussen vidare i det hala väglaget och körde i cirka 10 km/t in i den framförvarande, stillastående, bussen, som hade en förare och fem passagerare ombord. Omgående kunde man notera rökutveckling och därefter slog även lågor ut mellan bussarna. Föraren i den bakre bussen såg det direkt, men i den främre bussen märktes först bara en lätt knuff. Det var en av passagerarna som uppmärksammade föraren på att det brann bak i bussen, varefter föraren öppnade dörrarna och de åkande tog sig ut. Inga personer skadade sig.

Bussarna var snabbt övertända. Efter 5-6 minuter syntes jetflammar från gastuberna på taket på bägge bussarna (se Figur 12.2). Då hade ännu ingen från räddningstjänsten hunnit anlända. Båda bussarna blev helt övertända och även en intilliggande rastlokal tog eld och brandskadades.

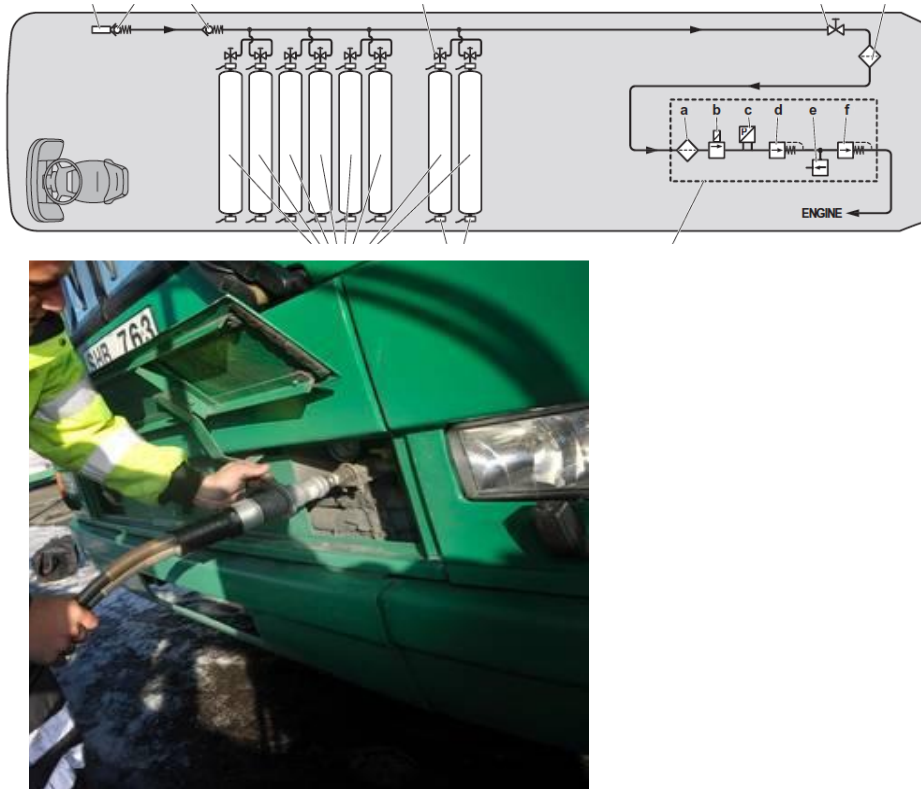


Figur 12.2. Bilden visar de övertända bussarna innan räddningstjänstens ankomst. Notera lågorna (jetflammorna) från gastuberna som är riktade uppåt i detta fall (Bild ur rapport från Statens haverikommission, 2013).

Branden bedömdes ha startat i den påkörda bussens motorrum trots att den hade automatiskt släcksystem (MAN-buss årsmodell 2005). Den påkörande bussen var av äldre årsmodell och hade inte något sådant system, men den bussen skadades ju inte i motorrummet

Påkörande buss var en Volvo B10BLE-CNG, tillverkad 2001. Motorn drevs av biogas. Gassystemet bestod av en högtrycks- och en lågtrycksdel. Gastankarna var placerade på taket och utgjordes av fem stycken gasflaskor liggande på längden som totalt rymde 1025 liter. På gasflaskorna fanns säkerhetsventiler med temperatursäkringar och rörbrottsventiler – alla dessa säkringar hade löst ut vid branden. Temperatursäkringen ska utlösas vid en temperatur på 110°C och rörbrottsventilen ska stänga gasflödet vid tryckfall i systemet. Man tankar gassystemet genom en tankenhet som var placerad i fronten på bussen (Figur 12.3). Full tank representerar 200 bars tryck i systemet. I motorrummet fanns en gastrycksregulator som först där sänkte trycket till 9,5 bar. Manuell avstängningsventil fanns också som man normalt använder vid service av systemet.

Den buss som blev påkörd bakifrån var av fabrikat MAN A26, tillverkad 2005. Motorn var av "liggande modell" längst bak på bussen (Figur 12.3). Gassystemet bestod av en högtrycks- och en lågtrycksdel. Gastankarna fanns på taket, liggande på tvären, och utgjordes av nio stycken gasflaskor som totalt rymde 1629 liter. Trycket var 200 bar vid full tank, medan det reducerades till 8,5 bar i lågtrycksdelen just före motorn. Gasflaskorna var tillverkade av aluminium och klädda med kolfiber och epoxi. Monterade på gasflaskorna fanns magnetventiler i vilka en smältsäkring och flödesbegränsare var integrerade. En manuell avstängningsventil fanns också. Smältsäkringen ska lösas ut vid 110°C, för att släppa ut gasen kontrollerat. Alla smältsäkringar hade löst ut. Enheten för tankning av gas var placerad på bussens högra sida nära framdörren.



Figur 12.3. Övre bilden visar hur gastuberna var placerade på MAN-bussen. Nedre bilden visar tankventilen för påfyllning av gas som sitter i fronten på Volvobussen. Den deformerades liksom tryckmätaren och tankmätaren. Ventilen visade efter kollisionen tecken som indikerade att den läckt gas. Denna placering verkar således vara utsatt även vid mindre kollisioner. (Bild ur rapport från SHK, 2013).

Utredningen visade att den påkörda MAN-bussen hade fast släcksystem i motorrummet, men det fungerade inte som det skulle och släckte inte branden som uppstod. Det visade sig vid senare undersökning att en dysa i släcksystemet hade lossnat, vilket medförde att släckverkan nedsattes.

Driftstillsyner och regelbundna kontroller av bussarna och det fasta släcksystemet hade utförts av trafikföretaget utan att några brister upptäckts.



Figur 12.4. De två utbrunna bussarna. MAN-bussen till vänster hade stålkaross, medan Volvo-bussen (till höger) hade kaross av aluminium som till stor del smälte ner vid branden. Kraschen utgjordes av en sk. "full overlap" träff, hörna till hörna. Fronten på Volvobussen trycktes in 16 cm mot bakdelen av MAN - bussen. (Bild ur rapport från SHK, 2013)

MAN-bussen var utrustad med motorrumssläckare av märket Fogmaker® - 6,5 liter/ 100 bar. Släckmedlet var en blandning av frostskydd och AFFF som bildar ett skum. Aktiveringen av släcksystemet ska ske genom att en trycksatt och vätskefylld detektor slang av polymer, som är monterad i motorrummet, ska gå sönder av värmen och medföra att trycket faller. Vid 7 bar aktiveras en ventil på släckmedelsbehållaren som löser ut systemet. En tryckvakt på detektorbehållare ska då ge larm till förarplatsen. Vid släckning sprutas släckvätska genom dysor som bryter upp vätskan till pelarformade dimmoln som kyller ner branden och tränger undan luften.

Bussen var således utrustad i linje med de försäkringskrav som försäkringsbranschen införde 1 januari 2004 innebärande att man krävde att det ska finnas fast automatiskt släcksystem i motorrummet på nya bussar. Detta skall uppfylla Svenska Brandskyddsföreningens normer (SBF-128, Fast släckningsanläggning på buss).



Figur 12.5. Bilden visar bakpartiet på MAN-bussen med de skador som uppstod på bl.a. behållaren för styrservoolja och på bränslefiltret (Bild ur rapport från Statens haverikommission, 2013).

Orsaken till att brand utbröt vid en så låg kollisionshastighet som 10 km/t var utformningen av motorutrymmet och placeringen av dess innehåll. Genom denna, ur kraschsynpunkt, tekniskt undermåliga utformning, medgavs att en så begränsad deformation som denna kollision orsakade, kunde medföra att vitala strukturer ur säkerhetssynpunkt sattes ur spel och gjorde så bussarna omgående tog eld. Möjligen kan brister i tillsyn och underhåll ha bidragit till att branden lättare uppstod, liksom att det fasta släcksystemet inte fungerade som avsett. Å andra sidan fungerade heller inte släcksystemet tillfredsställande vid de tester som Statens Haverikommission (SHK 2013) lät SP i Borås genomföra på likadana bussar vid utredningen av denna händelse (se nedan). Vidare konstaterade SHK att om en tryckslang, som är tillverkad av plast, i det tryckluftssystem som går till bromsar, fjädring och dörrar, skulle skadas vid brand, skulle en stor mängd luft/syre strömma ut och göda branden, eller få en glödbland att flamma upp.

Stora delar av aluminiumkarossen på Volvobussen hade smält ner av värmen och taket hade kollapsat så gastuberna hade fallit ner när balkarna, som skulle hålla dem på plats, kollapsade. Gasflaskorna var intakta, medan alla elektriska ventiler som hörde till gassystemet hade skador.

Branden hade startat i MAN-bussens motorutrymme (trots att den stod med motorn avstängd), sannolikt på grund av att en lampa som var under spänning i motorutrymme skadats och initierat branden. Avbränningen i motorutrymme tydde på en hydrauloljebrand, vilket styrks av att hydrauloljefilterbehållaren av glas spräcktes vid kollisionen. Hela busskarossen, som var av stål, hade skadats av branden och skadorna indikerade en intensiv och långvarig brand.

Tryckventilerna i olika bussar kan släppa ut gasen i olika riktningar eftersom en standard saknas. Vid en brand i en gasbuss i Nederländerna var nödventilerna riktade så att eldslågorna var riktade horisontellt medan de också kan vara riktade 45° nedåt som vid bussbranden i Gnistängstunneln (Hagberg et al 2016). Numera finns oftast ventiler i båda ändarna på gastuben. Se Figur 12.6. De kan dock ”blåsa ut” gasen i olika riktningar.



Figur 12.6. Bild som visar hur lågorna sköt ut mitt bland träden. Notera brandmännen som hukar bakom häcken (Dutch Safety Board 2013).

12.2.2 Brand i gasbuss, Gnistängstunneln, Göteborg 2016

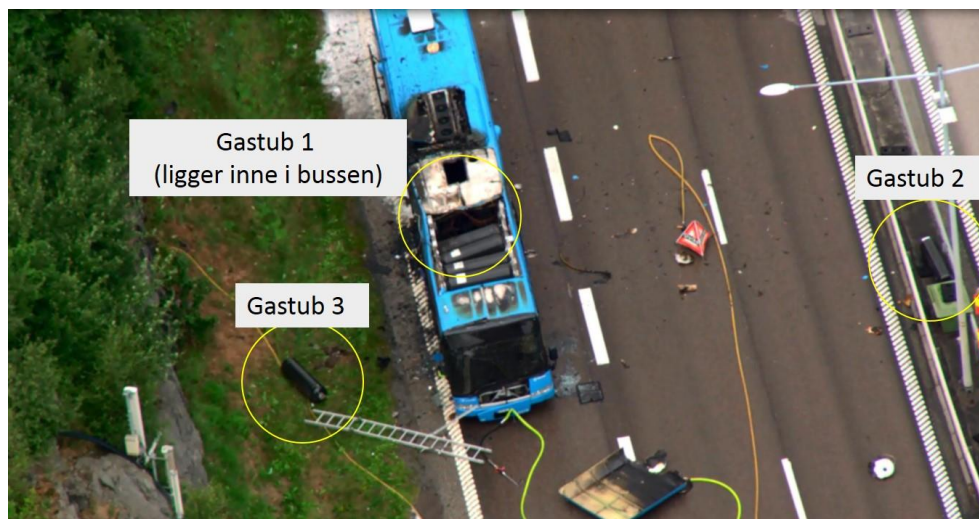
Den 12 juli 2016 inträffade en brand i gasbuss som är väl utredd och kan ge betydande erfarenheter (Hagberg et al. 2016). Bussen var av märket Solaris, tillverkad i Polen 2010. Denna modell kan ta upp till 119 passagerare. Bussen var märkt ”gasbuss”. Den aktuella bussmodellen hade sju gastankar placerade på taket i bussens främre del. Tankarna var av kompositmaterial, rymmande 214 liter/styck, vägandes 75 kg när de var tomma och arbetstrycket var 200 bar. Varje tank var utrustad med en magnetventil som styr flödet på gasen. Denna ventil stängs när bussen görs strömlös. Varje tank var utrustad med två smältsäkringar, en på vardera sidan, som ska tryckavlasta tankarna vid brand och temperatur över 110°C. Det centrala tömningsröret för evakuering av gas har när smältsäkringen löser ut varit riktad 45 grader snett nedåt och bakåt i bussens längdriktning dvs. utströmmande gas träffar kanten på bussens tak i riktning mot bussens mittendörr.

När bussen var i tunneln uppmärksammade passagerare att det luktade bränt och meddelade detta till chauffören. Det kom då rök från mitten av bussens tak. Chauffören beslöt att köra ut ur tunneln så snabbt som möjligt, eftersom han bedömde det som mindre lämpligt att utrymma bussen inne i tunneln pga mycket trafik och den uppenbara risken att man skulle få en tunnelbrand. Bussen körde ut ur tunneln och stannade just utanför och passagerarna, ett femtontal, släpptes av (Figur 12.6).



Figur 12.6. Bilden till vänster visar bussen vid Räddningstjänstens ankomst och bilden till höger 12 minuter senare.

Strax efter att bussen stannat passerade Frölunda räddningsenhet i motsatt körfält på väg mot ett automatlarm och beslutade att omedelbart ingripa. Det upplevdes svårt att komma åt branden i innertaket under kåpan som täckte tuberna. Genomförda släckningsförsök hade begränsad framgång. Fyra minuter efter att man hade beordrat ner personal som befann sig på bussens tak för att försöka släcka exploderade en av bussens gastankar och flög upp i luften tillsammans med två andra tankar som slets loss och hamnade bredvid bussen på var sin sida, där de låg och läckte gas (Figur 12.7). Explosionen skedde 38 minuter efter räddningstjänstens framkomst. Två brandmän blev lindrigt skadade i samband med explosionen och transporterades till sjukhus. Tryckvågen från explosionen släckte branden men man fortsatte kyla i 20 minuter.



Figur 12.7. Visar var gastuberna 1-3 landat efter explosionen som inträffade 4 minuter efter att man avbrutit brandbekämpning från taket. (Bild ur Hagberg et al, 2016)

Man begärde avstängning av trafiken genom tunneln. Detta tog ca 25 minuter för trafikledningscentralen att genomföra. Över 200 fordon hann passera skadeplatsen på ett avstånd av ca 3,5 m från den brinnande gasbussen. Man har påbörjat ett arbete för att se över denna rutin för att försöka uppnå omedelbar avstängning. Trafiken blev ett stresspåslag för räddningsstyrkan.

Orsakerna till händelsen bedömdes vara ett elfel i bussens innertak som orsakade brand i innertakets cellplastisolering. Genom den valda släckmetoden har gastankarnas smältsäkringar troligen kylts med skum och på så vis har inte aktiveringstemperaturen 110°C nåtts. Gastankarna som var gjorda i kompositmaterial hade försvagats vid branden och medförde att gas läckte ut genom kompositväggen. Detta ledde till explosionsförloppet. Även de två icke exploderande tankarna visade senare tecken på läckage vid undersökning efter händelsen (Figur 12.8).



Figur 12.8. Gastankarna 1-3 exploderade och flög av busstaket. Gastankarna 7,6 och 5 är opåverkade och rena efter branden (Bild ur Hagberg et al, 2016).

Bland de viktiga erfarenheter som dragits anges att det är viktigt att tidigt identifiera bränsletyp för att kunna vidta nödvändiga och adekvata åtgärder. Utbildningssatsningar är av stort värde. En avvägning mellan värden som står att rädda och riskerna vid aktiv insats är kopplade till ledningsfunktionernas analytiska kompetens. Det visade sig i efterhand att kvarvarande tankar på bussens tak också var skadade och att infästningarna i konstruktionen hade skadats så pass att risken var överhängande att tappa tankar även under bogsering av bussen efter händelsen.

Händelsen gav många erfarenheter:

Säkerhetsventilernas utblåsningsriktning kan variera beroende på busstyp, men också variera för samma bussmodell, varför det är väldigt svårt att få en adekvat riskbild. Det är i dagsläget svårt att få information om en buss konstruktion. Vore värdefullt om ventilernas utblåsningsriktning kunde anges på något sätt på bussen så att man vid insats vet det. Man bör observera att kompositmaterial är dåligt på att leda bort värme, varför en låga mot själva tanken inte behöver värma säkerhetsventilen, med följd av att tanken kan börja läcka innan säkerhetsventilerna öppnar. Det gasmoln som bildades av den utströmmande gasen från de skadade tankarnas antändes aldrig i detta fall, men bör givetvis beaktas vid liknande händelser. Man finner det viktigt att arbeta fram ett utbildnings- och övningspaket kring fordon med alternativa bränslen, samt inför att system som tidigt kan identifiera bränsletypen. Att snabbt kunna strypa trafik in i en tunnel måste man utarbeta rutiner för.

12.2.3 Sammanfattning – brand i gasdriven buss

- Bussbränder utgör en risk för speciellt dödliga masskadehändelser i vägtrafik.
- Eftersom gasbussar ökar i antal och kommer att vara vanligast i tätort så torde möjlighet att nå sådan brinnande buss inom meningsfull tid finnas. Detta förutsätter att fördröjning i alla led elimineras och branden upptäcks tidigt. Kriterier för bussbrand, bör vara kristallklara hos alla larmcentraler. Likaså är det betydelsefullt att kringåtgärder som avstängning av trafik i tunnel sker snabbt.
- Man kan även med halvdåligt fungerande släcksystem i motorrum beräknas ha 10 – 12 minuter på sig innan en gasbuss är helt övertänd.
- Brandförsök visar att CO-nivåerna i värsta fall kan vara kritiska i passagerarutrymmet redan inom fem minuter vid motorrumsbrand.
- Släcksystem i motorrum krävs av försäkringsbolag och kommer att krävas enligt lag i framtiden (2021) men de verkar hittills ha begränsad effekt.
- Det är uppenbarligen väsentligt att känna till om den låga som uppstår när gastubernas säkerhetsventil öppnar vid 110°C, blåser ut uppåt, åt

sidan eller snett nedåt. Lågan kan bli upp till 20 meter lång och brinna i fyra minuter. Ventiler kan finnas i båda ändarna av tuberna och de kan vara riktade olika.

- Det kan vara värdefullt att känna till om någon säkerhetsventil utlöst och utströmmande gas släpps ut ur tuberna utan att antändas, ty då kan räddningstekniska försiktighetsåtgärder krävas framförallt i slutna utrymmen.
- Gasfordon kan ofta drivas av både gas och bensin/diesel vilket kan komplicera ett brandförlopp.
- Vid beslut och upphandling av gasbussar kan bristande riskanalys och oklara ansvarsförhållanden medföra att säkerhetsfrågorna inte beaktats. Räddningstjänsten kommer i värsta fall in så sent i processen att adekvata beslut ur risksynpunkt kan hämmas.

12.2.4 Insats vid brand i gasbuss

Räddningsinsats – brandsläckning - gasformiga drivmedel

- Efter genomförd riskbedömning och beslut om eventuella omedelbara livräddande åtgärder, utrym riskområdet, arbeta i skydd av fordon eller byggnad som kan skydda om explosion skulle inträffa.
- Släckning bör ske om det gäller livräddning eller att förhindra omfattande brandspridning.
- Identifiera var gastuberna finns - undvik att vara i riskzonen om en låga skulle slå ut från säkerhetsventilen – den kan sträcka sig 10-20 meter.
- Undanröj spridningsrisker genom att kyla omgivningen - skydda omgivningen från eventuell låga från gastuberna.
- Använd vattendimma för släckning – gärna med inblandning av släckmedeltillsats X fog® 1%. Kan användas på upp till 30-40 m:s avstånd. Två strålar med minst 300 l/min kan användas.
- Skydda speciellt andra gasfordon/behållare – säkerhetsavstånd minst 50 m.
- Moderna bussar kan ha både tryck och temperatursäkring på gastuberna, medan äldre oftare har endast temperatursäkring. Temperatursäkringen ska inte kylas – risk för explosion om den ej öppnar.
- Använd explosimeter för identifiering av gasläckage före-, under- och efter insats.
- Avvakta minst 30 minuter efter släckning. En glödbrand kan pågå kring brandskadad tank och leda till fördröjd explosion. Skadade gasbehållare är farliga tills de tryckavlastats.

12.3 Brand i e-buss

E-fordon beskrivs närmare i kapitel 13. Dessa kommer att bli vanligare i framtiden och man har därför inte någon betydande erfarenhet av bränder i e-bussar. Vissa erfarenheter från bränder i personbilar med e-drift (Björnstig et al 2017) kan dock sannolikt överföras till bussar och anges nedan.

12.3.1. Risker vid brand i e-fordon

- Tillskott av betydande mängd värmeenergi från brinnande drivbatteri (även utan oxygen från luften), som kan öka ytterligare vid penetration av batteriet. Använd därför inte skärsläckare mot batteriet.
- Vid brand i Li-batteri (drivbatteri) bildas sannolikt mycket aggressiva rökgaskomponenter innehållande vätefluorid (HF) och närbesläktade komponenter. HF ger vid inandning betydande skador i luftvägar och lungor och dessutom har HF den otrevliga benägenheten att kunna penetrera skyddsklädsel och hud. Emellertid finns motmedel för båda situationerna (se lathund på sidan 97).

MSB har tagit fram en rapport ”E-fordons potentiella riskfaktorer vid trafikskadehändelser” (MSB Räddningskedjan 2014) som kan ge viss ledning.

12.3.2. Räddningsinsats – brandsläckning - e-fordon

- Efter genomförd riskbedömning och beslut om eventuella omedelbara livräddande åtgärder, utrym riskområdet, arbeta i skydd av fordon eller byggnad.
- Fläkta bort rök för att skydda utsatta personer och personal.
- Använd flyktmask eller andningsmask, typ "Revitox" på utsatta individer som inte omedelbart kan flyttas från rökexponerat område.
- Tunga gråaktiga gaser från e-fordons drivbatteri kan vara lättantändliga.
- När en litiumcell spricker, eller öppnar sig, kan giftig svart rök stötas ut.
- Använd vattendimma för släckning av öppen låga och nertvättning av giftiga och brännbara gaser - gärna med inblandning av släckmedeltillsats X-Fog® 1% - undvik exponering av rök. Två strålar med minst 300 l/min kan användas.
- Kyl eventuell batterirusning och förhindra återantändning i batteriet genom vattenbegjutning. Om öppning till batterilådan finns, kan vatten sprutas in där.
- Kontrollera den termiska aktiviteten i batterierna med värmekamera - cellerna kan hålla temperaturer kring 500°C flera timmar upp till ett dygn efter termisk rusning – risk för återantändning.
- Använd släckvattnet på effektivt sätt, men begär förstärkning av släckresurser om dessa är begränsade initialt. E-fordon kan kräva stora volymer.

12.3.3. Sjukvårdsinsats vid fordonsbrand speciellt i e-fordon

Ta reda på:

- Föreligger cellhypoxi hos den drabbade? OBS blodets bedrägligt körsbärsröda färg som kan förekomma hos 1) kolmonoxidexponerade (CO) pga. karboxyhemoglobins (COHb) röda färg och 2) HCN:s blockering av oxygenupptaget till kroppens celler. Alla puls-oximeterar kan inte skilja på oxygen och kolmonoxid, utan kan visa falskt höga satureringsvärden. HCN-påverkade kan ha normala satureringsvärden eftersom oxygenet inte tas upp i cellerna.
- Finns risk för termisk skada eller finns sot i luftvägarna?
- Kan den drabbade vara exponerad för HCN eller vätefluorid (HF) på grund av de brinnande komponenterna, förutom av gängse brandgaser (CO etc.). HCN är lättare än luft medan HF kan vara både och, beroende på temperatur. CO och HF verkar synergistiskt.

Behandling:

- Vid allvarliga symtom på rökgasinhalation eller medvetandepåverkan - ge 100% oxygen, helst under övertryck (CPAP). Vid lindriga symtom kan oxygen ges på mask eller gramma.
- Om tecken på svullnad i luftvägarna - överväg om intubation är nödvändig.
- Vid ansträngd andning ge först bronkdilaterande inhalation som bör kompletteras med steroider i inhalation.
- Om HCN exponering kan föreligga hos gravt påverkad eller komatös patient, ge **utan fördröjning** Cyanokit® 5g i 200 ml NaCl som infusion under 15-30 minuter. Om inte denna antidot är tillgänglig, eller patienten inte är gravt medvetandepåverkad, ge natriumtiosulfat 150 mg/ml – vuxen 100 ml under 5-10 minuter - barn ges 2,5 ml/kg. Vid kvarstående symtom kan förnyad infusion av Cyanokit® ges inom ½ - 2 timme dock med lägre hastighet dvs under 30-60 minuter. Försiktighet vid HLR, så att du inte exponerar dig själv för HCN i utandningsluften.
- Vid stark misstanke om exponering för HF och symtom på hypokalcemi som exempelvis hjärtarytmier (VES...), muskelkramper, etc. ska behandling ges redan på skadeplatsen med kalciumtabletter per os - 6 g varannan timme hos vaken person – om medvetslös kontakta Giftinformationscentralen.
- Brännskador behandlas enligt gängse rutin.
- Om tryckkammare finns inom räckhåll överväg transport dit.
- Kontakta Giftinformationscentralen genom 112, eller kontakta ambulansläkarjour vid osäkerhet.

13. Framtidsspaning - efter 2017

13.1. Allmänt

Enligt en MSB-rapport (MSB, 2017) förväntas en ökning av kollektivtrafik med buss ske och utsläppskraven kommer att påverka utvecklingen utav drivlinor, bränsle och konstruktioner. Utsläppskraven kommer att ställa krav på partikelfilter och katalysatorer (heta strukturer) och miljökraven kommer att göra gasbussar och framförallt eldrivna bussar alltmer frekvent förekommande. Fordonen kommer sannolikt att bli lättare och ha annan viktfordelning än idag. Av ekonomiska skäl kommer bussarna att öka i kapacitet så att de blir både längre (upp till dubbelledade 24 meter) och högre dvs. dubbeldäckarna kan förväntas bli mer attraktiva i framtiden. För räddningstjänsten innebär ett stort antal passagerare och större fordon att komplexiteten ökar vid krasch eller brand, vilket gör att en snabb och säker räddningsinsats blir alltmer utmanande. Dessutom krävs möjligen en annan typ av utrustning för att hantera dessa större och tyngre fordon, som kan vara byggda av andra material än dagens, dvs. rostfritt stål, aluminium/magnesium etc. där gängse klippverktyg har dålig effekt. I tak och sidopaneler kommer man sannolikt att använda en blandning av aluminium/magnesiumplåtar och cellplast som limmas. Detta blir rimligen oftast i stadsbussar, medan man kan förvänta sig att karossen i långfärdsbussar till stor del fortsättningsvis kommer att tillverkas av stål. Kolfibermaterial anses vara kostnadskrävande och bedöms inte komma att användas i någon större omfattning.

Kommande krav på bussars takluckor innebär en viss ökning av storleken på luckan. Även nöddörrarna ska vara aningen större än idag. På sikt är det möjligt att fönstren kommer att göras av okrossbart polymermaterial, vilket givetvis kommer att ha betydelse för de drabbades förmåga att ta sig ut ur en buss och för räddningsinsatsens genomförande.

13.2. E-bussar

För närvarande (2017) har man en e-busspremie som var 50 miljoner för 2016, och blir 100 miljoner per år för 2017-2019. Detta för att stimulera till ökad användning av denna typ av fordon. I Europa förekommer även utveckling av bränslecellsbusar dock verkar de svenska busstillverkarna ännu inte ha hakat på den trenden. Bränslecellsbusar förväntas inte bli aktuella i Sverige närmaste 5-års perioden (dvs. till och med 2022) pga. av den stora osäkerheten avseende effektivitet, investeringar i infrastruktur etc.

Vikten av drivbatterierna för bussar med endast eldrift beräknas vara i storleksordningen 1,5 ton och för hybridbussar ca. 600 kg. Dessa batterier kan placeras både på taket, bak i motorrummet, eller i chassit bredvid bagageutrymmet. Drivspänningen kan uppgå till 700 Volt. Exempel på leverantörer som erbjuder eldrift är Hybricon (Umeå), Ebusco (Holland), Solaris (Polen),

VDF-buss (Nederländerna), VYK-bus (Kina) och Eurabus (Tyskland). Scania, MAN och Mercedes förväntas också komma med e-bussar inom den närmaste 5-års period (MSB, 2017).



Figur 13.1. Exempel på en eldriven buss som laddas vid ändhållplatsen (Hybricon, Umeå).

Det utvecklas för närvarande ett brett spektrum av bussar för framförallt lokal- och närtrafik, vilka förses med olika former av elektrisk drivlina; El-, hybrid-, och laddhybrid är de drivsystem som kan förväntas bli vanligare i fordonsflottan. De principiellt olika grundsystem som kan förväntas bli vanligast är 1) elhybrider (inklusive plug-in hybrider) med kompletterande diesel, eller gasdrift, respektive 2) rena e-bussar med enbart batteri. Dessa kommer att ha olika egenskaper beroende på system och konstruktion, men några grundläggande fakta kan vara av värde att känna till.

- Spänningen i el-systemen kan uppgå till drygt 700 Volt.
- Drivbatterier är tunga och de kan väga 1,5 ton. Denna vikt kan förändras beroende på den tekniska utvecklingen.
- Drivbatterier kan vara placerade på taket, bredvid motorrummet eller i golvet – insatskort för busstypen är av stort värde.
- Insatskort finns dock idag inte för alla busstyper – men man kan förbereda sig inom räddningstjänsten genom att inventera vilka busstyper som finns i området och försöka skaffa insatskort från fabrikanterna.
- Laddningsstationer kan innebära speciella risker men de behandlas inte här.

13.3. Informationskällor - framtiden

I den akuta situationen är det viktigt för insatspersonalen att snabbt få en uppfattning om vad det är för en typ av buss de har att hantera för att kunna välja rätt taktik och teknik. För personbilar införs kravet på att nya fordon från och med 2018 skall ha "e-call", dvs en automatisk sändning av information till larmcentral i samband med att krasch då krockkuddarna utlöst. När det blir obligatoriskt för bussar är dock inte fastställt ännu 2018. I denna information ingår VIN-numret (Vehicle Identification Number) utifrån vilken man genom fordonsregistret kan få information om fordonstypen och drivsystem. För att ha nytta av denna information krävs dock att räddningspersonalen har kompetens och kunskap om hur räddning ska göras för en viss typ av buss och vid olika kraschsituationer. Situationen är dock lite oklar inom området, eftersom det inte finns någon tydlig part som ansvarar för att korrekt information om en specifik buss finns tillgänglig. Bilden kompliceras av att det finns så många olika typer av bussar i trafik, eftersom de ofta skraddarsys till beställaren. Information om bussens typ och egenskaper återfinns hos till exempel:

- fordonstillverkare
- kommersiella företag, genom prenumeration
- vägtrafikregistret
- intresseorganisationer
- standardiserade insatskort (ev. efter 2018)
- dynamisk information från fordonen vid trafikskadehändelser (e-call)

- information från fordonsdemontering

En ISO-standard för sk. rescue-sheets (insatskort) kommer att fastläggas under 2018, men det är frivilligt för en fordonstillverkare att följa dessa standarder (ISO 17840, Road Vehicle-information from first and second responders).

MSB har under flera år deltagit aktivt i ett standardiseringsarbete¹ inom EU som gäller märkning, symboler och insatsinformation till räddningstjänsterna. I standardiseringsarbetet har flertalet fordonstillverkare medverkat, men även andra organisationer som exempelvis International Association for Fire and Rescue Service (CTIF) och European New Car Assessment Programme (Euro NCAP).

¹ Standardserien heter ISO 17840 och går under den övergripande titeln "Road vehicles - Information for first and second responders" och innehåller följande fyra delar:

- Part 1: Rescue sheet for passenger cars and light commercial vehicles (Publicerades 2015)
- Part 2: Rescue sheet for buses, coaches and heavy commercial vehicles (Publiceras under 2018)
- Part 3: Emergency Response Guide template (Publiceras under 2018)
- Part 4: Propulsion energy identification (Publiceras under 2018)

Formellt bedrivs arbetet av ISO/TC 22/SC 36 "Safety and impact testing" och MSB deltar både nationellt och internationellt med experter via den svenska "spegelkommittén" SIS/TK 237 Fordonssäkerhet

MSB har framförallt deltagit i den del av standardiseringsarbete som ska underlätta, samt förbättra säkerheten, för räddningspersonal genom att ge tillgång till "insatsinformation" om ett fordon som varit involverad i en trafikolycka. Syftet är att räddningstjänst redan innan de anländer skadeplatsen ska kunna förbereda och börja planera sin insats om de får information om vilka fordon som är involverade.

Olika fordonstillverkare konstruerar sina bilar, bussar och lastbilar på olika sätt. Standardiseringsarbetet har gått ut på att identifiera vad som det är viktigt att veta om ett fordon's konstruktion så att en insats kan bedrivas på ett säkert och effektivt sätt. Genom att komma överens om en standard kan olika tillverkare enkelt rapportera in vad som är viktigt att känna till om en specifik fordonstyp vid en eventuell räddningsinsats.

I arbetet ingår även att definiera symboler, färger och märkning som kan användas så att räddningspersonal snabbt kan identifiera vilket drivmedel ett fordon använder. Detta blir en alltmer viktigare faktor i och med att fler och fler fordon använder nya bränslen, som i sin tur kan resultera i att en räddningsinsats måste anpassas för att den ska vara säker och effektiv.

Tillverkare och leverantörer kan lämna information till räddningstjänstenheten på MSB som kan lägga upp informationen på sin hemsida: <https://www.msb.se/sv/insats--beredskap/Brand--raddning/trafikolycka/>.

13.4. Sammanfattning av förändringar under närmaste 5-års perioden efter 2017

13.4.1 Allmänt

- Nya fossilfria drivmedel och drivlinor.
- Nya lättviktsmaterial för minskad vikt och energiförbrukning
- Nya konstruktioner som höjer styrka och säkerhet i förhållande till vikt i karossen, samt nya aktiva säkerhetssystem.

13.4.2. Utveckling av räddningsinsats

- Fortsatt utveckling av taktik och teknik vid insats i olika typer av bussar byggda i lättviktsmaterial och i bussar med tunga laster på tak är av värde.
- Klippning och sågning i karosser med olika nya material, som t.ex. aluminium, rostfritt stål, borstål och komposit, behöver utvecklas.
- Hantering vid bränder i gasbussar är ett område där kunskap och metoder kan behöva utvecklas.
- Brandegenskaper och brandgaser genererade av olika inrednings- plast- och lättviktsmaterial bör klarläggas och behandlingsstrategier utvecklas.
- Standardiseringsarbete pågår avseende ”Road vehicles - Information for first and second responders”.

14. Referenser

- Albertsson P, Björnstig U, Petzäll J, Falkmer T, Näsman Y. Utrymningsförsök av passagerare ur buss vid brand och brandtillbud samt antalet bränder och brandtillbud i bussar i Sverige. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2006; 14:85–91.
- Albertsson P, Björnstig U. Busskraschen i Granån 2001 – med 34 skadade. Olycksanalysgruppen rapport nr 116. Akut och katastrofmedicinskt centrum. Norrlands universitetssjukhus. Umeå 2002.
- Albertsson P, Falkmer T, Kirk A, Mayrhofer E, Björnstig U. Case study: 128 injured in rollover coach crashes in Sweden – injury outcome, mechanisms and possible effects of seat belts. *J Safety Science* 2006;44:87–109.
- Albertsson P. Occupant Casualties in Bus and Coach Crashes – Injury and Crash Mechanisms. Medical dissertation. Umeå University. Umeå 2005.
- Backman K, Albertsson P, Pettersson S, Björnstig U. Report from major accident. Protocol from the coach crash in Ängelsberg, Sweden, January 2003. *Int J Disaster Medicine* 2004;2:93–104.
- Björnstig U, Albertsson P, Björnstig J, Bylund P-O, Falkmer T, Petzäll. Injury events among bus and coach occupants – non-crash injuries as important as crash injuries. *Journal of International Association of Traffic and Safety Sciences. IATSS Research*. 2005;29:79–87.
- Björnstig U. Bussbränder – en litteraturstudie. MSB – anskaffning 57721. MSB Karlstad 2014.
- Björnstig U, Hoffmann L, Palmkvist K. Brand i moderna bilar. Speciella faktorer att beakta i olika drivsystem. Råd till räddningstjänst- och ambulanspersonal. MSB. Publ. MSB1124 – september 2017. ISBN 978-91-7383-766-8.
- Collis ML, Steinman AM, Chaney RD. Accidental hypothermia: An experimental study of practical rewarming methods. *Aviat Space Environ. Med* 1977; 48: 625–632.
- Committee on Injury Scaling. The Abbreviated Injury Scale (AIS) Association for the Advancement of Automotive Medicine. The AIS® 2005 Update 2008. Des Plaines, IL. 2008.
- Danzl D, Accidental hypothermia, 135-77. Auerbach P, Editor, Wilderness medicine 2001. Mosby, St. Louis.
- Dutch Safety board. Fire in a CNG bus. Wassenaar, 29 October 2012. Dutch Safety board, The Hague. September 2013.

- Durrer B. The Medical on Site Treatment of Hypothermia, 71–75. Elsensohn F., Editor, Consensus Guidelines on Mountain Emergency Medicine and Risk Reduction. 1st ed. Italy; 2001.
- EASA. Certification Specifications for Long Aeroplanes, CS-25 Cong. Rec. 1-525. European Aviation Safety Agency. 2005.
- Giesbrecht GG. Cold stress, near drowning and accidental hypothermia: A review. *Aviat Space Environ Med* 2000; 71: 733–752.
- Hagberg M, Lindström J, Backlund P. Olycksutredning. Brand i gasbuss, Gnistängstunneln, Göteborg, 12 juli 2016. Räddningstjänsten Storgöteborg, d-nr 0397/16.2016. Göteborg 2016.
- Hamilton RS and Paton BC. The diagnosis and treatment of hypothermia by mountain rescue teams: A survey. *Wilderness and Environ. Med.* 1996; 7: 28–37.
- Harnett RM, O'Brien EM, Sias FR and Pruitt JR. Initial treatment of profound accidental hypothermia. *Aviat Space Environ. Med* 1980; 51: 680–687.
- Henriksson O, Lundgren P, Kuklane K, Holmér I, Björnstig U. Protection against cold in prehospital care - thermal insulation properties of blankets and rescue bags in different wind conditions. *Prehosp Disaster Med.* 2009 Sep-Oct;24(5):408-15.
- Henriksson O, Lundgren P, Kuklane K, Holmér I, Björnstig U. Protection against cold in prehospital care: evaporative heat loss reduction by wet clothing removal or the addition of a vapor barrier--a thermal manikin study. *Prehosp Disaster Med.* 2012 Feb; 27(1):53-8.
- KAMEDO 58/91. Flygplansbranden i Manchester den 22 augusti 1985. SoS-rapport 91:14. Socialstyrelsen, Stockholm. 1991
- KAMEDO 60/1993. Branden på passagerarfärjan Scandinavian Star den 17 april 1990. SoS-rapport 93:3. Stockholm. 1993.
- KAMEDO 62/1994. Spårvagnsolyckan i Göteborg 12 mars 1992. SoS-rapport 94:2. Stockholm. 1994.
- KAMEDO 63/1994. Flyghaveriet vid Gottröra den 27 december 1991. SoS-rapport 94:15. Stockholm. 1994.
- KAMEDO 68/1997. M/S Estonias förlisning i Östersjön den 28 september 1994. SoS-rapport 97:15. Stockholm. 1994.
- KAMEDO 73/1999. Katastrofmedicinska studier under 35 år. Erfarenheter från KAMEDO:s verksamhet 1963–1998. SoS-rapport 99:4. Stockholm. 1999.
- Lungren P, Henriksson O, Pretorius T, Cahill F, Bristow G, Chochinov A, Pretorius A, Björnstig U, Giesbrecht G. Field torso-warming modalities: a comparative study using a human model. *Prehosp Emerg Care.* 2009 Jul-Sep;13 (3):371-8

- Lundgren P, Henriksson O, Naredi P, Björnstig U. The effect of active warming in trauma care of road and air ambulance patients; a clinical randomised trial. *Scand J Trauma Rescue Emerg Med.* 2011; 19: 59.
- Mallet M.L. Pathophysiology of accidental hypothermia. *Q J Med.* 2002; 95:775–785.
- Mills WJ. Field care of the hypothermic patient. *Int. J. Sports Med.* 1992; 13: S199-S202.
- MIMMS. Major Incident Medical Management and Support (på svenska). Ett metodiskt sätt att hantera allvarliga händelser. Studentlitteratur, Lund. 2004.
- MSB Räddningskedjan (<http://e-fordon.blogspot.se>). 2014.
- MSB. Förändringar – Omvärldsanalys bussar. MSB 1103-Maj 2017. ISBN 978-91-7383-789-1. MSB Karlstad 2017.
- Månsson B, Castenfors J, Bergstrand J, Wolmer P, Olsson K. Konsultläkargruppen SRV. Inverterad arbetsställning – studie över medicinska risker. Räddningsverket, Karlstad. 2001.
- Petzäll J, Albertsson P, Falkmer T, Björnstig U. Wind forces and aerodynamics, contributing factors to compromise bus and coach safety? *International Journal of Crashworthiness* 2005; 10:435–444.
- PHTLS. Pre-Hospital Trauma Life Support. 8th Edition. Jones & Bartlett Publisher, Inc. Sudbury, United States. 2014. ISBN-13: 978-1284041736
- Statens haverikommission. Brand i buss efter trafikolycka i Fjärdhundra på länsväg 70, C län den 21 november 1998. Rapport RO 2001:04, Dnr O-10/98. Statens Haverikommission. Stockholm 2001.
- Statens haverikommission. Olycka med långfärdsbuss, reg. nr. GKS 987, vid Ängelsberg, U län, den 24 januari 2003. SHK Rapport RO 2004:01. Statens haverikommission, Stockholm. 2004.
- Statens haverikommission. Olycka med långfärdsbuss med reg. bet. TPF 517 på väg E18/E20 V Arboga, U-län, den 27 januari 2006. SHK Rapport RO 2007:1. Statens haverikommission, Stockholm. 2007.
- Statens haverikommission. Kollision mellan två bussar med registreringsnummer XCA 758 och XCA 777 på länsväg 288 vid Rasbo, NO Uppsala, C län, den 27 februari 2007. Slutrapport RO 2008:01. Dnr O-04/07. ISSN 1400-5751. Statens haverikommission, Stockholm 2008.
- Statens haverikommission. Brand mellan två biogasbussar i stadstrafik i Helsingborg, Skåne län, den 14 februari 2012. RO 2013:01. Statens Haverikommission. Stockholm 2013.

- Statens haverikommission. Slutrapport: Olycka med buss i beställningstrafik på riksväg 27 söder om Tranemo tätort, Västra Götalands län, den 4 december 2014. SHK Rapport RO 2015:02. Statens haverikommission, Stockholm 2015.
- Statens haverikommission. Singelolycka med buss i beställningstrafik söder om Sveg, Jämtlands län, den 2 april 2017. Slutrapport RO 2018:01, Dnr O-02/17. Statens haverikommission, Stockholm 2018.
- Statens Räddningsverk. Lyftkuddesats Vetter ®. Räddningstjänstavdelningen. Karlstad 1995.
- The National Board of Health and Welfare. Hypothermia: cold injuries and cold water near drowning. 2nd rev. ed. Stockholm; 2002.
- Tisherman SA. Hypothermia and Injury, Curr Opin Crit Care. 2004; 10: 512–519.
- Tisherman SA. Hypothermia, Cold Injury and Drowning, 404-410. The Trauma Manual, 2nd ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2002.
- Zafren K, Giesbrecht G. Cold Injuries Guidelines. State of Alaska, Department of Health and Social Services. Juneau. 2014.

Bilaga 1



Bilden visar ett exempel på hur en kaross, i detta fall av aluminium, kan vara uppbyggd. (Bilden visas med tillstånd av Volvo Buss i Säfte.)