

Drunkning i motorfordon

Rapport nr 139

Albin Stjernbrandt
Mats Öström
Anders Eriksson
Ulf Björnstig

Akut och katastrofmedicinskt centrum
Norrlands universitetssjukhus, Umeå

Enheten för rättsmedicin, Institutionen för samhällsmedicin
och rehabilitering, Umeå Universitet

Umeå 2008

Tillkännagivanden

Denna studie har kunnat genomföras tack vare ekonomiskt stöd från Vägverkets Skyltfond och den Medicinsk-odontologiska fakulteten vid Umeå Universitet.

Föreliggande rapport har utarbetats vid Olycksanalysgruppen vid Regionsjukhuset i Umeå. Vägverket har rättighet att fritt använda rapportens innehåll utan inskränkning, förutsatt att källan anges.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. SAMMANFATTNING	4
2. INTRODUKTION	5
3. MATERIAL OCH METOD	5
3.1 Urval av fall	5
3.2 Insamling av data	6
3.3 Analys av data	6
4. RESULTAT	8
4.1 Allmänt	8
4.2 Omkomna	10
4.3 Fordon	12
4.4 Omständigheter	13
5. DISKUSSION	14
5.1 Allmänt	14
5.2 Validitet	14
5.3 Omkomna	15
5.4 Fordon	16
5.5 Omständigheter	17
6. REFERENSER	20

1. SAMMANFATTNING

I denna retrospektiva studie har vi undersökt 83 fordonsrelaterade drunkningar i Sverige under åren 1992-2006 i syfte att belysa omfattningen av dessa skadehändelser samt utvärdera krasch- och skademekanismer. Obduktionsprotokoll, patientjournaler, polisutredningar och Vägverkets djupstudier har analyserats. Merparten av de förolyckade personerna hade lindriga till måttliga skador (82 % MAIS-grad ≤ 2) och hade sannolikt överlevt händelsen om de inte drunknat. Två tredjedelar av händelserna skedde i vatten i direkt anslutning till väg (36 %) eller bro (34 %). Fordonet återfanns oftast (72 %) liggande på taket. Vattensamlingen i vilken drunkningen skedde i var oftast grund (65 % < 2 m). En tredjedel (32 %) av de omkomna förarna testades positivt för alkohol, med en genomsnittlig medelkoncentration av 2 ‰ etanol i blodet. Majoriteten av dödsfallen hade sannolikt kunnat förebyggas med hjälp av fler och bättre designade vägräcken. I denna studie saknades vägräcken helt i nära hälften (46 %) av fallen, i ytterligare 23 % började vägräckena så nära vattensamlingen att fordonet hamnade på fel sida av dem eller att fordonet trots islag i räcket kunde passera över det. För att få större kunskap om hur motorfordon beter sig när de körs ut i vatten krävs väl designade experimentella studier. Ökad kunskap skulle kunna leda till en mer skyddande vägmiljö med bl a optimalt placerade och designade vägräcken, om hur man på bästa sätt tar sig ur ett fordon i vatten och hur en räddningsinsats på bästa sätt bör genomföras.

2. INTRODUKTION

I studier från USA finns beskrivet att förare och passagerare som drunknar i sina fordon utgör ungefär hälften av översvänningsrelaterade dödsfall (Yale et al. 2003) och i Sacramento, Kalifornien, sker det fler rättsmedicinska obduktioner av personer som avlidit till följd av drunkning i vägfordon än av båtrelaterade drunkningar (Wintemute et al. 1990a, 1990b). Trots att drunkning i motorfordon är relativt vanligt förekommande är sådana händelser dock sällan analyserade i den vetenskapliga litteraturen

I Sverige utgör det stora antalet vattendrag i nära anslutning till hårt trafikerade vägar en risk för att fordonsrelaterade drunkningar skall kunna ske. Dessutom gör de kalla vintrarna i norr att fordonsförare kan köra ut på isar, ibland på av Vägverkets uppförda temporära isvägar.

Enligt Vägverket (SRA 2007) har mer än 600 personer årligen omkommit i trafiken under de senaste decennierna, men andelen drunkningar i samband med trafikolyckor är okänd, och så även omständigheterna.

Syftet med denna studie är att undersöka förekomsten av och omständigheterna kring drunkningar i motorfordon. Detta för att kunna få en bättre förståelse av hur dessa händelser går till och hur vi på bästa sätt ska kunna minimera denna typ av skadehändelser. Andelen drunkningar bland terrängfordon, särskilt snöskotrar, är betydande men analyseras inte i denna studie (jämför Öström och Eriksson 2002).

3. MATERIAL OCH METODER

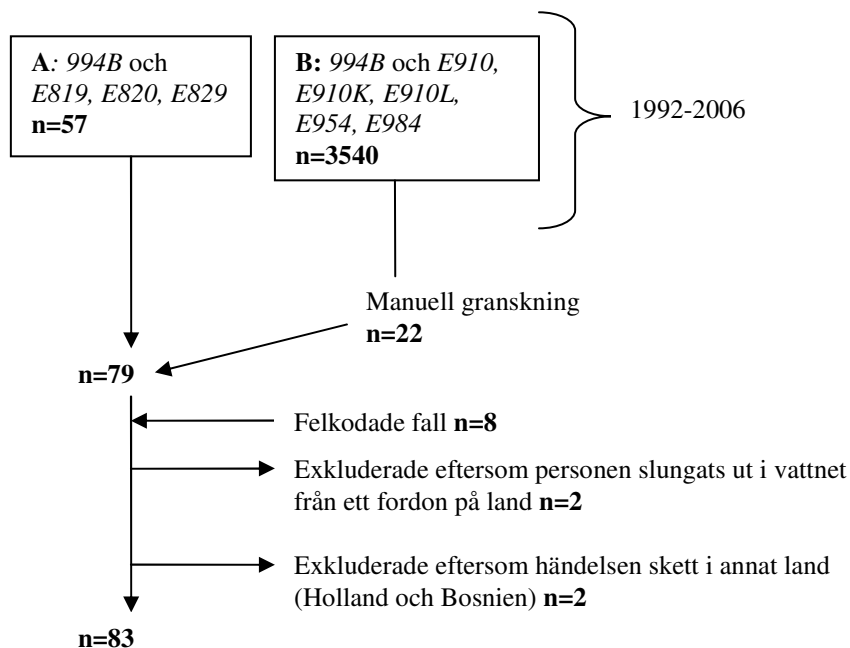
3.1 Urval av fall

Samtliga dödsfall i Sverige under åren 1996-2006 till följd av motorfordonsrelaterad drunkning och som obducerats vid någon Svensk rättsmedicinsk avdelning identifierades via Rättsmedicinalverkets databas. Enligt svensk rättspraxis genomgår i princip samtliga omkomna trafikanter en rättsmedicinsk obduktion för att bl.a. dödsorsaken, dödssättet och eventuell drogpåverkan ska kunna fastställas. Vi förväntar oss därför att bortfallet i denna studie är mycket lågt (jämför Öström et al. 1993).

Följande fall exkluderades ur studien: (i) dödsfall relaterade till snöskotrar, tvåhjuliga fordon och fyrhjulingar (ATV) eftersom föraren i dessa fall inte suttit inuti fordonet och (ii) dödsfall där den omkomne hade slungats ut i vatten från ett fordon på land.

För att kontrollera bortfallet, genomfördes även en sökning i officiell statistik (Socialstyrelsens dödsorsaksregister) (personlig korrespondens Dan Bernhardson, Epidemiologiskt centrum, 2007) (Figur 1).

Figur. 1. Drunkningar i motorfordon - Urval av fall



A: Dödsorsak 1a-1c, 2= drunkning (994B) och fordonsrelaterade E-koder (E819, E820, E829) enligt ICD-9.

B: Dödsorsak 1a-1c = drunkning (994B) och E-koder för drunkning (E910, E910K, E910L), suicid (E954) och oklart dödssätt (E984).

3.2 Insamling av data

Samtliga tillgängliga obduktionsrapporter (inklusive toxikologiska och histopatologiska analyser), polishandlingar och relevanta patientjournaler analyserades. De toxikologiska analyserna genomfördes vid Rättsmedicinalverkets rättskemiska avdelning i Linköping. Sedan 1997 genomför Vägverket s.k. djupstudier på alla olyckor i trafiken där någon person omkommit. Detta för att analysera händelsekedjan så långt det är möjligt och om möjligt förstå vad som orsakat dödsfallet. Även dessa studier granskades för att få ytterligare insikt i skademekanismerna.

3.3 Analys av data

Analys av alkohol (etanol) genomfördes på lårblood taget i samband med rättsmedicinsk obduktion i samtliga fall utom ett, där i stället hjärtblood användes. De fall där alkohol enligt den ansvarige rättsläkarens bedömning bildats efter döden (n=3) registrerades som negativa.

Substanser som i denna rapport benämnts trafikfarliga är antingen narkotikaklassade (LVFS 1997:12) substanser olagliga i trafik (SFS 1951:649) eller läkemedel med negativa effekter på körförmågan (FASS).

Personskador klassificerades utifrån skadeskalan Abbreviated Injury Scale (AIS) (Gennarelli och Wodzin 2005), vilken graderar samtliga enskilda skador genom ett numeriskt värde från 1 (lindrig) till och med 6 (maximal) uppdelade på olika kroppsregioner. Maximal AIS (MAIS) betecknar den skada på kroppen med högst AIS-värde. För att avspegla den totala skadebilden beräknades även en s.k. Injury Severity Score (ISS) för varje enskilt dödsfall (Baker 1974). Detta siffervärde, med intervallet 0-75, beräknas som summan av kvadraten av MAIS-värdet för de tre svårast skadade kroppsregionerna. Skador som bedöms ha uppstått efter skadehändelsen, t.ex. revbensbrott vid hjärtlungräddning, exkluderades från skadeanalyserna.

Skadegradering enligt AIS skalan

AIS 1	Lindrig skada (t.ex. småsår, finger- eller näsbrott)
AIS 2	Måttlig skada (t.ex. okomplicerat överarmsbrott)
AIS 3	Allvarlig skada (t.ex. lårbensbrott)
AIS 4	Svår skada (t.ex. blödning i hjärnan)
AIS 5	Kritisk skada (t.ex. skada på kroppspulsådern)
AIS 6	Maximal skada (nästan alltid dödlig)

Prevalenssiffror beräknades med Statistiska Centralbyråns befolkningsstatistik från 1988 som underlag eftersom detta ungefärligen motsvarar mitten på studieperioden.

Rättsmedicinalverkens upptagningsområden

Region	Län
Umeå	Norrbottens län Västerbottens län Västernorrlands län Jämtlands län
Uppsala	Uppsala län Dalarna län Gävleborgs län Västmanlands län
Stockholm	Stockholms län Södermanlands län
Linköping	Östergötlands län Jönköpings län Värmlands län Örebro län Kalmar

Göteborg	Gotlands län Västra Götalands län Hallands län (norr)
Lund	Skåne län Kronobergs län Blekinge län Hallands län (söder)

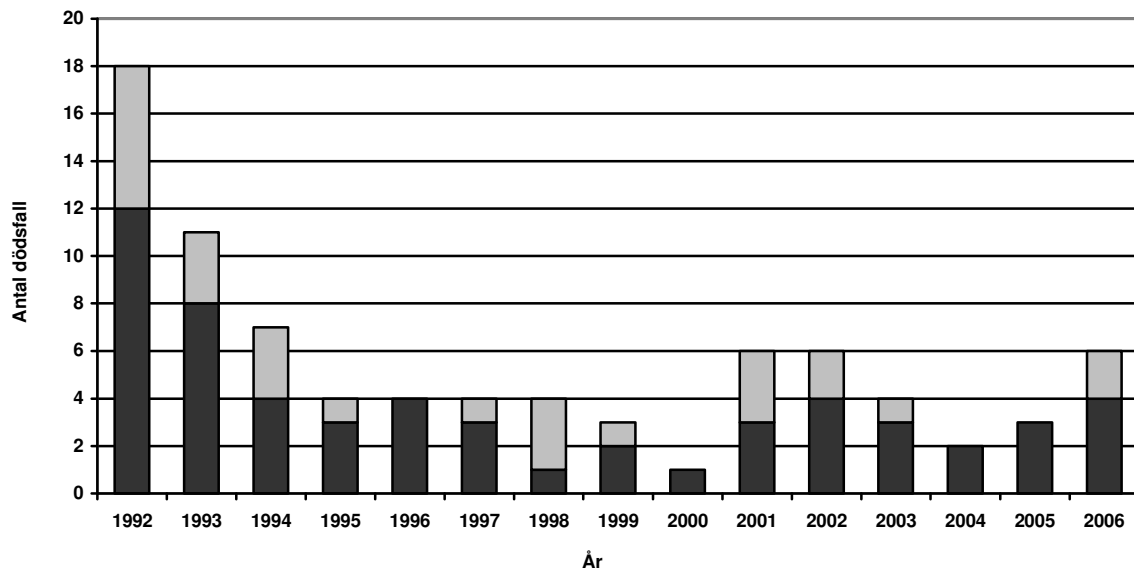
4. RESULTAT

4.1 Allmänt

Under studieperioden drunknade totalt 83 personer i 63 fordon. Som mest drunknade 3 personer i ett och samma fordon. Samtliga dödsfall inträffade vid singelolyckor. Av de 83 dödsfallen obducerades 21 vid den rättsmedicinska avdelningen i Göteborg, 17 i Umeå, 16 i Lund, 13 i Uppsala, 12 i Linköping och 4 i Stockholm. Motsvarande siffror för antalet omkomna per år och 100.000 invånare var 1,9 i Umeå, 1,3 i Göteborg, 1,2 i Uppsala, 1,0 i Lund, 0,8 i Linköping och 0,2 i Stockholm.

Under studietiden noterades en minskning med 43 % av antalet fall under den senare halvan (n=30) jämfört med den första halvan (n=53) (Figur 2).

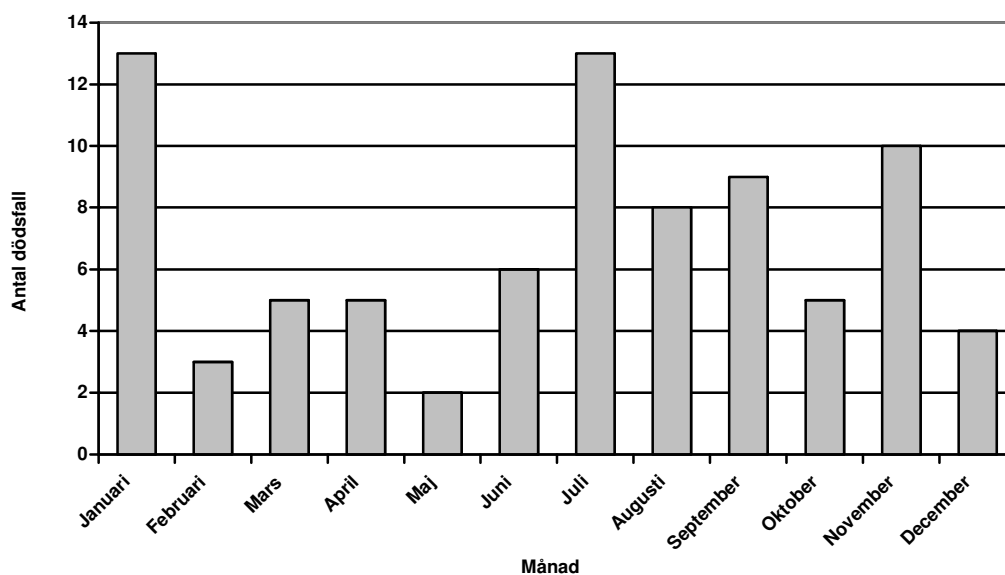
Figur. 2. Drunkning i motorfordon (n=83) i Sverige under 1992-2006, uppdelat på kön och år.



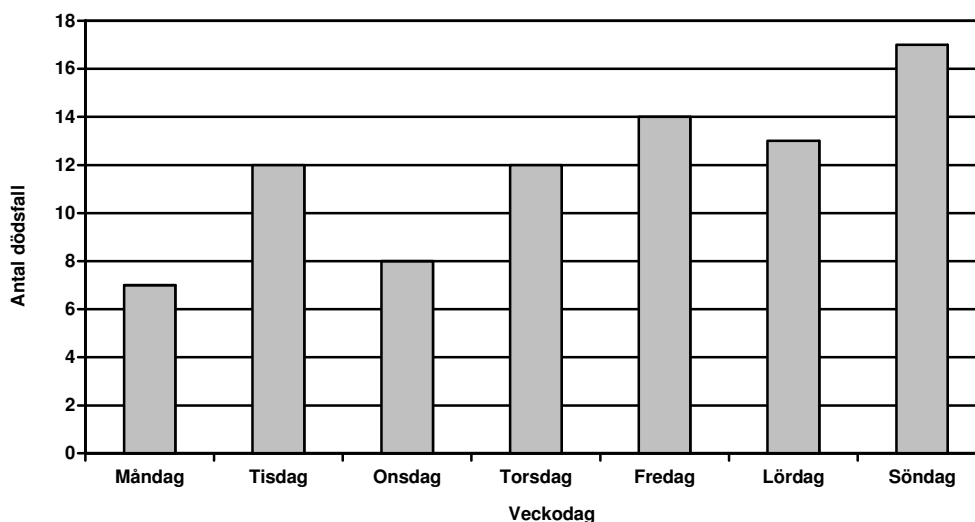
Svart = män, grått = kvinnor

Tidpunkt för olyckan: De flesta dödsfallen skedde under januari och juli månad, men ingen månad var befriad från dessa händelser (Figur 3). Majoriteten av dödsfallen inträffade under fredag – söndag (Figur 4). De flesta skadehändelser inträffade under eftermiddagen kl 15-18 (n=13, 18 %), men även en stor andel skadehändelserna inträffade nattetid (Figur 5).

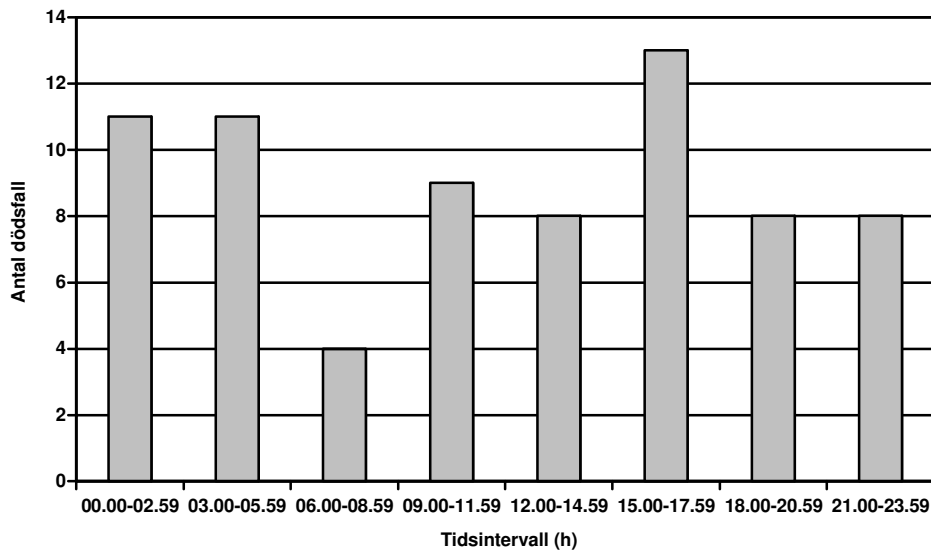
Figur 3. Drunkning i motorfordon (n=83) i Sverige 1992-2006, fördelning på årets månader.



Figur 4. Drunkning i motorfordon (n=83) i Sverige 1992-2006, fördelning på veckodagar



Figur 5. Drunkning i motorfordon (n=72) i Sverige 1992-2006, fördelning på dygnets timmar

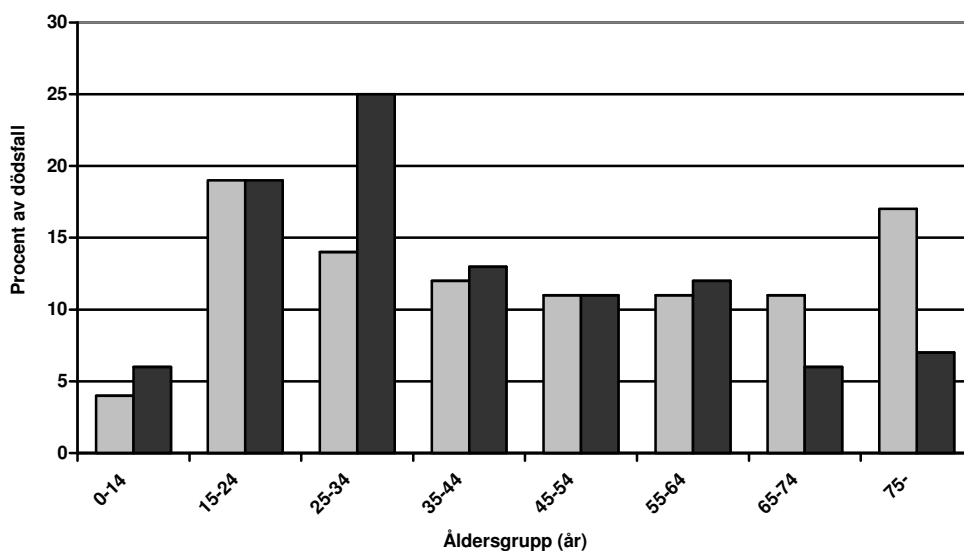


4.2 Omkomna

Uppsåt: I samtliga dödsfall utom 2 (2 %) kunde uppsåtet till händelsen klassificeras av den ansvarige rättsläkaren. Merparten av dödsfallen (n=74, 89 %) var utan uppsåt (=olyckshändelse). I 6 dödsfall (7 %) bedömdes eget uppsåt (=självmord) föreligga och i ett fall (1 %) bedömdes annans uppsåt föreligga.

Ålder: Medelåldern hos de avlidna var 40 år (intervall 3-93 år), varav förarna hade en medelålder av 43 år (intervall 15-93 år) och passagerarna 32 år (intervall 3-85 år). Jämfört med andelen omkomna trafikante totalt under studietiden återfanns en större andel drunknade i motorfordon bland 25-34 åringarna och färre bland de över 75 år (Figur 6).

Figur 6. Andelen omkomna drunknade i motorfordon och andelen totalt omkomna trafikanter i Sverige 1992-2006, fördelning i åldersgrupper.



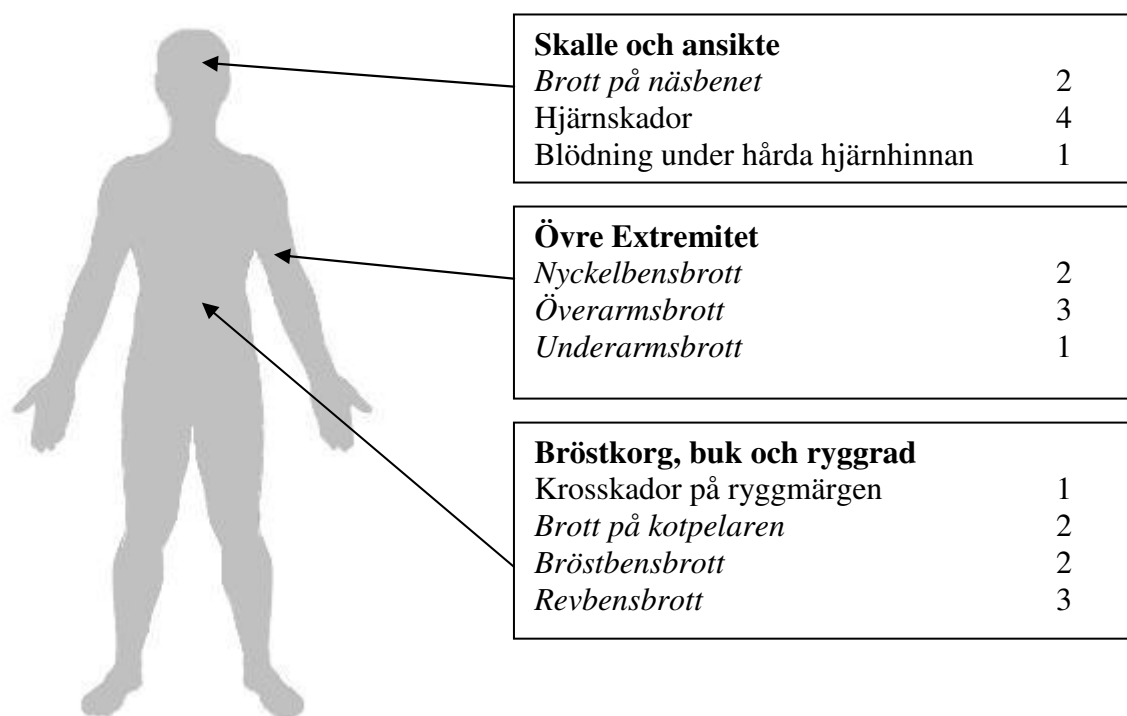
art = drunkning i motorfordon, grått = omkomna trafikanter totalt

Sv

Kön: Majoriteten av de totalt omkomna personerna som drunknade i motorfordon var män (n=57, 69 %) och 78 % av förarna var män. Männens medelålder var 41 år jämfört med 38 år för kvinnorna.

Skador: De flesta omkomna hade lindriga skador till följd av trubbigt våld, vanligen endast blåmärken och skrapår, och hade sannolikt överlevt händelsen om de inte drunknat. Ungefär en tredjedel (n=29, 35 %) av de omkomna uppvisade inga skador över huvud taget och 82 % (n=68) hade ingen, lindig eller måttlig skada (MAIS-grad ≤ 2). Av de 5 som fick en allvarlig skada (MAIS 3) uppvisade 2 hjärnskador, 1 blödning under den hårda hjärnhinnan, 1 krosskada i ryggmärgen och 1 omfattande revbensbrott. En person fick utbredda hjärnskador (MAIS 4) och en person fick krosskador på hjärnbryggan och den förlängda märgen (MAIS 5). Det totala medelvärdet av ISS var 2.5 (intervall 0-45), och endast 11 % (n=9) hade en ISS > 5. I 36 fall (43 %) fanns det synliga lindriga hudskador (AIS 1) på att trauma mot huvudet förekommit, men hos endast 4 av dessa kunde hjärnskador konstateras. Totalt hade 10 omkomna brott på skelettet inkluderande 3 överarmsbrott, 2 nyckelbensbrott, 2 brott på kotpelaren, 2 bröstbensbrott, 2 revbensbrott (flera revben), 2 brott på näsbenet och 1 brott på armbågsbenet (Figur 7).

Figur 7. Sammanställning av brott på skelettet och allvarliga skador (MAIS ≥ 3) för drunkning i motorfordon i Sverige 1992-2006.



Sjukhusvård: I de flesta fall avled personen på platsen för händelsen. I många fall (n=28, 43 %) gjordes återupplivningsförsök, men endast 5 personer (6 %) överlevde tillräckligt länge för att hinna skrivas in på sjukhus. Överlevnadstiden på sjukhus var 4 timmar - 7 dagar.

Plats i fordonet: Antalet personer i bilen var känt i varje enskilt fall. I 34 dödsfall (41 %) var föraren ensam och i 49 (59 %) fall fanns det även passagerare. Platsen för den omkomne i fordonet var dokumenterad i majoriteten av fallen (n=78, 94 %). De flesta omkomna (n=54, 69 %) var förare. Tio (13 %) var framsätesspassagerare, 7 (9 %) var baksätesspassagerare, och 7

(9 %) var passagerare på okänd plats. Kvinnorna var i betydlig högre utsträckning än män passagerare (54 resp 18 %).

Säkerhetsbälte: I 40 dödsfall (48 %) var bältesanvändandet dokumenterat. Av dessa hade hälften använt sitt bälte.

Fastklämning: Totalt fanns dokumentation att 24 (29 %) omkomna var fastklämda. Av dessa återfanns 10 hängandes i säkerhetsbältet, 3 fastklämda under fordonet, och 11 fastklämda i passagerarutrymmet på annat vis.

Överlevnad: I 19 (23 %) av dödsfallen fanns det andra personer i fordonet som överlevt händelsen. Dessa händelser inträffade generellt i grundare vatten (medeldjup 2,1 m för händelser med överlevande, jämfört med 3,0 meter för händelser utan överlevande). De förolyckade i händelser med överlevande satt oftare fastklämda inuti fordonet (10/19=53 %) än i de händelser där ingen överlevde (9 %).

Alkohol: Alkoholanalyser utfördes på blod från de flesta omkomna (n=74, 89 %), varav förekomst av alkohol påvisades hos en tredjedel (n=25, 34 %), inklusive 17 av förarna (17/54=32 %) och 4 (4/24=17 %) av passagerarna. I 4 dödsfall (5 %) där alkohol påvisades kunde positionen i fordonet inte fastställas. Medelvärdet av blodalkoholkoncentrationen var för samtliga testade 1,8 promille (intervall 0,16-2,7) med 2,0 promille (intervall 0,16-2,6) för förare och 1,4 promille (0,6-1,8) för passagerare. Utöver detta påvisades hos 9 (9/17=53 %) av de alkoholpositiva förarna dessutom trafikfarlig drog (se nedan).

Tabell I. Blodalkoholkoncentration vid drunkning i motorfordon i Sverige 1992-2006, uppdelat på kön och ålder.

	n (%) av dödsfall som testat positivt för alkohol, efter blodalkoholkoncentration (‰)						Totalt
	0,1-0,4	0,5-1,0	1,1-1,5	1,6-2,0	2,1-2,5	2,6-3,0	
Totalt	1 (4)	2 (8)	3 (12)	9 (36)	8 (32)	2 (8)	25
Man	1	2	3	7	6	2	21
Kvinna	-	-	-	2	2	-	4
<20 år	-	1	1	-	-	-	2
20-30 år	-	1	2	7	5	1	16
>30 år	1	-	-	2	3	1	7

Andra droger: Rättskemisk analys avseende läkemedel och andra droger utfördes i de flesta fall (n=69, 83 %). Trafikfarlig substans påvisades i blodet hos 17 (21 %), varav 15 (17 %) var förare. Bensodiazepiner påvisades hos 6 omkomna, opiater hos 4, cannabis hos 4, selektiva serotonin-återupptagshämmare (SSRI) hos 3, tricykliska antidepressiva (TCA) hos 3, amfetamin hos 2 och kokain hos 1. Av de 17 testpositiva hade 6 (6/17=35 %) fler än en ”trafikfarlig substans” i blodet.

4.3 Fordon

Typ av fordon: Fordonet var en personbil i 74 fall (89 %), ett motorredskap i 7 fall (8 %) och en lastbil i 2 fall (2 %). Händelserna med motorredskap innefattade 3 lantbrukstraktorer som voltade ned i vatten, 2 hamntruckar som kört av kajen, 1 grävmaskin som sjunkit när en pir kollapsade, och 1 framhjulslastare som sjunkit genom is i samband med snöplogning.

Fordonets orientering i vattnet: I 60 fall (60/83=72 %) var fordonets slutgiltiga position i vattnet känd. I ett betydande antal dödsfall (43/60=72 %) återfanns fordonet upp och ner

liggande på taket. Fordonet ståendes på hjulen var den näst vanligaste positionen (12/60=20 %). I enstaka dödsfall återfanns fordonet antingen på sidan (4/60=7 %) eller ståendes på fronten (1/60 =2 %). Av de fordon som återfanns upp och ned hade de flesta (36/43=84 %) voltat innan kontakten med vattenytan skedde, snarare än roterat sedan fordonet hamnat i vattnet.

Bidragande omständigheter: I 38 fall förekom så svåra skador på fordonet (intryckt tak etc.) att möjligheterna att ta sig ur fordonet sannolikt försvårats och i ytterligare (n=24) var dörrarna antingen låsta eller fastklämda. Därutöver hade i många fall (n=41) fönster krossats eller dörrar öppnats till följd av kraschen, innebärande en snabb vattenfyllnad av passagerarutrymmet.

4.4 Omständigheter

Plats för händelsen: Platsen för händelsen var dokumenterad i samtliga fall. I regel (70 %) hade föraren kört av vägen ned i vatten beläget direkt intill vägbanan, antingen i nära och parallell anslutning till vägbanan (n=30, 36 %) eller i anslutning till en bro (n=28, 34 %). I 20 dödsfall (24 %) hade händelsen skett i vatten avlägset (>10 meter) från vägen, och i några fall (n=4, 6 %) hade fordonet sjunkit genom isen vintertid (Tabell II). Samtliga självmord (n=6) begicks i vatten avlägset från väg; 5 genom att köra av kaj/pir och 1 genom att köra ned i vattnet från en strand.

Tabell II. Drunkning i motorfordon (n=83) i Sverige 1992-2006 och plats för händelsen.

Vatten i direkt anslutning till väg ^a (n=30, 36 %)		Vatten avlägset ^c från väg (n=20, 24 %)		Bro (n=28, 34 %)	Is (n=5, 6 %)
Dike	6	Kaj	10	28	5
Kanal	6	Strand	4		
Älv	5	Brygga	4		
Å/Bäck	4	Pir	2		
Sjö	4				
Vatten UNS ^b	3				
Damm	2				

^a Kategorin skiljer sig från "Bro" genom att vägen inte korsar vattnet, ^b utan närmare specifikation, ^c mer än 10 meter från vägen.

Vägräcken: I 78 dödsfall (94 %) fanns dokumentation om huruvida vägräcken hade funnits på platsen eller ej. I 36 av dessa (46 %) saknades vägräcken helt, i 18 (23 %) började vägräcket för nära vattnet, så att fordonet antingen hamnade på fel sida om räcket eller leddes ner i vattnet av räcket som då agerade som en ramp. Vissa dödsfall (14, 18 %) skedde utanför vägmiljön, där vägräcken således inte kunde förväntas finnas, så som på is, på strand, eller på privat mark. Slutligen, i 10 dödsfall (13 %) fanns vägräcken, men de visade sig dock otillräckliga för att hindra fordonet från att lämna vägbanan där hastigheten bedömdes för hög i 5 dödsfall, i 3 dödsfall var ett tungt fordon inblandat i händelsen och i 2 fall saknades förklaringar varför fordonet kunnat passera vägräcket. Samtliga självmord begicks där vägräcken saknades.

Vattendjup: I 51 (62 %) dödsfall var vattendjupet dokumenterat. Medeldjupet var 2,8 m (intervall 0-12 m). I majoriteten av dödsfallen (33/51=65 %) var vattendjupet 2 meter eller mindre, vilket innebar att vattnet ofta täckte endast delar av fordonet.

Ljusförhållanden: Ljusförhållanden var dokumenterade i 72 (87 %) dödsfall. Av dessa inträffade 37 (51 %) i dagsljus, 32 (44 %) under natten (några där gatubelysning saknades), och 3 (4 %) under gryning eller skymning.

Fordonets hastighet: I 25 fall fanns dokumenterat att fordonet framförts i alltför hög fart i förhållande till underlaget och därigenom sannolikt bidragit till händelsen.

5. DISKUSSION

5.1 Allmänt

Globalt sett är drunkningar i motorfordon relativt vanligt förekommande och har identifierats som en av de huvudsakliga orsakerna till dödsfall vid översvämning i USA (Yale et al. 2003, CDC 1994, CDC 2000). Därutöver har motorfordon visats sig vara inblandade i 3 till 11 % av drunkningar i Nya Zeeland (Smith och Langley 1998), USA (Patetta och Biddinger 1988), Canada (Brancker 1989) och Australien (Mackie 1999). I jämförelse med statistik på den totala trafikdöden i Sverige (SRA 2007) representerar drunkning i motorfordon ca 1,5 % av den totala trafikdöden och 3,3 % av trafikdöd i singelolyckor. I vissa områden av landet är incidensen dock högre och Vägverket räknar med att 9 % av singelolyckorna i den Norra Regionen beror på drunkning i motorfordon (SRA 2004). I vår studie märktes en tydligt minskad incidens under den senare halvan av studieperioden. Man kunde även se en parallell minskning i den totala trafikdöden mellan den första och andra halvan av studieperioden (13 %). Denna minskning kan bero på en förbättrad trafikmiljö och/eller förbättrade fordon som reducerat trafikdöden, såväl drunkningsrelaterade som totalt sett.

Trots att drunkningar i motorfordon således inte är helt ovanliga, har studier av denna typ av händelser sällan genomförts, vilket innebär att kunskapen om orsaker och omständigheter kring drunkningar i motorfordon är begränsad. Likaledes är de skadeförebyggande åtgärderna inom denna skadetyp ofullständiga och dåligt utvärderade vad gäller fordon, trafikmiljö och räddningsinsatser.

5.2 Validitet

De 39 dödsfall som återfanns i Socialstyrelsens dödsorsaksregister motsvarar bara ungefär hälften av de fall som under samma tidsperiod var registrerade i Rättsmedicinalverkets databas, trots jämförbara sökkriterier. Den officiella statistiken baseras på dödsorsaksintyg, och den lägre rapporteringsfrekvensen kan bero på att omständigheterna för olyckan inte alltid framgår tydligt i dessa intyg, varför korrekt ICD-kodning inte kunnat genomföras. Även i den rättsmedicinska databasen framskyntar vissa oklarheter kring hur dessa fall ska kodas. För att minimera bortfallet genomfördes även en manuell sökning av fritext avseende samtliga personer som avlidit till följd av drunkning under den aktuella studieperioden.

Lite förvånande identifierades från Stockholms upptagningsområde endast 4 av de totalt 83 dödsfallen och i dödsorsaksregistret var motsvarande siffra endast 1 av 39 dödsfall. Befolkningsandelen och den vattennära miljön kring vägarna i området gör att man förväntat sig fler dödsfall inom Stockholms området. Trots ytterligare kontakter med både den aktuella

polismyndigheten och Rättsmedicinalverkets rättsmedicinska avdelning i Stockholm kunde dock ingen rimlig förklaring identifieras. En förklaring till den låga andelen fall i områden i detta avseende kan vara en väl fungerande och utbyggd trafikmiljö.

Detta råder således oklarheter i hur drunkningar i motorfordon ska koder i databaser och detta problem är inte uteslutande ett svenskt. Merparten av drunkningstillbud i motorfordon i t.ex. Australien återfanns inte i den officiella statistiken när man förlitade sig enbart på E-koder som förklarar den yttre händelsen för dödsfallet, vilket tydligt understryker att fri textsökning är nödvändig för att hitta dessa dödsfall (Mackie 1999). I en liknande studie från Nya Zeeland återfanns en liknande problematik där 18 % av det totala antalet "submersion fatalities" missades när sökning via specifika E-koderna för drunkning genomfördes.

I Sverige beslutar polismyndigheten om en rättsmedicinsk undersökning ska genomföras och praxis är att rättsmedicinsk obduktion görs vid denna typ av händelser. Eftersom denna studie enbart innefattar rättsmedicinskt obducerade personer, finns det ändå en risk att omkomna som primärt överlevt en längre tid på sjukhus inte genomgått en rättsmedicinsk undersökning. Dock torde dessa fall vara mycket få till antalet och därför inte påverkat studiens resultat och konklusioner.

5.3 Omkomna

Demografi: Även om det förelåg en viss överrepresentation av yngre i vår studie, så motsvarade könsfördelningen och medelåldern på de omkomna i stort sett vad man förvänta sig från omkomna trafikanter (cf. SRA 2004).

Skador: Skadorna från yttre våld hos de omkomna var få och lindriga. Även liknande studier från USA indikerar att traumatiska skador är av underordnad betydelse för den dödliga utgången (Hammett et al. 2007, Wintemute et al. 1990 b). Dock fann vi tecken på trauma mot huvudet hos nästan hälften av de avlidna, vilket kan innebära att dessa personer blivit medvetslösa vid kraschen vilket i sin tur kan ha bidragit till den dödliga utgången. Det är dock inte möjligt att bedöma storleken av denna andel.

Sjukhusvård: Mycket få överlevde länge nog för att komma levande till sjukhus. Omedelbar räddning från vattnet och återupprättande av tillräcklig syretillförsel till vävnaderna är av naturligtvis av största vikt (Hasibeder 2003) för chans till överlevnad liksom kort utryckningstid för räddningstjänsten och adekvata återupplivningsförsök.

Säkerhetsbälte: Eftersom den avlidne ofta återfanns flytande fritt i passagerarutrymmet, var det svårt att avgöra var i bilen personen hade suttit och om denne hade varit bältad eller inte då fordonet träffade vattenytan. Spekulationer om att ett bälte kan utgöra en fara vid denna typ av händelser genom att personen fastnar har framförts och i vår studie förekom att den avlidne återfanns fastspänd i sitt bälte. Huruvida bältet varit en bidragande orsak till den dödliga utgången går inte att bedöma, men denna eventuella risk med bältesanvändandet måste ställas i relation till risken för fler och svårare skador, inklusive huvudskador, för obältade trafikanter. Sammantaget torde bältesanvändning vara av stor betydelse för att minimera risken att omkomma även vid denna typ av trafikhändelser och i en närbesläktad studie från USA inträffade 96 % bland personer som inte använt säkerhetsbälte (Hammett et al. 2007). Hur man lämpligast tar sig ur sitt bälte om fordonet hamnar i vattnet bör dock vidare utredas.

Alkohol: Alkohol torde vara en riskfaktor även för drunkning i motorfordon, dels genom att öka risken att fordonet hamnar i vattnet och dels genom att försämra möjligheterna att lämna fordonet. I vår studie indikerar den höga medelalkoholkoncentrationen en betydande alkoholpåverkan hos många av de omkomna. Alla utom en av de förare som testade positivt för alkohol överskred dessutom den lagliga gränsen (0,2 promille) för bilkörning.

Händelser som involverar motorfordon har visat sig vara oftare alkoholassocierade än andra drunkningsincidenter (Wintemute et al 1990a). I en studie från USA testade ca 70 % av personer som drunknat i motorfordon positivt för alkohol (Patetta and Biddinger 1998). I en annan amerikansk studie testade 74 % de förarna som drunknat i motorfordon positivt för alkohol, och alkoholbruk var associerat med svårare traumatiska skador (Wintemute et al 1990b). Således är alkoholen ett problem vid dessa händelser som i trafiken i övrigt och fortsatta insatser för att minimera rattfylleri krävs.

Andra droger: Vissa läkemedel kan försämra omdömet eller reaktionsförmågan i trafiken. Det kan dock vara svårt att avgöra i vilken grad ett läkemedel orsakar trafikfarligt beteende, eftersom individuella reaktioner skiljer sig åt, samt att flera läkemedel i ofta (tex. 35 % i vår studie) har kombinerats.

I vår studie förekom ”trafikfarliga läkemedel”, inklusive illegala droger, hos nästan var femte förare där benzodiazepiner var vanligast förekommande. Detta överensstämmer med en annan studie över påverkade omkomna och skadade fordonsförare i Sverige (Ahlm et al 2008).

Själv mord: Andelen självmord var betydande. Det verkar som att lämpligt vattnet söktes upp, då alla dessa händelser skedde i vatten avlägset från väg, där vägräcken saknades. Planerade självmord relaterade till drunkning i motorfordon torde sannolikt vara svåra att minimera, men däremot torde närvaron av vägräcken kunna reducera oplanerade självmordsförsök (cf. Lindqvist et al. 2004).

5.4 Fordon

Fordonets orientering i vattnet: Majoriteten av dödsfallen inträffade i upp-och-ned-vända fordon. Detta innebär att den luft som fortfarande fanns i passagerarutrymmet hamnade i golvregionen, där en person som fortfarande sitter fastbänd i bilbältet eller på annat sätt är fastklämd i passagerarutrymmet inte kunde nyttja den. Därutöver kan det upp och nedvända läget sannolikt försvåra en persons orienteringsförmåga och möjligheterna att snabbt lämna fordonet. Att fordonet vultar vid händelsen är sannolikt en betydande riskfaktor och i en liknande studie från USA hade fordonet vultat i 90 % av dödsfallen (Hammett et al. 2007). Det framgick dock inte i vilken position fordonen slutligen hamnade i. I vår studie var sättet på vilket fordonet betett sig när det väl befunnit sig i vattnet i stort sett okänt. De flesta bilar har en framskjuten tyngdpunkt på grund av drivlinans tyngd, och sjunker därför sannolikt med fronten först. Detta torde dock skilja mellan olika fordonstyper och med sättet på vilket fordonet träffar vattenytan. En modern bil är sannolikt tätare och vattenfylld därför saktare och en minibuss beter sig troligen annorlunda än en småbil. Exprementella studier krävs för att klargöra hur fordonets viktfordelning och vattendjup påverkar fordonets slutliga position.

Vattendjup: I en amerikansk studie av drunkning i motorfordon i samband med översvämning rapporterades att 73 % av dem som befann sig i ett fullständigt vattentäckt fordon drunknade,

men ingen i de fordon som bara delvis täckts av vatten drunknade (Yale et al. 2003). Vår studie visar dock att vattendjupet inte behöver vara stort för att medföra dödlig utgång, om fordonet ligger på taket och personerna inte kan ta sig ut.

Bidragande omständigheter: Det blir mycket svårare att ta sig ur ett fordon när det har hamnat på taket. En bältad person blir hängande i sin sele, vilket gör att de blir svårare att spanna loss. Om taket tryckts in kan dörrarna bli svåra att öppna. Många moderna bilar har antingen laminerade eller härdade rutor, även på sidorna, och dessa kan vara mycket svåra att forcera utan rätt verktyg. Genom att utrusta fordonet med en t.ex. en s.k. nödhammare för att krossa rutorna och skära av bältet, kan man förbättra möjligheterna att ta sig ut ur fordonet.

Figur 8. Exempel på nödhammare med inbyggd bältesskärare.



En fordonsteknisk undersökning ingår som en del i Vägverkets s.k. djupstudier. Vid en av dessa undersökningar drog utredaren slutsatsen att bilens elsystem hade skadats av vattnet, vilket resulterat i att centrallåset kortslutits och därmed låsts. Den amerikanska räddningstjänsten har kommit fram till liknande resultat (Guyette 2005, personlig korrespondens Todd Hoffman 2008). Man misstänker att vattnets jonstyrka (salthalt) och typen av bilbatteri är viktiga faktorer som påverkar utfallet. Inga publikationer kring graden av påverkan på elhissar och centrallås då fordonet hamnar i vatten finns tillgängliga varför experimentella studier för att utreda vattnets effekter på elsystemet krävs. Om dessa misstankar skulle bekräftas är detta dock ett viktigt problem att angripa ur preventionssynpunkt.

5.5 Omständigheter

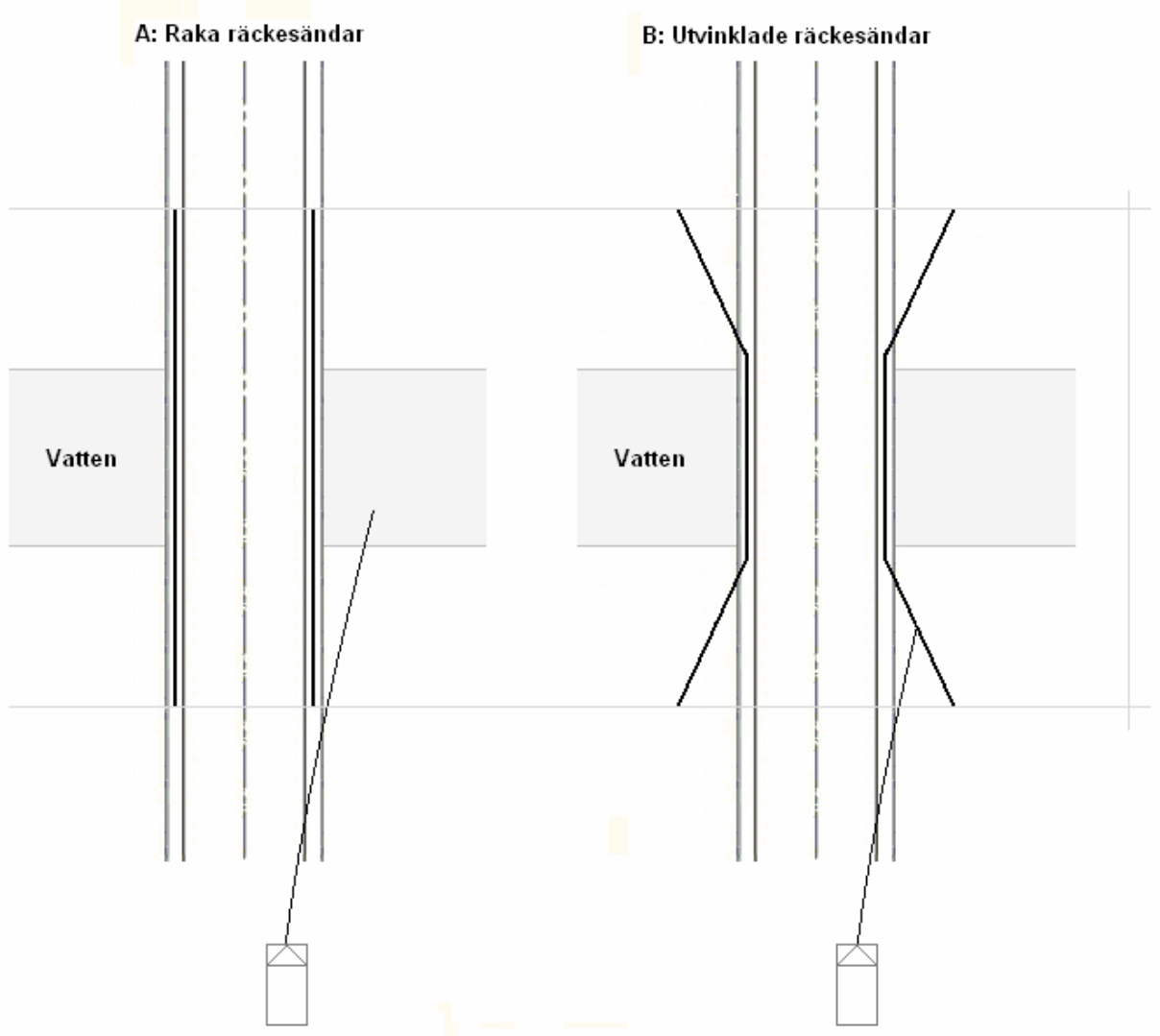
Ljusförhållande: Vår studie visar att majoriteten av dödsfallen inträffade mellan gryning och skymning i likhet med Hammet et al. (2007). Dåliga ljusförhållanden innebär sämre sikt, vilket i sin tur ökar risken för avkörning och därmed drunkning.

Plats för händelse: I vår studie var det vanligast att fordonet hamnade antingen i vatten i direkt och parallell relation till vägen (exv. dike) eller i vatten vid en liten bro. Incidensen är starkt knuten till miljön runt vägbanan och i USA har de flesta stater med stor andel

drunkningar i motorfordon även många drunkningstillbud i båtar, vilket indikerar att det finns gott om vatten på dessa platser (Baker et al. 1992). I Sacramento County, Kalifornien, finns hårt trafikerade vägar i direkt anslutning till både floder och mindre vattendrag, och här obduceras fler personer som drunknat i vägfordon än båtrelaterade drunkningar (Wintemute et al. 1990a, 1990b). Denna överrepresentation kan dock bero på selektion, det vill säga att benägenheten att obducera båtrelaterade drunkningar är mindre än om personen drunknat i tex. en personbil. I en studie baserad på amerikansk armépersonal under tjänstgöring i Irak och Afghanistan visade det sig att majoriteten av drunkningarna inträffade i motorfordon som kört ned i vägnära kanal eller dike (Hammet et al 2007). I vår studie sågs den högsta prevalensen i Umeås upptagningsområde, vilket är det till ytan största och glesast befolkade området. Områden med landsbygd och många mindre vägar visar således högre prevalens än storstadsområdena med stora vägar och mer utvecklad trafikmiljö.

Vägräcken: I flera delstater i USA som har en stor andel drunkningar i motorfordon bidrar bristen på vägräcken, och/eller otillräckligt avstånd mellan väg och vatten, till sannolikheten att en sådan händelse ska inträffa. I vår studie inträffade de flesta drunkningar där vägräcken saknades eller där räcket var alltför kort för att effektivt avskärma vägen från vattnet. I de fall där fordonet passerat på utsidan av räcket borde det följaktligen förlängas med utvinklade navföljare. Detta skulle även minska risken att fordon träffar räcket ändstycke och slungas ut i vattnet.

Figur 9. Förslag på hur utvinklade räcketändor skulle kunna förhindra att fordonet hamnar i vattnet.



6. REFERENSER

Ahlm K., Björnstig U., Öström M. Alcohol and drugs in fatally and non-fatally injured motor vehicle drivers in northern Sweden. Submitted. *Traffic Injury Prevention*. 2008.

Baker S.P., O'Neill B., Haddon W Jr., Long W.B., 1974. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J. Trauma* 14, 187-96.

Baker S.P., O'Neill B., Ginsburg M.J., Li G., 1992. *The Injury Fact Book*, 2nd ed., ISBN 0-19-506194-2.

Brancker A., 1989. Drownings deaths: a cross-analysis of external cause and nature of injury codes. *Health Rep.* 1, 225-8.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 1994. Flood-related mortality - Georgia, July 4-14, 1994. *JAMA*. 272, 508+510.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2000. Morbidity and mortality associated with hurricane Floyd - North Carolina, September-October 1999. *MMWR*. 49, 369-72.

Gennarelli T.A., Wodzin E., 2005. *AIS 2005*. Barrington, IL: Association for the Advancement of Automotive Medicine.

Guyette J., 2007. Industry can save lives by providing education, training for avoiding submerged vehicle drownings. <http://www.abrn.com/abrn/article/articleDetail.jsp?id=413536>

Hammett M., Watts D., Hooper T., Pearse L., Naito N., 2007. Drowning deaths of U.S. service personnel associated with motor vehicle accidents occurring in operation Iraqi Freedom and operation Enduring Freedom, 2003-2005. *Mil. Med.* 172, 875-8.

Hasibeder W.R., 2003. Drowning. *Curr. Opin. Anaesthesiol.* 16, 139-45.

Lindqvist P., Jonsson A., Eriksson A., Hedelin A., Björnstig U., 2004. Are suicides by jumping off bridges inevitable? An analysis of 50 cases from Sweden. *Accid. Anal. Prev.* 36, 691-4.

LVFS 1997:12, Medical products agency.
http://www.lakemedelsverket.se/upload/lvfs/konsoliderade/LVFS_1997-12konsoliderad.pdf

Mackie I.J., 1999. Patterns of drowning in Australia, 1992-1997. *Med. J. Aust.* 171, 587-590.

Patetta M.J., Biddinger P.W., 1988. Characteristics of drowning deaths in North Carolina. *Public Health Rep.* 103, 406-11.

SFS 1951:649, The Swedish Department of Justice.
<http://www.riksdagen.se/webbnav/index.aspx?nid=3911&bet=1951:649>

Smith G.S., Langley J.D., 1998. Drowning surveillance: how well do E codes identify submersion fatalities. *Inj. Prev.* 4, 135-9.

Swedish Road Administration, 2004. Publ. nr. 2004:79, ISSN: 1401-9612.

Swedish Road Administration, national statistics, 2007.
http://www.vv.se/templates/page3wide____2068.aspx och
http://www.vv.se/templates/page3wide____2089.aspx

Wintemute G.J., Teret S.P., Kraus J.F., Wright M., 1990. Alcohol and drowning: an analysis of contributing factors and a discussion of criteria for case selection. *Accid. Anal. Prev.* 22, 291-6.

Wintemute G.J., Teret S.P., Kraus J.F., Wright M., 1990. Death resulting from motor vehicle immersions: the nature of the injuries, personal and environmental contributing factors, and potential interventions. *Am. J. Public Health.* 80, 1068-70.

Yale J.D., Cole T.B., Garrison H.G., Runyan C.W., Ruback J.K., 2003. Motor vehicle-related drowning deaths associated with inland flooding after hurricane Floyd: a field investigation. *Traffic Inj. Prev.* 4, 279-84.

Öström M., Björnstig U., Näslund K., Eriksson A., 1993. Pedal cycling fatalities in northern Sweden, *Int. J. Epidemiol.* 22, 483-8.

Öström M., Eriksson A., 2002. Snowmobile fatalities aspects on preventive measures from a 25-year review. *Accid. Anal. Prev.* 34, 563-8.