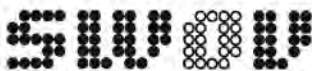


Auto's te water

Een beschrijving van descriptief en experimenteel onderzoek verricht in opdracht van de Minister van Sociale zaken en Volksgezondheid



Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

Postbus 71 · Deernsstraat 1 · Voorburg 2119



Inhoud

Voorwoord	7
Inleiding	9
Samenvatting	11
1. Het descriptieve onderzoek	14
1.1. Inleiding	14
1.2. Ontwikkeling van het aantal te water geraakte voertuigen en de daarbij omgekomen inzittenden	14
1.3. Gegevens betreffende het te water raken van auto's	16
1.4. Te water geraakte auto's geanalyseerd naar gemeente; onderzoek naar 'black spots' betreffende te water geraakte auto's	20
1.5. Case-studies betreffende dodelijke ongevallen met te water geraakte auto's	29
1.6. Ervaringen in het buitenland	29
1.6.1. Algemeen	29
1.6.2. Amerikaans onderzoek	30
1.6.3. Nieuw Amerikaans onderzoek	32
1.7. Conclusies uit het descriptieve onderzoek	32
2. Het experimentele onderzoek	33
2.1. Inleiding	33
2.2. Probleemstelling	33
2.3. Beschrijving van de proeven	33
2.4. Beperkingen bij het experimentele onderzoek	36
2.5. Resultaten	38
2.5.1. Resultaten met betrekking tot de crashfase	38
2.5.2. Resultaten met betrekking tot de post-crashfase	44
3. Conclusies, aanbevelingen en discussie	54
3.1. Conclusies uit het descriptieve en het experimentele onderzoek	54
3.2. Aanbevelingen	56
3.3. Discussie	59
Appendix: Overzicht van de dynamische inrijproeven	61

Voorwoord

Ongeveer 40 jaar geleden was de verkeersintensiteit in vergelijking met die van heden zeer laag. Hoewel exacte gegevens ontbreken, mag wel worden verondersteld dat het dan ook niet vaak voorkwam dat een auto te water raakte.

Voor de toenmalige weggebruiker die toch in een dergelijke situatie verzeild raakte, was het probleem hoe hij uit zijn te water geraakte voertuig moest ontsnappen even belangrijk als voor de automobilisten van nu. Met andere woorden, ook toen al bestond de behoefte aan gedragsrichtlijnen die de meeste ontsnappingskansen zouden bieden. Maar omdat het te water raken slechts weinig voorkwam en er als leidraad hooguit wat persoonlijke ervaringen of getuigenverklaringen bekend waren, was er geen hechte basis aanwezig voor duidelijke, objectieve en eensluidende uitspraken. Het mankeerde vooral aan analyses van de gedragingen van onder diverse omstandigheden te water geraakte auto's.

Omdat het in het buitenland nog minder vaak voorkwam dat auto's te water geraakten, ontbraken daar voornamelijk initiatieven tot uitgebreid (experimenteel) onderzoek. Het pionierswerk ten aanzien van dit typisch 'Hollandse' probleem zou dan ook uit eigen land moeten komen.

De brandweer is bij haar dagelijkse werk het meest betrokken geweest bij de hulpverlening bij te water geraakte voertuigen. Het lag dan ook voor de hand dat zij de eerste stappen deed tot nader onderzoek. In de jaren dertig werd de eerste serie proeven, ongeveer 50 in getal, uitgevoerd door de Amsterdamse Brandweer, in samenwerking met de Marine-duikdienst. De resultaten van deze proeven, aangevuld met reeds verzamelde praktijkervaringen, leidden tot samenstelling van aanbevelingen. Deze werden uitgebracht door de Koninklijke Nederlandsche Bond tot het Redden van Drenkelingen (KNBRD), en werden tot 1967 als juist en doelmatig beschouwd.

De ervaringen die de Haagse brandweer gedurende haar duikopleiding in de jaren 1966 en 1967 opdeed, leverden echter doorslaggevende argumenten, die een nadere bestudering van de problemen die zich voordoen bij auto's die te water raken noodzakelijk maakten. Men constateerde nl. onder meer dat deze auto's vrijwel altijd in verticale stand zonken en dat mede daardoor in een gezonken auto bijna nooit sprake kon zijn van een 'redding brengende luchtbel'. De consequentie hiervan was dat de tot dan toe geldende aanbevelingen niet de optimale ontsnappingskansen boden. Publicaties in de dagbladen, vooral een reportage in de Haagsche Courant van J. J. Velthuis die, samen met fotograaf P. de Nijs, een aantal proeven van de Haagse brandweer meemaakte, bracht dit onderwerp in de publieke belangstelling.

Het is duidelijk dat in het openbaar bestaan van twee controversiële meningen betreffende het gedrag van te water geraakte auto's (o.a. wél luchtbel aanwezig in een gezonken voertuig contra niet aanwezig) en als gevolg daarvan van verschillende te volgen gedragsregels bij het ontsnappen, verwarrend werkte.

Bovenstaande overweging leidde in 1968 tot een opdracht van het toenmalige Ministerie van Sociale Zaken en Volksgezondheid aan de SWOV de problemen bij te water geraakte automobielen nader te onderzoeken teneinde gedragsrichtlijnen te formuleren die de inzittenden optimale ontsnappingskansen uit hun voertuig zouden bieden.

Daar er nog niet eerder een systematisch onderzoek op het gebied van te water geraakte auto's was verricht, moesten niet alleen organisatorische problemen worden opgelost, maar ook onderzoekfaciliteiten worden gecreëerd. Op beide terreinen heeft de SWOV medewerking ondervonden van diverse instanties, die wij op deze plaats hiervoor dankzeggen.

Voor het descriptieve onderzoek werden gegevens beschikbaar gesteld door het Centraal Bureau voor de Statistiek te 's-Gravenhage en de Koninklijke Nederlandsche Bond tot het Redden van Drenkelingen te Haarlem. Aanvullende gegevens werden verkregen door medewerking van diverse afdelingen van Gemeente- en Rijkspolitie en van de Koninklijke Nederlandsche Toeristenbond ANWB. Het proefterrein voor het experimentele onderzoek en het materiaal ter geleiding van de proefvoertuigen werden in Den Haag beschikbaar gesteld door

respectievelijk de Gemeente 's-Gravenhage en het Gemeentelijk Energie Bedrijf, en in Amsterdam door respectievelijk de Dienst der Havens en Handelsinrichtingen en het Gemeentelijk Vervoer Bedrijf. Medewerking in de vorm van het beschikbaar stellen van materiaal en gespecialiseerd personeel werd verleend door de Haagse en Amsterdamse Brandweer. De aanvullende werkzaamheden op de proefterreinen werden verricht door de firma Habold te Zevenhuizen en de firma Gerritse te Badhoevedorp.

Voor het registreren van een aantal proeven onder water werd het zwembad van het sportcentrum 'de Vliegermolen' beschikbaar gesteld door de Gemeentelijke Dienst voor Cultuur en Recreatie te Voorburg. Van Doorne's Automobiel Fabrieken N.V. te Eindhoven stelde voor deze proeven een nieuwe Daf stationcar ter beschikking. Belangrijke medewerking werd verkregen van het duikteam Holland-Diving te Amsterdam en van de heren G. B. Heuvelman te Utrecht en W. C. van Asperen te Hoogkarspel.

Het filmwerk werd in Den Haag verzorgd door het Centraal Technisch Instituut TNO te Delft, in Amsterdam door de Stichting Film en Wetenschap te Utrecht. Het eerstgenoemde instituut verrichtte ook de analyses van de 'high speed'-films, waaruit de vertragingen die optraden bij de botsing met het wateroppervlak konden worden bepaald. De laatstgenoemde stichting vervaardigde in nauwe samenwerking met de SWOV een film over het onderzoek Auto's te water.

Buiten de samensteller van dit rapport, de heer A. A. Vis (afdeling Weg en Voertuig SWOV), werkten van SWOV-zijde aan het onderzoek mede: de dames T. C. Meerkerk-Schoonbrood en M. Vis-Bakker en de heren A. Blokpoel, A. Lans, W. H. P. Metselaar en H. P. Scholtens.

Ir. E. Asmussen

Directeur Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

Inleiding

Bij een kritische beschouwing blijkt al snel dat er in feite te weinig bekend is over het gedrag van te water geraakte auto's en de beste methoden om uit deze voertuigen te ontsnappen. Praktijkervaringen (o.a. van de brandweer) van de laatste jaren roepen bovendien twijfel op aangaande de representativiteit ten opzichte van de realiteit van de tot dan toe bestaande aanbevelingen. Op zichzelf was dit niet verwonderlijk, daar deze aanbevelingen berustten op het in het voorwoord genoemde, om een aantal redenen langzamerhand verouderde, vijftigtal proeven. De beperkingen in de aanbevelingen werden o.a. veroorzaakt door de wijze van uitvoering van deze proeven. Door met behulp van een kraan een auto in het water te laten zakken, zoals bij de genoemde proeven gebeurde, werd geheel voorbij gegaan aan het feit dat te water rijden een dynamische gebeurtenis is, waarbij o.a. de inrijnsnelheid een belangrijke rol kan spelen. Ook heeft de constructieve ontwikkeling van de auto sinds de jaren dertig niet stilgestaan. Het toen bestaande type met vrij zware chassisbalken, dik plaatwerk en een hoog, bolvormig dak, waarbij de plaatsing van de motor niet zoveel invloed had op de wijze van drijven en zinken en waarbij inderdaad kans bestond dat een luchtbel onder het dak bleef hangen, bestaat reeds een jaar of twintig niet meer. De moderne auto heeft een zelfdragende carrosserie, met licht plaatwerk zonder zware chassisbalken. Hierdoor is de plaatsing van de motor veel meer van invloed op de wijze van drijven en zinken. De meeste hedendaagse auto's hebben bovendien een vlak dak, waarin de portieren hoog doorlopen. De kans op een achterblijvende luchtbel in de cabine is daardoor veel kleiner.

Alle bovengenoemde verschillen tastten de betrouwbaarheid van de tot dan toe bestaande aanbevelingen zo sterk aan, dat nieuw onderzoek gerechtvaardigd was.

Alvorens nader in te gaan op dit onderzoek volgt eerst een beschouwing over de factoren die bij een ongeval een rol (kunnen) spelen, en dus ook bij het te water raken van auto's.

Aangezien verkeersongevallen multiconditioneel bepaald zijn en het ontstaan ervan veelal zeer gecompliceerd is, bestaat de behoefte aan een nadere indeling. Een algemeen aanvaarde benadering bij de analyse van de factoren welke bij een ongeval een rol (kunnen) spelen, is de verdeling van deze factoren in drie betreffende fasen nl. de pre-crashfase, de crashfase en de post-crashfase. Als factoren die een rol (kunnen) spelen in de pre-crashfase worden beschouwd alle die aan het tot stand komen van het ongeval hebben bijgedragen. Factoren in de crashfase zijn die welke bij de botsing zelf van belang zijn (dus niet bij de inleiding en de gevolgen). In de post-crashfase betreffen zij alles wat door het ongeval is veroorzaakt.

De genoemde indeling is ook bij het onderzoek Auto's te water door te voeren. Als crash kan dan in dit geval worden beschouwd de botsing met het wateroppervlak. Dit houdt in dat bijvoorbeeld een botsing met een ander voertuig of met een obstakel langs de waterkant welke plaats vond vóór het te water raken (wat normaal gesproken een crashfactor is) bij dit onderzoek een factor is welke behoort tot de pre-crashfase. De ontsnapping of redding uit de te water geraakte auto vindt plaats in de post-crashfase.

De relevante factoren bij de pre-crashfase omvatten de oorzaken van het ongeval en de mogelijk te nemen preventieve maatregelen die de ernst van de gevolgen verminderen of het ongeval zelfs geheel kunnen voorkomen.

Het is overigens in het algemeen niet doeltreffend oorzaken van ieder type ongeval afzonderlijk te onderzoeken omdat zij vaak grote overeenkomst vertonen of gelijk zijn aan die van andere typen ongevallen. Het bestrijden van de oorzaken van ongevallen met en door te water geraakte voertuigen zal dan ook moeilijk een zelfstandige plaats kunnen innemen, maar zal geïntegreerd moeten worden in het geheel van maatregelen en inspanningen ten behoeve van de verkeersveiligheid (zoals het aanbrengen of verbeteren van de wegbelijning, de bebakening, de verlichting, bermbeveiligingsconstructies, enz.).

Ook wat betreft de te nemen preventieve maatregelen is er een grote overeenkomst tussen het te water raken van auto's en andere typen ongevallen met deze voertuigen (zoals bijvoorbeeld middenbermongevallen, obstakel ongevallen). Elk open water (sloot, kanaal e.d.) dat zich in de onmiddellijke omgeving van een voor het verkeer opengeselde weg bevindt kan worden be-

schouwd als een gevarenzone. De meest voor de hand liggende preventieve maatregel bestaat uit het afschermen van deze gevarenzone door middel van een beveiligingsconstructie. Eisen, waaraan een goede beveiligingsconstructie behoort te voldoen, zijn neergelegd in het door de SWOV uitgebrachte rapport 'Bermbeveiliging'.

De factoren in de post-crashfase: de gevolgen van te water raken, lenen zich daarentegen wel voor afzonderlijk onderzoek. Dit onderzoek zal zich dan vooral dienen te richten op het gedrag van te water geraakte auto's en op de mogelijkheden die inzittenden van dergelijke voertuigen hebben om eruit te ontsnappen. Daarnaast zal ook aandacht moeten worden besteed aan die details van de voertuigconstructie en -uitrusting, welke de ontsnappingskansen voor de inzittenden kunnen vergroten.

Resultaten van dit onderzoek zullen kunnen leiden tot het formuleren van bepaalde gedragsrichtlijnen die automobilisten die met hun voertuig te water zijn geraakt de grootste ontsnappingskansen zullen bieden én tot aanbevelingen ten aanzien van het verbeteren van enkele voertuigdetails.

Samenvatting

Jaarlijks raken in Nederland naar schatting 1250 à 1500 auto's te water, waarbij rond de 90 inzittenden (meest door verdrinking) om het leven komen. Hoewel dit laatste aantal slechts een klein percentage is van het totale aantal verkeersdoden, is de verhouding tussen het aantal doden en het aantal ongevallen (fataliteit) bij het te water raken van auto's relatief hoog ten opzichte van die bij alle verkeersongevallen. In hoeverre dit (mede) wordt veroorzaakt door het feit dat een aantal van deze slachtoffers zichzelf niet kon redden, omdat zij niet of nauwelijks konden zwemmen, is niet bekend. Evenmin is bekend welk percentage verdrinkt, omdat zij bij een mogelijk voorafgaande botsing met een ander voertuig of obstakel of door de botsing met het wateroppervlak gewond of bewusteloos raakt.

Nader onderzoek van het gedrag van te water geraakte auto's en van de ontsnappingsmogelijkheden daaruit leek echter wenselijk, temeer omdat er bij een aantal instanties verschillende meningen bestonden over wat er nu precies gebeurde als een auto te water raakte en wat de beste ontsnappingsmethode was. Dit onderzoek leek niet alleen wenselijk, maar werd zelfs noodzakelijk, toen de geldende richtlijnen op enkele punten in strijd bleken met de realiteit. Het hier beschreven onderzoek maakt beter gefundeerde uitspraken mogelijk ten aanzien van aan auto's te stellen (constructieve) eisen en de beste ontsnappingsmethoden uit dergelijke te water geraakte en/of gezonken voertuigen. Het onderzoek is uitgevoerd in twee gedeeltes, nl. een descriptief onderzoek en een experimenteel onderzoek.

Het descriptieve onderzoek geeft antwoord op de vraag of er experimenteel onderzoek wenselijk is en zo ja, hoe dit dan opgezet en uitgevoerd dient te worden. Daartoe zijn alle beschikbare gegevens, waaronder die van het Centraal Bureau voor de Statistiek, van de Koninklijke Nederlandsche Bond tot het Redden van Drenkelingen, uit door de SWOV verrichte case-studies van een aantal dodelijke gevallen en uit onderzoek naar 'black spots' geanalyseerd.

De resultaten van het descriptieve onderzoek zijn de volgende:

1. Er zijn aanwijzingen dat in de winter meer auto's te water raken dan in de zomer.
2. De fataliteit (verhouding doden/ongevallen) is bij dit type ongeval's nachts groter dan overdag.
3. Een aantal plaatsen kan als 'black spot' worden beschouwd.
4. Het aanbrengen van een beveiligingsconstructie als preventieve maatregel zal in deze gevallen het grootste positieve effect sorteren.
5. Terugvallen op buitenlands onderzoek blijkt niet mogelijk.
6. Veel inzittenden zijn reeds vóór het te water raken gewond en/of bewusteloos of zijn uit de auto geslingerd door een vooraf plaatsgevonden aanrijding met een ander voertuig of obstakel langs de weg.
7. Het (op juiste wijze) gebruiken van autogordels kan vermoedelijk het aantal slachtoffers verminderen.
8. Bij het te water raken zijn in hoofdzaak (ca. 75%) personenauto's betrokken en bij deze categorie voertuigen vallen vrijwel alle doden.
9. Lang niet alle voertuigen die te water raken komen horizontaal op hun wielen op het water of onder water terecht.
10. De meeste doden vallen in auto's die geheel onder water verdwijnen en/of gekanteld tot rust komen.

Ten aanzien van deze resultaten moet wel worden opgemerkt dat ze gebaseerd zijn op gegevens waarvan de volledigheid en de betrouwbaarheid onbekend is en op verzamelingen met vrij kleine aantallen.

Maar als werkhypothesen vormen vooral de conclusies 6, 7, 8, 9 en 10 geschikte uitgangspunten voor het (noodzakelijk gebleken) experimentele onderzoek.

Bij dit experimentele onderzoek zijn de bevindingen uit het descriptieve onderzoek nader getoetst en is nagegaan welke de afzonderlijke invloed was van een groot aantal variabelen op

de gedragingen van te water geraakte (personen)auto's en de ontsnappingsmogelijkheden van de inzittenden. Daartoe zijn ca. 50 proeven uitgevoerd, onder zeer uiteenlopende omstandigheden, met een voor het Nederlandse personenautopark representatieve verzameling voertuigtypen.

Bij het experimentele onderzoek is onderscheid gemaakt in factoren die van belang zijn in de crashfase (dus uitsluitend die welke de botsing van het voertuig met het wateroppervlak betreffen) en de factoren bij de post-crashfase (o.a. betreffende het drijven en zinken van het voertuig en het ontsnappen van de inzittenden).

Een eerste voorwaarde voor het (zelf) kunnen ontsnappen is dat de voertuiginzittenden onder alle omstandigheden vrij van (ernstig) letsel blijven zodat zij het voertuig kunnen verlaten. De voertuigen mogen dan ook niet te veel deformeren, ook niet wanneer zij met de zijkant of het dak op het water terechtkomen. De meeste moderne voertuigen met een 'kooiconstructie', d.w.z. met een vervormbare voor- en achterzijde, maar een sterke en/of stijve cabine, bieden voldoende bescherming, tenminste als zij normaal horizontaal het water raken. Bij voertuigen die op het dak of de zijkant terechtkomen zijn de deformaties, vooral van het dak, zo groot dat voor de inzittenden (te) weinig bewegingsruimte beschikbaar blijft.

Het dragen van een autogordel is, in verband met optredende vertragingen, ook bij betrekkelijk lage inrijshnelheden, essentieel.

Omtrent de mogelijkheden voor de inzittenden van een te water geraakt voertuig in de post-crashfase – of in dit verband de ontsnappingsfase – heeft het onderzoek aangetoond dat een aantal van de tot dan toe bestaande meningen herzien moest worden. De meeste voertuigen komen weliswaar, onafhankelijk van de manier waarop zij in het water duiken, na deze duik nog terug tot een ongeveer horizontaal drijvende toestand. Maar vrijwel alle voertuigen zinken daarna in verticale stand, voorover of achterover al naar gelang de motor zich voor of achter in het voertuig bevindt. De lucht ontwijkt via het hoogste gedeelte van de cabine en de kofferruimte uit het zinkende voertuig. Op het moment dat het voertuig (geheel onder water) op de bodem tot rust kwam, werd dan ook vrijwel nooit een luchtbel aangetroffen.

In tegenstelling met wat vroeger wel werd beweerd, moet met ontsnappen uit een te water geraakte auto vooral niet gewacht worden tot deze gezonken is. Juist als het voertuig nog drijft – de duur van de drijftijd kan, afhankelijk van diverse omstandigheden, variëren van enkele seconden tot twee à drie minuten – is de kans om te ontsnappen het grootst en de meeste voertuigen bieden de inzittenden daartoe een aantal goede mogelijkheden. Tot deze mogelijkheden behoren portierramen, schuif- of roldaken en de (mogelijk aanwezige) achterklep, tenminste als deze laatste van binnenuit is te openen. Bij proeven bleek dat het openen van het portier tijdens de drijfperiode, zelfs direct nadat het voertuig te water was geraakt, wegens de oplopende waterdruk op de buitenzijde, niet mogelijk is. Het kan voorkomen dat de hiervoor genoemde ontsnappingswegen geblokkeerd of niet aanwezig zijn. Een mogelijkheid blijkt dan nog het verbrijzelen of uit de sponning drukken van de vóór- of achterraut. De grootste kans op succes is aanwezig als van binnen uit in een hoek van de ruit met voeten of schouder wordt gedrukt.

In principe zijn de genoemde ontsnappingswegen ook onder water te gebruiken, bijvoorbeeld in die gevallen waar de drijftijd kort is. Met dien verstande dat dan ook het openen van het portier, mits dit intact bleef, tot de mogelijkheden behoort. Bij het verlenen van hulp van buitenaf moet er echter rekening mee worden gehouden dat de kans van slagen tot het verbrijzelen of uit de sponning drukken van één van de ruiten onder water erg klein is. Het is dan ook onjuist om met van binnenuit vergrendelde portieren te rijden, want hulpverlening van buitenaf is in dat geval praktisch onmogelijk.

In het derde gedeelte van dit rapport (conclusies, aanbevelingen en discussie) zijn de besproken resultaten en de daarop gebaseerde conclusies verwerkt in een aantal aanbevelingen. Deze aanbevelingen zijn gesplitst in drie groepen: die welke de (weg)situatie, die welke het voertuig en die welke het gedrag van de inzittenden betreffen.

Het in brede kring verspreiden van vooral de laatste groep aanbevelingen (de ontsnappingsrichtlijnen) is zeer belangrijk. Daarom werd reeds bij de uitvoering van het onderzoek rekening gehouden met de mogelijkheden die het toch voor het onderzoek noodzakelijke filmmateriaal

bood voor het vastleggen van de resultaten in een film met een instructief karakter. Deze film wordt gedistribueerd door de Stichting Film en Wetenschap, Hengeveldstraat 29, Utrecht en is aldaar op aanvraag verkrijgbaar.

1. Het descriptieve onderzoek

1.1. Inleiding

In het voorwoord is uiteengezet welke overwegingen hebben geleid tot een onderzoekopdracht aan de SWOV. Daarbij gingen de gedachten uit naar systematisch opgezette en wetenschappelijk begeleide experimenten. Alvorens echter te kunnen vaststellen of een dergelijk experimenteel onderzoek noodzakelijk was en welke opzet dit zou moeten hebben, was een voorstudie, waarin alle beschikbare gegevens over het te water raken van voertuigen geïnventariseerd, gerubriceerd en gekwantificeerd werden, gewenst. Deze beschikbare gegevens kunnen worden onderverdeeld in vijf categorieën, te weten:

1. Algemene gegevens over de ontwikkeling van het aantal te water geraakte auto's en de daarbij omgekomen inzittenden (Bron: Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS)).
2. Gegevens betreffende het te water raken van auto's (Bron: Koninklijke Nederlandsche Bond tot het Redden van Drenkelingen (KNBRD)).
3. Onderzoek naar 'black spots' betreffende te water geraakte auto's (Bronnen: KNBRD, CBS en politie).
4. Case-studies betreffende dodelijke ongevallen met te water geraakte auto's (Verricht door de SWOV, met medewerking van de Koninklijke Nederlandsche Toeristenbond ANWB en van diverse politiekorpsen).
5. Ervaringen in het buitenland.

Helaas bleken deze gegevens veelal niet erg betrouwbaar, niet voldoende gedetailleerd en soms ook te gering in aantal om duidelijke conclusies te kunnen trekken. Zij verschaften overigens wel een voldoende aantal aanwijzingen welke, in de vorm van werkhypothesen, de basis kon vormen voor het verdere (experimentele) onderzoek.

1.2. Ontwikkeling van het aantal te water geraakte voertuigen en de daarbij omgekomen inzittenden

Tabel 1 en afbeelding 1 geven onder meer de stijging van het aantal (ernstige) verkeersongevallen, respectievelijk van de daarbij gevallen doden, en die van het aantal te water geraakte auto's, respectievelijk van de daarbij omgekomen inzittenden voor de periode 1964 tot en met 1968, gerelateerd aan de stijging van de intensiteit van het wegverkeer op werkdagen in deze periode. Uit de gegevens van het CBS blijkt dat het totaal aantal verkeersdoden in deze periode toenam van 2375 tot 2907 per jaar, terwijl het aantal ten gevolge van verdrinking omgekomen inzittenden van te water geraakte auto's steeg van 37 tot 80 per jaar.

Teneinde conclusies te kunnen trekken betreffende de veronderstelde hoge fataliteit (verhouding van het aantal doden ten opzichte van het aantal ongevallen) bij het te water raken van auto's is het noodzakelijk te beschikken over (in dezelfde orde) betrouwbare gegevens omtrent het aantal ongevallen. Nu is echter de registratie van eenzijdige ongevallen, waartoe ook in de meeste gevallen het te water raken van auto's gerekend kan worden, nooit erg volledig geweest omdat niet alle betrokkenen melding maken van een dergelijk ongeval. Tevens zijn sedert 1967 bij de rest van de ongevallen vele gevallen met uitsluitend materiele schade en/of met (licht) letsel uit de statistiek verdwenen, vanwege de in dat jaar ingevoerde beperkte ongevallenregistratie. Gezien de betrekkelijkheid van de gegevens zou het dan ook te ver gaan exact aan te geven hoeveel maal hoger de fataliteit bij te water raken is dan bij alle verkeersongevallen. Er zijn echter duidelijke aanwijzingen dat de fataliteit bij te water raken zich ten opzichte van die bij alle verkeersongevallen in ongunstige zin onderscheidt. In hoeverre dit (mede) wordt veroorzaakt door het feit dat een aantal van deze slachtoffers zichzelf niet kon redden, omdat zij niet of nauwelijks konden zwemmen is niet bekend. Wel kan worden opgemerkt dat bij onderzoek bleek dat ongeveer de helft van de Nederlandse bevolking niet of nauwelijks kan zwemmen. Ook is niet precies bekend welk percentage verdrinkt omdat

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
Totaal aantal verkeersongevallen (CBS-6) ¹	177.469	190.280	204.984	231.198	258.621	277.426	304.520	340.570	355.240	388.200
Totaal aantal ernstige verkeersongevallen (CBS-6) ¹					52.289	54.896	57.375	62.290	62.730	66.260
Totaal aantal verkeersdoden (CBS-6) ²	1.926	1.997	2.082	2.007	2.375	2.479	2.620	2.862	2.907	3.075
Totaal aantal voertuigen te water (KNBRD)					829	794	990	1.031	1.067	
Totaal aantal doden bij voertuig te water (KNBRD)					43	62	83	77	95	
Totaal aantal doden t.g.v. verdrinking bij auto te water (CBS-11) ³	28	37	36	25	37	56	64	58	80	
Verkeersintensiteit op rijkswegen (werkdag gem. index 1960 = 100) (CBS-6)	100	109	118	128	144	158	173	183	197	211

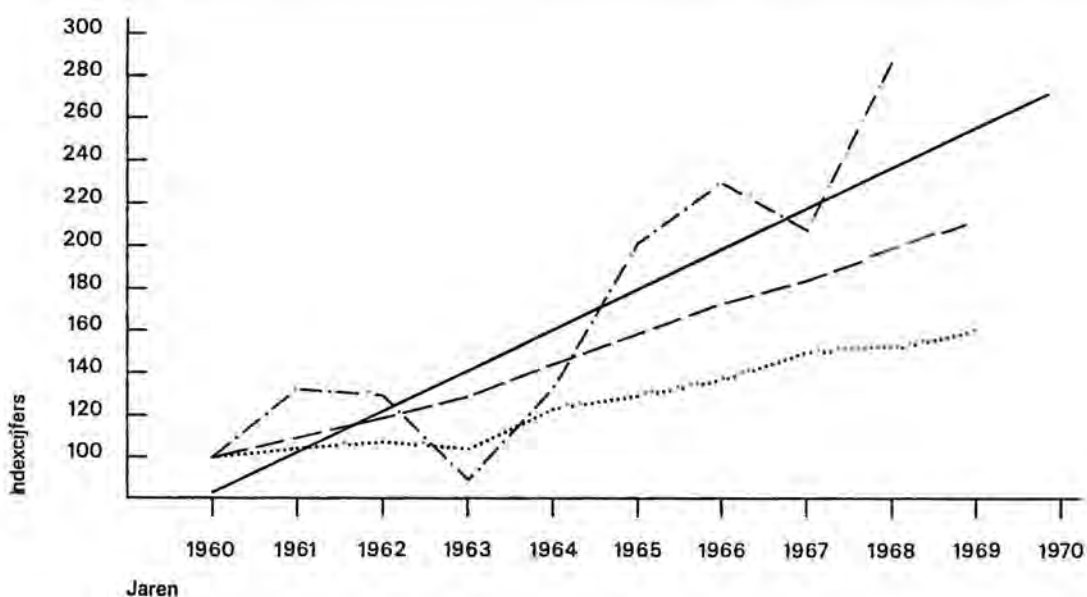
Tabel 1. De aantallen te water geraakte voertuigen en de aantallen doden daarbij, vergeleken met het totaal aantal (ernstige) verkeersongevallen en het aantal doden daarbij (zie ook afbeelding 1).

Opmerkingen:

1. Voor de jaren 1966 e.v. zijn vermeld: ramingen van het totaal aantal verkeersongevallen en van het totaal aantal ernstige verkeersongevallen (ongevallen met doden en/of gewonden) dat door het CBS zou zijn geregistreerd als er geen beperkte ongevallenregistratie was ingevoerd (Blokpoel e.a., 1972).

2. In de CBS-verkeersstatistiek (CBS-6) is het totaal aantal verkeersdoden: alle personen die binnen 30 dagen t.g.v. een verkeersongeval op de openbare weg in Nederland overleden.

3. In de CBS-gezondheidsstatistiek (CBS-11) zijn alléén Nederlanders opgenomen (ook indien in het buitenland overleden).



Afbeelding 1 - Ontwikkeling van het totale aantal verkeersdoden, het aantal t.g.v. verdrinking overleden auto-inzittenden en de intensiteit van het wegverkeer op rijkswegen in de jaren 1960 t/m 1969 (1960 = 100) (Bron: CBS)

— — — = verkeersintensiteit
 = verkeersdoden
 - - - - = verdronken auto-inzittenden
 - · - · - = regressie lijn verdronken auto-inzittenden

zij bij een mogelijke voorafgaande botsing met een ander voertuig of obstakel of bij de botsing met het wateroppervlak gewond en/of bewusteloos raken.

1.3. Gegevens betreffende het te water raken van auto's

Een belangrijke stap in de richting van mogelijke reductie van het aantal in en door te water geraakte auto's gedode verkeersdeelnemers zou zijn meer te weten over de oorzaken van een hoge(re) fataliteit. De in paragraaf 1.2. gepresenteerde gegevens zijn niet gedetailleerd genoeg om een nadere analyse te maken. Uit de gegevens betreffende het te water raken van auto's van de KNBRD uit de periode 1964 t/m 1968 kunnen nog de volgende conclusies worden getrokken.

1. De te water geraakte voertuigen bestaan voor het grootste gedeelte (ca. 75%) uit personenauto's (tabel 2).
2. Er is een geringe invloed op te merken van het seizoen op het aantal voertuigen dat te water raakt (tabellen 3, 4 en 5).
3. Uit de tabellen 6, 7 en 8 is een duidelijk verschil aantoonbaar tussen gevallen die overdag en die 's nachts plaatsvinden: de fataliteit 's nachts blijkt groter te zijn. Als mogelijke oorzaak kan worden aangevoerd dat 's nachts minder vaak en snel hulp kan worden geboden, maar het is ook mogelijk dat het 's nachts veel gemakkelijker is ongemerkt op de kant te komen, waardoor de registratie van het totale aantal van dit soort ongevallen onvollediger is dan die van alleen de fatale ongevallen.
4. Betreffende de positie van te water geraakte voertuigen (geheel of gedeeltelijk onder water en normaal of gekanteld tot rust gekomen op de bodem) waren helaas over de genoemde

Type voertuig	1964		1965		1966		1967		1968		1969	
	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%
Vrachtwagen	159	19	116	15	159	16	133	13	110	10	677	14
Bestelwagen	54	7	59	7	47	5	88	8	47	4	295	6
Personenwagen	600	72	602	76	740	75	810	79	898	84	3650	77
Overige/onbekend	16	2	17	2	44	4	–	–	12	2	89	3
Totaal	829	100	794	100	990	100	1031	100	1067	100	4711	100

Seizoen	1964		1965		1966		1967		1968		1964 t/m 1968	
	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%
Zomer	374	45	322	41	468	47	412	40	499	47	2075	44
Winter	455	55	472	59	522	53	619	60	568	53	2636	56
Totaal	829	100	794	100	990	100	1031	100	1067	100	4711	100

Tabel 3 . De aantallen en de percentages te water geraakte voertuigen in de periode 1964 t/m 1968 naar seizoen (zomer: april t/m september; winter: januari t/m maart + oktober t/m december) (Bron: KNBRD).

Seizoen	1964		1965		1966		1967		1968		1964 t/m 1968	
	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%
Zomer	18	47	22	46	38	54	18	32	31	40	127	43
Winter	20	53	26	54	33	46	39	68	47	60	165	57
Totaal	38	100	48	100	71	100	57	100	78	100	292	100

Tabel 4 . De aantallen en de percentages dodelijke ongevallen met te water geraakte voertuigen in de periode 1964 t/m 1968 naar seizoen (zomer: april t/m september; winter: januari t/m maart + oktober t/m december) (Bron: KNBRD).

Seizoen	1964		1965		1966		1967		1968		1964 t/m 1968	
	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%
Zomer	20	47	30	48	42	51	25	32	45	47	162	45
Winter	23	53	32	52	41	49	52	68	50	53	198	55
Totaal	43	100	62	100	83	100	77	100	95	100	360	100

Tabel 5 . De aantallen en percentages doden met te water geraakte voertuigen in de periode 1964 t/m 1968 naar seizoen (zomer: april t/m september; winter: januari t/m maart + oktober t/m december) (Bron: KNBRD).

Tijdstip	1964		1965		1966		1967		1968		1964 t/m 1968	
	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%
Dag	625	75	632	80	765	77	743	72	787	74	3552	75
Nacht	204	25	162	20	225	23	288	28	280	26	1159	25
Totaal	829	100	794	100	990	100	1031	100	1067	100	4711	100

Tabel 6. De aantallen en de percentages te water geraakte voertuigen in de periode 1964 t/m 1968 naar tijdstip van de dag (Bron: KNBRD).

Tijdstip	1964		1965		1966		1967		1968		1964 t/m 1968	
	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%
Dag	23	61	36	75	52	74	31	54	42	54	184	63
Nacht	15	39	12	25	19	26	26	46	36	46	108	37
Totaal	38	100	48	100	71	100	57	100	78	100	292	100

Tabel 7. De aantallen en de percentages dodelijke ongevallen met te water geraakte voertuigen in de periode 1964 t/m 1968 naar tijdstip van de dag (Bron: KNBRD).

Tijdstip	1964		1965		1966		1967		1968		1964 t/m 1968	
	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%	aant.	%
Dag	28	65	47	76	60	72	38	49	47	51	220	60
Nacht	15	35	15	24	23	28	39	51	48	49	140	40
Totaal	43	100	62	100	83	100	77	100	95	100	360	100

Tabel 8. De aantallen en percentages doden met te water geraakte voertuigen in de periode 1964 t/m 1968 naar tijdstip van de dag (Bron: KNBRD).

periode geen volledige gegevens beschikbaar. Wel bestaan er aanwijzingen dat de fataliteit hoger is in die gevallen waarbij het voertuig geheel onder water verdwijnt en/of gekanteld tot rust komt; ook in voertuigen die gekanteld, maar slechts gedeeltelijk onder water tot rust komen vallen er vrij veel slachtoffers. In deze laatste gevallen zal de invloed van de plaatselijke omstandigheden een belangrijke factor kunnen zijn. Deze is echter moeilijk vast te stellen. Ook bij een experimenteel onderzoek zullen dergelijke gevallen (met geringe waterdiepte) nauwelijks zijn onder te brengen en te interpreteren.

1.4. Te water geraakte voertuigen geanalyseerd naar plaats (gemeente); onderzoek naar 'black spots' betreffende te water geraakte auto's

Een van de methoden die gebruikt kunnen worden bij de bestrijding van de oorzaken van de verkeersonveiligheid is de 'black spot' studie.

Hoewel de oorspronkelijke betekenis van het woord 'black spot' – een concentratie van ongevallen op een bepaalde plaats – vrij duidelijk is, is het een punt van discussie wat er nu precies onder moet worden verstaan. Een absoluut groot aantal ongevallen op één plaats bestempelt die plaats namelijk nog niet tot een black spot in de algemeen gebruikelijke betekenis. Een bepaalde vergelijkingsmaatstaf, waaraan dat (grote) aantal ongevallen gerelateerd kan worden, is gewenst. Is bijvoorbeeld een kruispunt waar jaarlijks 50 auto's passeren en 5 dodelijke ongevallen plaatsvinden een black spot of eerder een kruispunt waar jaarlijks 50.000 auto's passeren en 50 dodelijke ongevallen plaatsvinden? Vooral als de financiële middelen niet onbeperkt zijn, is de factor 'rendement' erg belangrijk. Het kan zijn dat het eerstgenoemde kruispunt veel gevaarlijker is, maar dat het tweede kruispunt toch prioriteit zal krijgen bij een reconstructie.

Tabel 9 geeft in alfabetische volgorde de gemeenten waar in de periode 1964 t/m 1968 15 en meer auto's te water raakten (Bron: KNBRD), gerelateerd aan het aantal geregistreerde ernstige ongevallen (met doden en/of gewonden) in dezelfde gemeenten gedurende 1967 (Bron: CBS). Een bruikbare grootheid, die de importantie van het te water raken met een voertuig als letsel- of doodsoorzaak in die gemeenten aan kan geven, is het verhoudingsgetal van het aantal ernstige ongevallen en het aantal te water geraakte auto's. Deze getallen zijn in de bovengenoemde tabel in de derde kolom weergegeven. In gemeenten waar dit verhoudingsgetal een grote waarde heeft, speelt het te water raken van een voertuig als letseloorzaak een ondergeschikte rol, in gemeenten waar dit verhoudingsgetal klein is neemt het te water raken wel een belangrijke plaats in. Nadere analyse van de in deze laatste gemeenten plaatsgevonden gevallen van te water raken kan een aanwijzing opleveren dat daar sprake is van een black spot. Enige voorbeelden van dergelijke gemeenten zijn (zie ook afbeelding 2):

1. Anna Paulowna (Noordhollands kanaal)
2. Appingedam (Damsterdiep)
3. Assen (Drentse Hoofdvaart)
4. Assendelft (Ringvaart)
5. Avereest (Dedemsvaart en Reest)
6. Beemster (Ringvaart)
7. Coevorden (Coevorderkanaal en Stieltjeskanaal)
8. Haskerland (Engelenvaart)
9. Heerenveen (Engelenvaart)
10. Lemsterland (Lemsterrijn)
11. Reeuwijk (Gevaarlijke sloten met zachte bermen)
12. Schagen (Noordhollands kanaal)
13. Texel (onbekend)

In vrijwel alle hier genoemde gevallen loopt een belangrijke verkeersweg bijna direct langs het water. Als voorbeeld zijn enkele gevallen nader geanalyseerd.



Afbeelding 2. Enige voorbeelden van mogelijke black spots.

Gemeente	Aantal te water geraakte voertuigen in 1964 t/m 1968	Aantal ernstige ongevallen in 1967	Globale verhouding ernstige ongevallen/ te water raken
Alkmaar	46	172	4
Almelo	17	238	14
Alphen a/d Rijn	20	143	7
Amstelveen	21	277	13
Amsterdam	118	5682	48
Anna Paulowna	17	17	1
Appingedam	21	20	1
Assen	16	112	7
Assendelft	16	20	1
Avereest	51	39	<1
Axel	23	38	1,5
Barneveld	26	151	6
Beemster	43	47	1
Breda	22	649	29,5
Coevorden	15	23	1,5
Dantumadeel	15	44	3
Delft	56	364	6,5
Dordrecht	19	355	18,5
Ede	19	374	19,5
Emmen	44	296	7
Enschede	23	434	19
Gorinchem	17	66	4
's-Gravenhage	79	2808	35,5
Groningen	21	645	31
Haarlem	41	853	21
Haskerland	16	28	1,5
Heerenveen	28	41	1,5
Heerhugowaard	25	56	2
Helder Den	72	197	3
Hengelo	23	271	12
Hoogezand/Sappemeer	25	89	3,5
Hoorn	20	54	3
Leeuwarden	43	233	5
Leiden	35	563	16
Leidschendam	32	98	3
Lemsterland	20	19	1
Meppel	20	71	3,5
N.O. Polder	26	130	5
Nijkerk	24	82	3
Onstwedde	32	122	4
Opsterland	28	77	3
Raalte	15	66	4,5
Reeuwijk	15	20	1
Rotterdam	80	3317	41,5
Schagen	25	25	1
Smallingerland	33	130	4
Sneek	15	38	2,5
Texel	40	40	1
Tiel	15	62	4
Tietjerksteradeel	19	65	3,5

Gemeente	Aantal te water geraakte voertuigen in 1964 t/m 1968	Aantal ernstige ongevallen in 1967	Globale verhouding ernstige ongevallen/te water raken
Uitgeest	29	44	1,5
Uithoorn	18	65	3,5
Utrecht	56	1978	35
Veendam	17	60	3,5
Velsen	28	372	13
Weststellingwerf	17	91	5
Winschoten	24	74	3
Woerden	29	81	3
Wijmbritseradeel	16	41	2,5
Zuidwolde	16	21	1
Zwolle	17	256	15
Zijpe	16	49	3

Tabel 9. De aantallen te water geraakte voertuigen in de periode 1964 t/m 1968, gerelateerd aan de aantallen ernstige ongevallen (met doden en/of gewonden) in 1967, voor een aantal gemeenten waar in de periode 1964 t/m 1968 15 en meer te water geraakte voertuigen zijn geregistreerd (Bron: KNBRD en CBS).

1. Anna Paulowna en 12. Schagen (Noordhollands kanaal)

Dit kanaal met de daarlangs lopende Rijksweg 9 is een treffend voorbeeld van een black spot. Tabel 10 en afbeelding 3 geven een overzicht van de dodelijke ongevallen en/of te water geraakte auto's op deze Rijksweg in de periode van 1 januari 1968 t/m 31 maart 1970 tussen km-paal 33 en 70.2 (Bron: Politie). Het plaatsen van een beveiligingsconstructie als preventieve maatregel zal de veiligheid langs deze weg ten zeerste verhogen. Langs enkele weggedeelten van deze rijksweg en langs de wegen langs het Voornse kanaal en de Zuid-Willemsvaart is een dergelijke beveiliging inmiddels reeds gerealiseerd.

5. Avereest (Dedemsvaart en Reest)

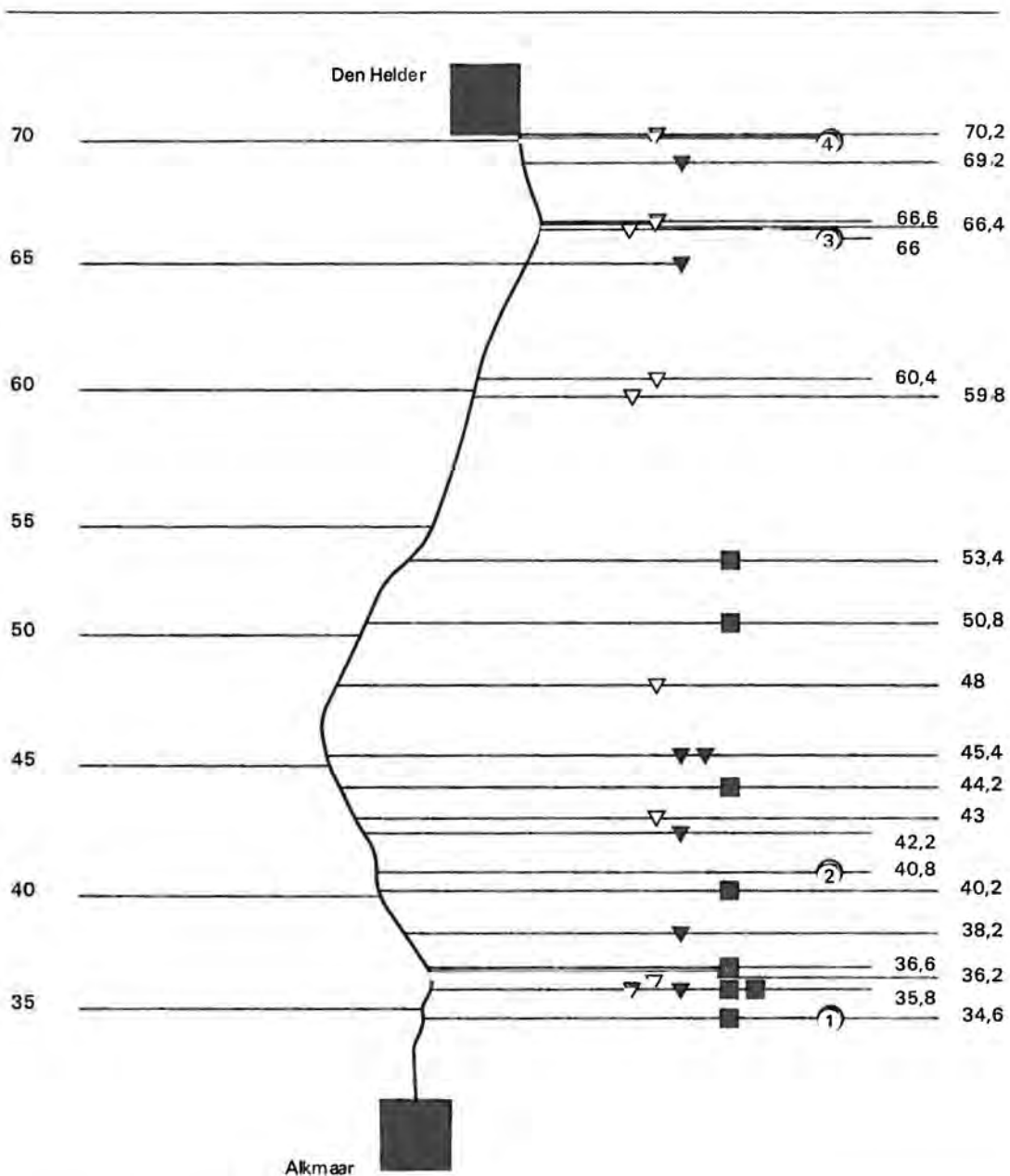
Hier raakten volgens de daarover bekende gegevens in de periode 1964 t/m 1968 51 voertuigen te water, waarvan 11 in 1967. In 1967 vonden in die gemeente 39 ernstige ongevallen plaats. In 1968 werd een gedeelte van de Dedemsvaart gedempt.

11. Reeuwijk (Gevaarlijke sloten met zachte bermen)

Hier raakten in de periode 1964 t/m 1968 15 voertuigen te water, althans geregistreerd. De politie aldaar deelde mee dat echter lang niet alle gevallen werden gemeld, omdat vaak rechtstreeks contact werd opgenomen met een plaatselijke garage. In werkelijkheid zullen er zeker 50 auto's te water zijn geraakt in die periode, aldus de politie.

Nr.	Datum	Gemeente	Km-paal	Tijd	Doden	Voertuig te water
1	17- 7-68	Schagen	53,4	20.25	1	-
2	4- 8-68	Schagen	44,2	0.40	1	-
3	4- 8-68	Schagen	45,4	16.45	2	x
4	19- 8-68	Bergen	35,8	4.10	1	-
5	28-10-68	Bergen	34,6	0.10	1	-
6	9-11-68	Schoorl	42,2	18.00	2	x
7	27-11-68	Anna Paulowna	60,4	15.45	-	x
8	17- 2-69	Den Helder	66,4	4.30	-	x
9	23- 5-69	Bergen	35,8	15.45	-	x
10	11- 8-69	Schagen	48,0	14.00	-	x
11	17- 8-69	Schoorl	40,2	21.15	1	-
12	5- 9-69	Anna Paulowna	59,8	19.15	-	x
13	3-10-69	Bergen	35,8	14.50	4	-
14	11-10-69	Schagen	50,8	4.30	1	-
15	14-10-69	Schagen	45,4	?	1	x
16	29-10-69	Den Helder	65,0	2.00	1	x
17	22-11-69	Bergen	36,2	2.15	-	x
18	13-12-69	Den Helder	69,2	18.19	4	x
19	1- 1-70	Schoorl	43,0	22.00	-	x
20	1- 1-70	Den Helder	70,2	12.30	-	x
21	10- 1-70	Bergen	36,6	2.00	1	-
22	15- 1-70	Bergen	35,8	8.10	1	x
23	4- 2-70	Den Helder	66,6	8.05	-	x
24	15- 3-70	Bergen	38,2	15.05	4	x

Tabel 10 - Dodelijke ongevallen/of te water geraakte voertuigen op Rijksweg 9 (kmpaal 33 t/m kmpaal 70.2) in de periode 1 januari 1968 t/m 31 maart 1970 (Bron: Politie)



Afbeelding 3. Verdeling van de ongevallen op Rijksweg 9 (kmpaal 33 t/m kmpaal 70.2) in de periode van 1 januari 1968 t/m 31 maart 1970 (totaal 354 ongevallen) (Bron: Politie).

- ▽ = Auto te water (16 gevallen)
- ▼ = Dodelijk ongeval met auto te water (7 gevallen met in totaal 15 doden)
- = Overige dodelijke verkeersongevallen (8 gevallen met in totaal 11 doden)
- = Ongevallenconcentraties: 1 = 30 ongevallen
2 = 25 ongevallen
3 = 21 ongevallen
4 = 15 ongevallen

Nr.	Datum	Gemeente	Aantal inzittenden	Buiten voertuig geraakt	Waarvan gewond/ bewusteloos	Waarvan overleden	In voertuig	Waarvan gewond/ bewusteloos	Waarvan overleden	Totaal aantal doden
1	11- 7-67	Muntendam	3	-	-	-	3	2	3	3
2	19- 7-67	Wieringerwaard	4	4	4	1	-	-	-	1
3	27- 8-67	Sexbierum	2	-	-	-	2	-	2	2
4	29- 8-67	Noorddijk	3	1	1	1	2	-	2	3
5	4- 9-67	St. Maartensbrug	3	-	-	-	3	-	3	3
6	25- 9-67	Utrecht	1	-	-	-	1	-	1	1
7	26- 9-67	Oosterhout	1	1	-	1	-	-	-	1
8	29- 9-67	Oldebroek	2	1	1	1	1	-	-	1
9	29- 9-67	Otterleek	1	-	-	-	1	1	1	1
10	5-10-67	Wieringermeer	1	1	1	1	-	-	-	1
11	5-10-67	Winkel	2	1	1	1	1	-	-	1
12	22-10-67	Haarlemmermeer	1	-	-	-	1	-	1	1
13	30-10-67	Diepenheim	1	-	-	-	1	-	1	1
14	1-11-67	Den Haag	1	-	-	-	1	-	1	1
15	4-11-67	Vianen	4	-	-	-	4	-	1	1
16	12-11-67	Hellevoetsluis	3	-	-	-	3	1	1	1
17	18-11-67	Vinkeveen	1	-	-	-	1	-	1	1
18	14-12-67	Nw.-Weerdinge	2	-	-	-	2	-	2	2
19	14-12-67	Beerta	2	-	-	-	2	-	1	1
20	16-12-67	Vriezenveen	1	1	-	1	-	-	-	1
21	23-12-67	Breda	2	-	-	-	2	1	1	1
22	27-12-67	Maarssen	1	-	-	-	1	-	1	1
23	28-12-67	Den Helder	1	-	-	-	1	-	1	1
24	31-12-67	Nederweert	3	-	-	-	3	3	3	3
25	31-12-67	Zwiggelte	2	-	-	-	2	-	2	2
26	1- 1-68	Berkel	10	-	-	-	10	-	4	4
27	1- 1-68	Schiedam	3	-	-	-	3	-	3	3
28	3- 1-68	Leiden	3	2	-	2	1	-	-	2
29	8- 1-68	Haarlem	1	-	-	-	1	-	1	1
30	11- 1-68	Amsterdam	3	1	1	1	2	-	-	1
31	16- 1-68	Stadskanaal	2	-	-	-	2	-	1	1
32	21- 1-68	Winschoten	2	-	-	-	2	-	2	2
33	22- 1-68	Vianen	1	-	-	-	1	-	1	1
34	26- 1-68	Maastricht	1	-	-	-	1	1	1	1
35	17- 3-68	Leidschendam	8	8	8	3	-	-	-	3
36	17- 3-68	Nijkerk	1	-	-	-	1	1	1	1
37	26- 3-68	Moerdijkbrug	1	1	-	1	?	?	?	1

Tabel 11 - Resultaten case studie betreffende dodelijke ongevallen met te water gemaakte voertuigen in de periode 1967 t/m mei 1968

2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19
 20
 21
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28
 29
 30
 31
 32
 33
 34
 35
 36
 37
 38
 39
 40
 41
 42
 43
 44
 45
 46
 47
 48
 49
 50
 51
 52
 53
 54
 55
 56
 57
 58
 59
 60
 61
 62
 63
 64
 65
 66
 67
 68
 69
 70
 71
 72
 73
 74
 75
 76
 77
 78
 79
 80
 81
 82
 83
 84
 85
 86
 87
 88
 89
 90
 91
 92
 93
 94
 95
 96
 97
 98
 99
 100

Aanrijding vooraf	Snelheid in km/h	Stand op bodem	Water		Walkant	
			breed m	diep m	hoog m	breed m
-	90 à 100	voorover	2,5	10	2	1
x	45	normaal	1,5	8	2,5	-
-	hoog	op dak	3	50	1,5	> 10
x	35	normaal	3,5	12	2,5 à 3	-
x	?	op dak	1,5	20	1	-
-	20	normaal	2	20	2	-
-	?	voorover	?	?	2,5	2
x	hoog	zijkant	0,6	2,5	?	2
x	80 à 100	zijkant	1	3	?	1
x	?	?	1,5	10	4	-
x	?	op dak	0,4	2,5	1	3
-	hoog	?	3	40	1	3
x	140	voorover	4	25	1,5	12
-	35	?	4	100	2	-
x	80 à 90	op dak	1	4	1	5
-	90	zijkant	0,4	1	1,5	2
-	70 à 80	op dak	1,5	> 100	1	6
-	65	normaal	3	20	1,5	2
-	50	op dak	0,6	2,5	2,5	30
-	?	?	3	30	1	3
x	30	op dak	2	4	2	-
-	80	op dak	4	40	2	?
-	?	?	?	?	?	?
x	50	normaal	3	30	7	10
-	?	op dak	2	8	2	5
-	50 à 60	op dak	1,5	12	0,2	2
-	35	voorover	6	40	3	-
-	10	normaal	4	50	?	2
x	10	normaal	?	?	1,5	3
x	30	zijkant	2	40	8	10
x	60	op dak	2,5	20	1,5	1,5
x	?	op dak	3	?	0,2	1,5
-	laag	voorover	4	30	1	0,5
-	laag	normaal	6	25	?	6
x	80	normaal	0,5	5	0,4	4
x	100	normaal	4	5	?	6
x	80	?	6	> 100	6 à 8	-

		Aantal	%
Totaal aantal geanalyseerde gevallen		37	
waarvan in december/januar ¹		17	46
aanrijding vooraf plaatsgevonden		18	49
gordels aanwezig		1	3
Totaal aantal inzittenden		84	
Totaal aantal doden		57	
in voertuig		43	
waarvan gewond/bewusteloos		10	
buiten voertuig geraakt		14	
waarvan gewond/bewusteloos		8	
Totaal aantal gewonden (b ^u ten voertuig geraakt)		9	
(Zelf) gered uit voertuig		18	
Waarschijnlijke inrijsnelheid	0-30 km/h	7	19
	30-60 km/h	8	22
	60-90 km/h	7	19
	hoger dan 90 km/h	7	19
	onbekend	8	22
Positie onder water	voorover	5	14
	normaal	10	27
	op zijkant	4	11
	op dak	12	32
	onbekend	6	16
Waterdiepte	tot 3 meter	24	65
	3 meter of meer	10	27
	onbekend	3	8
Waterbreedte	tot 3 meter	5	14
	3 meter of meer	28	75
	onbekend	4	11
Walkanthoogte	tot 2½ meter	22	59
	2½ meter of meer	9	25
	onbekend	6	16
Bermbreedte	tot 3 meter	11	30
	3 meter of meer	14	38
	geen	10	27
	onbekend	2	5

Table 12 Samenvatting resultaten case studies betreffende dodelijke ongevallen met te water geraakte voertuigen in de periode juli 1967 t/m mei 1968.

1.5. Case-studies betreffende dodelijke ongevallen met te water geraakte auto's

Onder een case-study wordt verstaan een zo'n gedetailleerd mogelijke analyse van een plaats-gevonden ongeval, waarbij alle mogelijke informatiebronnen worden aangesproken. Voor het opsporen van de ongevallen, die voor de case-studies betreffende te water geraakte auto's konden worden gebruikt, zijn alle in Nederlandse landelijke, streek- en plaatselijke dagbladen vermelde ongevallen in de periode juli 1967 tot en met mei 1968 verzameld (met medewerking van de ANWB-knipseldienst). De resultaten van de daaruit geselecteerde dodelijke ongevallen zijn weergegeven in de tabellen 11 en 12.

Vooropgesteld dient te worden dat de hierna volgende conclusies slechts onder voorbehoud kunnen worden getrokken, aangezien ze zijn gebaseerd op 37 gevallen.

1. Een duidelijke seizoeninvloed is aantoonbaar. Dit is schijnbaar in tegenspraak met de resultaten van de analyse van de gegevens van de KNBRD (paragraaf 1.3. punt 2) waar slechts een geringe seizoeninvloed aanwezig bleek te zijn. Bij nadere beschouwing blijkt echter dat in de winter van 67/68 een relatief groot aantal ongunstige weersomstandigheden voorkwam. Bovendien hebben de gegevens van de KNBRD betrekking op een periode van een kalenderjaar, waardoor de invloed van de strenge winter 67/68 verdeeld wordt over deze beide jaren, terwijl in de totaalcijfers over de jaren 1964 t/m 1968 de invloed nog minder sterk tot uitdrukking komt.
2. Bij de 37 geanalyseerde gevallen zijn slechts in één geval autogordels in het voertuig aangetroffen. Een vergelijking met de resultaten uit de SWOV-enquête Aanwezigheid en gebruik van autogordels (SWOV, 1970) – in 22% van de geënquêteerde personenauto's gordels aanwezig – was op basis van de (te beperkte) gegevens niet mogelijk.
3. In 9 gevallen waren de inzittenden waarschijnlijk reeds buiten kennis, hetzij door de klap waarmee het voertuig het wateroppervlak raakte, hetzij door een aan het te water raken voorafgaande botsing. Dit werd verklaard door de politie op grond van waargenomen letsels bij de inzittenden.
4. In 11 gevallen werden inzittenden uit het voertuig geslingerd. Het gebruik van autogordels zou dit hebben kunnen voorkomen. In hoeverre de afloop van deze gevallen dan gunstiger zou zijn geweest, is met behulp van beschikbare gegevens niet te voorspellen.
5. In 18 gevallen vond voorafgaand aan het te water raken een aanrijding plaats met een ander voertuig of obstakel. In deze gevallen zou vrijwel zeker het dragen van een autogordel een positieve invloed gehad hebben.
6. In 12 van de 37 gevallen kwam het voertuig met de wielen omhoog tot rust. Dit resultaat komt ongeveer overeen met de door de KNBRD verstrekte gegevens.
7. De inrijnsnelheden waren zeer gespreid. Gezien het feit dat de opgegeven snelheden schattingen waren, en dus niet al te betrouwbaar, en het feit dat de normale snelheidsverdeling ter plaatse van de geanalyseerde ongevallen onbekend is, kan niet worden gesproken van een 'gevaarlijke' snelheid. Wel kan worden gesteld dat bij experimentele proeven de inrijnsnelheid als een belangrijke variabele opgevat moet worden (variatie van 0 tot 80 km/h).
8. Tenslotte bestond er een grote variatie ten aanzien van waterdiepte, waterbreedte, wal-kanthoogte en bermbreedte. Ook met deze variabelen dient bij een experimenteel onderzoek rekening te worden gehouden.

1.6. Ervaringen in het buitenland

1.6.1. Algemeen

In het algemeen is in het buitenland het aantal auto's dat te water raakt verhoudingsgewijs zeer gering. Dit probleem speelde daar, relatief gezien, dan ook een dusdanig onderschikte rol bij de bestrijding van de verkeersonveiligheid, dat initiatieven tot uitgebreid onderzoek achterwege bleven. De activiteiten beperkten zich tot enkele eenmalige experimenten waaronder die van Albrecht Schwieder in Duitsland (1966) en die van Dennis Österlund in Zweden. Deze experimenten beide met een (matige) inrijnsnelheid van ± 35 km/h uitgered, droegen mee

het karakter van een demonstratie. Ze leidden dan ook niet tot het opstellen van doelmatige gedragsrichtlijnen, hooguit werd duidelijk dat het ontsnappen uit een gezonken voertuig een hachelijke zaak was en dat niet gerekend mocht worden op de aanwezigheid van een luchtbel.

1.6.2. Amerikaans onderzoek

Wat uitgebreidere aandacht is op z'n plaats ten opzichte van een Amerikaans onderzoek in 1961, dat een meer geprogrammeerd experimenteel karakter droeg. In het verslag van Bernard J. Kuhn over dit onderzoek*, waaraan deelnamen de Michigan State Police, het Michigan State Highway Department, het American National Red Cross en het Department of Health & Safety, Indiana University wordt vermeld dat in de Verenigde Staten jaarlijks ca. 400 auto-inzittenden om het leven komen bij het te water raken van hun voertuig, hetgeen overeenkomt met ongeveer 1 % van het totaal aantal verkeersdoden (voor Nederland bedragen deze getallen in 1970 ca. 90, respectievelijk 3%).

Uitgangspunten van het Amerikaanse onderzoek

1. Wat gebeurt er precies wanneer een voertuig te water raakt?
2. Wat geldt als het meest kritieke moment?
3. Moeten de passagiers proberen zo snel mogelijk uit het voertuig te komen of moeten zij rustig afwachten?
4. Wanneer kunnen de portieren worden geopend?
5. Vormt zich in alle voertuigen en onder alle omstandigheden een luchtbel en is die dan bruikbaar bij de ontsnapping?

Uitvoering van dit onderzoek

Het onderzoek werd op de volgende wijze uitgevoerd. De proefvoertuigen, een tweedeurs sedan uit 1961, een vierdeurs sedan uit 1961, en vierdeurs stationcar uit 1954 en een tweedeurs compactcar uit 1953, werden langs een hellende walkant het water ingereden, behalve in die gevallen waarbij werd gesimuleerd dat het voertuig op zijn dak of zijkant in het water terecht kwam. In deze gevallen werd een kraan gebruikt. De walkanthoogten varieerden van ca. 0,5 m bij een inrijnsnelheid van ongeveer 22 km/h tot ca. 1,5 m bij een inrijnsnelheid van ongeveer 26 km/h. Variaties aan de voertuigen waren: gesloten portier ramen, beide voorportier ramen open en alleen linker voorportier raam open. Variaties in positie bij te water komen waren: normale stand (op de wielen), op het dak en op de linker zijkant. De waterdiepte bedroeg bij alle proeven 3,6 m. Alle proefvoertuigen hadden een voorin geplaatste motor en gesloten portieren. Er zaten geen proefpersonen in de voertuigen.

Conclusies uit dit onderzoek (korte samenvatting)

1. Walkanthoogte en inrijnsnelheid beïnvloeden de afloop in negatieve zin. Hoe hoger de walkant en hoe groter de inrijnsnelheid des te groter is de kans dat de voorruit verbrijzelt en de achterbank losraakt. Ook de drijftijd neemt af bij toenemende inrijnsnelheid en hogere walkant.
2. De drijftijd wordt mede bepaald door de leeftijd en onderhoudstoestand van de wagen. Oudere wagens, die meestal ook in slechtere conditie verkeren, zinken sneller dan nieuwe en goed onderhouden wagens. De langste drijftijd die werd waargenomen bedroeg 6 min 3 sec. Deze werd bereikt door een van de proefwagens van het jongste bouwjaar. Bij dezelfde proefwagen werd ook de langste periode tussen te water raken en tot rust komen op de bodem gemeten, deze bedroeg 8 min 24 sec.
3. Alle voertuigen kwamen na het te water raken eerst in horizontale stand en bleven zo nog enige tijd drijven. Daarna zonken zij alle in verticale stand met de motor naar beneden gericht.

* Bernard J. Kuhn (1962). Submerged vehicle study. In: Transactions of the National Safety Congress, Vol. 27.

Een uitzondering hierop vormden voertuigen, die met één of meer geopende ramen op hun dak of hun zijkant in het water terecht kwamen. Deze kwamen niet meer tot een horizontale drijvende positie, maar zonken ongeveer in de stand waarin ze te water raakten.

4. Bij sommige voertuigen werd het dak naar binnen gedrukt op het moment dat ze voor driekwart onder water waren.

5. De portieren konden worden geopend na drukkivellering. Bij voertuigen met gesloten ramen werd dit moment bereikt als het waterniveau binnen het voertuig zijn maximum had bereikt. Dit laatste viel ongeveer samen met het geheel onder water verdwijnen van het voertuig. Bij voertuigen met één of meer geopende portierramen viel de genoemde drukkivellering ongeveer samen met het moment dat het waterniveau de rand van het geopend portier raam bereikte. Op de bodem tenslotte was het in alle gevallen mogelijk de portieren normaal te openen.

6. Tijdens het zinken, dat dus vrijwel altijd verticaal gebeurde, werd de lucht in deze proefvoertuigen (alle met de motor voorin) naar de achterzijde van de cabine en vervolgens via de kofferruimte grotendeels uit het voertuig gedreven. Een enkele keer (o.a. bij de compactcar) kwam er in de cabine nog wat lucht terug, nadat het voertuig weer horizontaal op de bodem tot rust was gekomen. De hoeveelheid en de plaats van deze lucht werd bepaald door de positie van het voertuig en staat van onderhoud. De grootste luchtbel die bij de proeven werd gemeten bevatte 183,6 liter. Deze bestond voor 20% of 36,7 liter uit zuurstof en omdat voor ademen minimaal 7% zuurstof in de luchtzak nodig is was er in feite slechts 24,5 liter zuurstof beschikbaar voor inademing. Onder normale condities wordt door één persoon ongeveer 0,4 liter zuurstof per minuut verbruikt. In panieksituaties of bij grote inspanning, wat bij een gezonken voertuig vaak het geval zal zijn, kan de ademhaling 10 maal versneld worden. In de grootste waargenomen luchtbel was het dus mogelijk 6 minuten effectief te ademen. In de praktijk zal deze tijd nog korter zijn doordat de lucht in de cabine vaak door olie- en benzinedampen verontreinigd zal zijn.

Aanbevelingen uit dit onderzoek

1. Verlaat een te water geraakt voertuig zo snel mogelijk.
2. Voorkom letsel (o.a. bij de botsing met het wateroppervlak) door het gebruiken van autogordels.
3. Probeer allereerst het te water geraakte voertuig te verlaten via de reeds geopende of anderszins snel opengedraaide voorportierramen.
4. Lukt het niet via de voorportierramen, ga dan snel naar de achterportierramen. Deze laatste blijven (bij auto's met de motor voorin) langer boven water en bovendien blijft achter in de cabine de lucht wat langer hangen.
5. Als ontsnapping door de portierramen (zowel vóór als achter) niet lukt, kruip dan zo ver mogelijk achter in de cabine want daar blijft de lucht het langst hangen. Probeer met een hard en scherp voorwerp de achterruit te verbrijzelen.
6. Is het voertuig onderste boven of op zijn zijkant in het water terecht gekomen dan zal het meestal (als tenminste ramen en dak gesloten zijn) ook weer terugkantelen tot een horizontale stand vóórdat het gaat zinken. In dat geval kan dan dezelfde procedure worden gevolgd als bij normaal horizontaal te water gekomen voertuigen. Uit voertuigen die met open ramen op hun dak of zijkant terecht komen voordat ze zinken, bestaan weinig ontsnappingsmogelijkheden.
7. Een extra ontsnappingsmogelijkheid biedt een stationcar met een achterdeur die dan van binnenuit open te maken moet zijn.

Bedenkingen tegen dit onderzoek

1. Statische wijze van te water laten.
2. Beperkte variatie in voertuigtypen.
3. Beperkte variatie in inrijnsnelheid en walkanthoogte.
4. Het ontbreken van proeven met proefpersonen.

De aanbevelingen omtrent de ontsnappingsmethoden zijn dan ook niet meer dan hypothesen.

1.6.3. Nieuw Amerikaans onderzoek

Het Department of Transport te Washington (V.S.) verleende in 1969 aan de University of Oklahoma een contract voor nader onderzoek ten aanzien van ontsnappingsmogelijkheden uit verongelukte voertuigen. Dit onderzoek bestaat uit drie deelonderzoeken.

1. Onderzoek naar de wijze waarop een verongelukt 4-persoons voertuig zo snel mogelijk verlaten kan worden onder diverse omstandigheden.
2. Onderzoek naar de wijze waarop 66 kinderen van 0 tot 18 jaar zo snel mogelijk een schoolbus (o.a. gekanteld over 90°) kunnen verlaten onder diverse omstandigheden.
3. Onderzoek naar de wijze waarop een te water geraakt 4-persoons voertuig zo snel mogelijk kan worden verlaten, zowel wanneer het voertuig nog drijft als wanneer het gezonken is.

Het laatstgenoemde deelonderzoek staat onder leiding van Dr. J. L. Purswell van de University of Oklahoma, College of Engineering, die daartoe reeds tijdens het Nederlandse onderzoek contact opnam met de SWOV. Dit had onder meer tot gevolg dat de voorlopige gegevens uit het Nederlandse onderzoek de grondslag vormden voor de uitgangspunten van het Amerikaanse onderzoek.

Aangezien dit Amerikaanse onderzoek zich voornamelijk zal richten op het Amerikaanse personenautopark, zullen de resultaten als aanvulling van en ter vergelijking met het Nederlandse onderzoek waardevol kunnen zijn, omdat bij dit laatste onderzoek het accent werd gelegd op het Nederlandse personenautopark, dat relatief een klein aantal Amerikaanse auto's omvat.

Bij het afsluiten van het Nederlandse onderzoek en het voltooiën van het rapport, waren echter de resultaten van dit Amerikaanse onderzoek nog niet beschikbaar.

1.7. Conclusies uit het descriptieve onderzoek

1. De ongevallenregistratie van te water geraakte auto's is verre van volledig.
2. De aantallen waarop de case-studies betrekking hebben zijn klein, soms te klein om eenduidige conclusies op te leveren.
3. Ondanks de bovengenoemde beperkingen bestaat de indruk dat de fataliteit bij te water raken van een voertuig hoger ligt dan die bij het totaal aantal verkeersongevallen.
4. Het grootste deel van de te water geraakte auto's bestaat uit personenauto's (ca. 75%).
5. Weersomstandigheden (o.a. bepaald door het seizoen) zijn van invloed op de aantallen voertuigen die te water raken.
6. De fataliteit bij het te water raken van auto's is 's nachts hoger dan overdag.
7. Ontsnappingskansen kunnen al vóór het te water raken worden verkleind door een voorafgaande aanrijding, waarbij de inzittenden reeds gewond, buiten kennis of uit het voertuig geslingerd kunnen zijn. Het gebruik van autogordels heeft hier een positieve invloed.
8. Analyse van beschikbare ongevalgegevens leidden tot signalering van een aantal black spots. Plaatsing van een beveiligingsconstructie bracht dit aantal reeds terug.
9. De inrijnsnelheid blijkt in de praktijk erg gespreid te liggen (tussen stapvoets en boven de 100 km/h). Voor experimenteel onderzoek houdt dit de consequentie in dat ook daar de inrijnsnelheid als variabele in het proevenprogramma moet worden verwerkt.
10. Eveneens blijkt in de praktijk dat er grote variatie bestaat in waterdiepte, waterbreedte, walkanthoogte en bermbreedte. Ook deze variabelen zullen in een eventueel experimenteel onderzoek moeten worden verwerkt.
11. In het buitenland zijn nauwelijks initiatieven tot uitgebreid onderzoek geweest. Alleen in de Verenigde Staten was een onderzoek verricht dat meer was dan een demonstratie. Uit dit onderzoek bleek dat walkanthoogte, inrijnsnelheid, model en onderhoudstoestand van het voertuig van invloed zijn op de drijftijd van het te water geraakte voertuig. Deze bevindingen onderschrijven dat deze factoren als variabelen in een experimenteel onderzoek verwerkt dienen te worden.

2. Het experimentele onderzoek

2.1. Inleiding

Uit het descriptieve onderzoek was gebleken dat hiermede niet het uiteindelijke doel van het onderzoek kon worden bereikt. Dit doel was immers het opstellen van op de realiteit ingestelde gedragsrichtlijnen ten behoeve van de automobilisten en van aanbevelingen ten aanzien van verbetering van enkele voertuigdetails. Derhalve werd besloten tot het uitvoeren van een experimenteel onderzoek.

Voor de opzet van een dergelijk onderzoek moet op zijn minst bekend zijn welke factoren een belangrijke rol kunnen spelen. Uit het descriptieve onderzoek resulteerden een aantal conclusies die als werkhypothesen konden dienen. De factoren zijn onderverdeeld naar relevantie voor de pre-crash, crash- en post-crashfase gedifferentieerd naar omstandigheden, voertuig en inzittenden, weergegeven in tabel 13. Zij vormden het uitgangspunt bij het opstellen van het proevenprogramma.

2.2. Probleemstelling

Het meest zinvolle is uiteraard het probleem van het te water raken van auto's in de eerste (pre-crash)fase aan te pakken (preventie). Door beleids- en economische overwegingen is een totale preventie vaak niet te realiseren.

Een tweede stap is dan de omstandigheden zoals zij in de pre-crashfase bestaan als begincondities te beschouwen bij de crashfase. De relevante factoren in de crashfase zijn bij het te water raken van auto's die welke de botsing met het wateroppervlak betreffen. Analyse van de botsing zal moeten aantonen hoe het voertuig en de inzittenden reageren en op welke manieren de afloop van de botsing in gunstige zin kan worden beïnvloed. Heeft deze analyse duidelijkheid gebracht ten aanzien van het gedrag van voertuig en inzittenden tijdens de botsing en zijn de condities die een vrij van letsel doorkomen van deze botsing moeten garanderen eveneens bekend, dan is onderzoek van de derde fase, de post-crashfase noodzakelijk. Want bij te water raken van voertuigen is het niet alleen van belang dat de inzittenden de botsing letselvrij doorstaan, maar zij moeten daarna het (zinkende) voertuig ook nog kunnen verlaten. Vooral de derde fase, de ontsnappingsfase, zal bij het experimentele onderzoek bijzondere aandacht moeten krijgen.

Het experimentele onderzoek zal dus aanwijzingen moeten geven voor een letselvrij doorkomen van de botsing en daarnaast aanbevelingen voor de meest doelmatige ontsnappingsmethoden uit het te water geraakte voertuig.

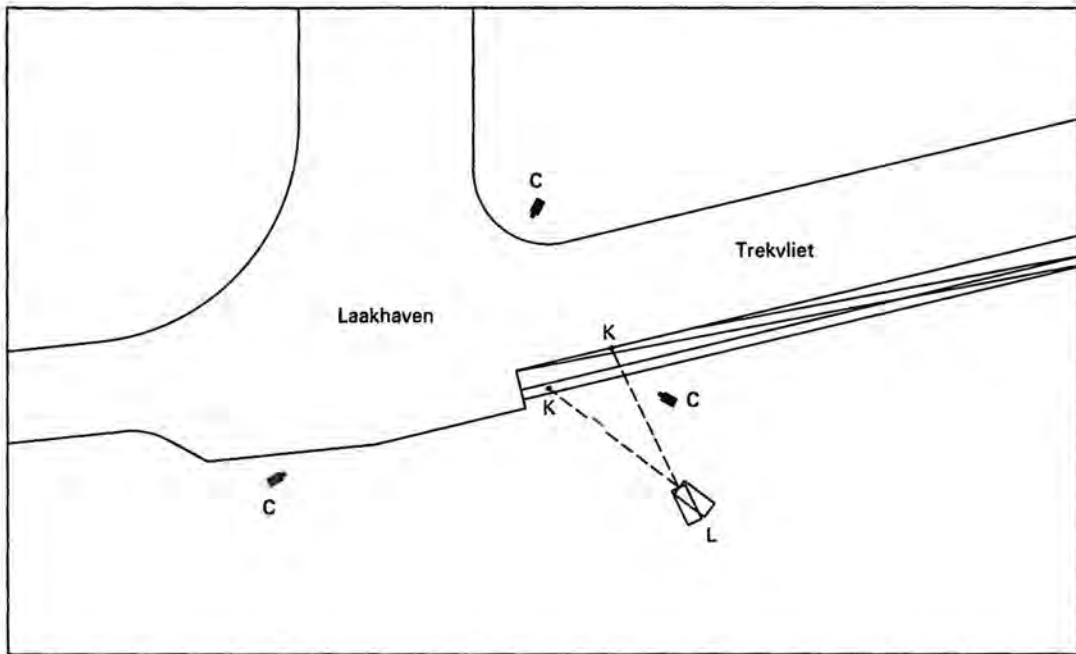
De eerste groep aanwijzingen zal voor het belangrijkste deel betrekking hebben op het voertuig en dus in hoofdzaak bestemd zijn voor de autoconstructeurs en fabrikanten, de tweede groep aanbevelingen echter zal vrijwel uitsluitend betrekking hebben op het gedrag van de inzittenden en de wijze waarop zij de diverse ontsnappingswegen, die elk voertuig biedt, kunnen benutten.

2.3. Beschrijving van de proeven

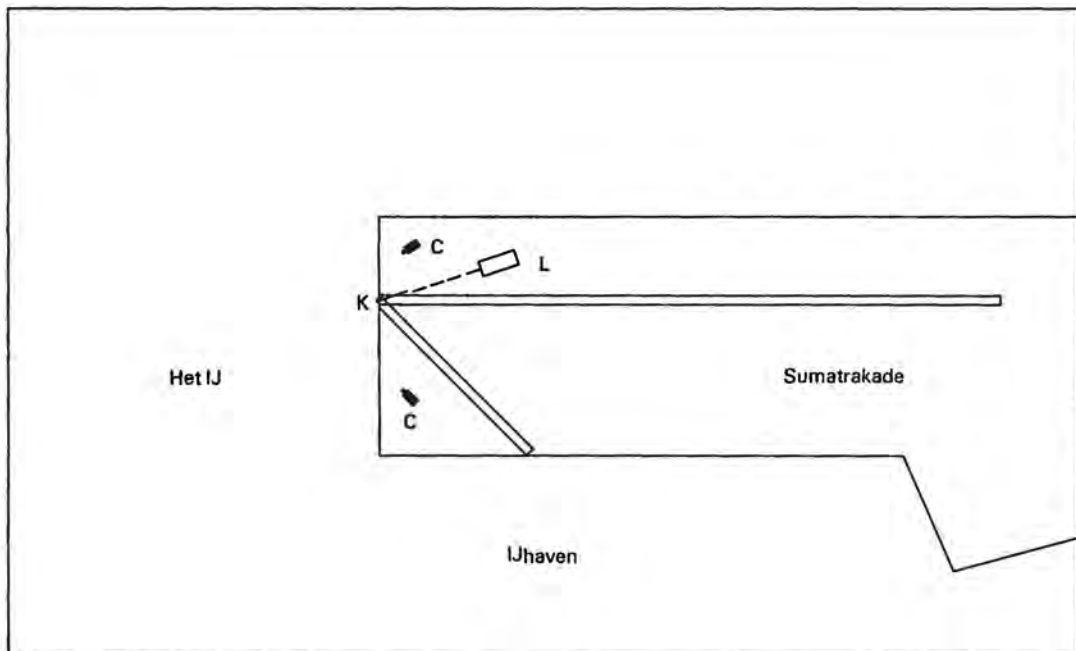
Een volledig overzicht van de dynamische inrijproeven is weergegeven in de Appendix. De proeven 1 t/m 13 vonden plaats op het terrein van de voormalige gasfabriek aan de Trekvluit te Den Haag (zie voor een situatieschets afbeelding 4), terwijl de overige proeven (15 t/m 45) plaatsvonden bij de Sumatrakade aan het IJ in Amsterdam (zie hier de situatieschets afbeelding 5). Op het eerstgenoemde terrein werden de proeven uitgevoerd met een vrij lage walkant (tot 2 m), bij een waterdiepte van 2 tot 4 m, op het laatstgenoemde met een hoge walkant (2 tot 4 m) bij een waterdiepte van 7 tot 10 m.

Omstandigheden	Voertuig	Bestuurder/Inzittenden
<p>PRE-CRASH Aanrijding met een ander voertuig (of obstakel) Preventiefactoren Beveiligingsconstructie (aanwezigheid en kwaliteit) Obstakels (aanwezigheid en kwaliteit)</p>	<p>Beschadiging door voorafgaande botsing</p> <p>Preventiefactoren Constructie cabine (kooiconstructie, dakversteviging) Constructie interieur (energie-absorberende stuurkolom, verzonken of flexibele portierkrukken en bedieningsknoppen, energie-absorberende bekleding dashboard Aanwezigheid goede autogordels</p>	<p>Dood, gewond of bewusteloos door voorafgaande botsing</p> <p>Preventiefactor Juist gebruik autogordels</p>
<p>CRASH Snelheid voertuig bij te water raken (afhankelijk van inrijnsnelheid, berm-breedte, hoogte walkant) Positie voertuig (normaal, voor- of achterover en/of gekanteld, afhankelijk van inrijhoek, inrijnsnelheid, hoogte walkant en voorafgaande botsing) Waterdiepte (indien gering: botsing met de bodem)</p>	<p>Deformatie voertuig (o.a. ruiten, portieren, dak)</p> <p>Preventiefactoren Constructie cabine (kooiconstructie, dakversteviging) Constructie interieur (energie-absorberende stuurkolom, verzonken of flexibele portierkrukken en bedieningsknoppen, energie-absorberende bekleding dashboard Aanwezigheid goede autogordels</p>	<p>Dood, gewond of bewusteloos en/of uit het voertuig geslingerd door botsing met wateroppervlak</p> <p>Preventiefactor Juist gebruik autogordels</p>
<p>POST-CRASH Waterdiepte Waterbreedte Watertemperatuur en -vervuiling Positie voertuig op bodem (normaal op het dak of zijkant) Ontsnappingsmethoden (aanwezigheid en kwaliteit)</p>	<p>Gewichtsverdeling (o.a. motorplaatsing, belading) Drijfvermogen (deformatie, staat onderhoud, gewicht/volumeverhouding)</p> <p>Preventiefactoren Constructie voertuig (afmetingen portierramen, schuif- of roldak, aanwezigheid achterklep, type voorruit) Uniforme sluiting autogordel Geen losse banken, kussens, enz. in cabine</p>	<p>Gewond of bewusteloos Bekneld Paniek (bijv. meerdere inzittenden, kan niet zwemmen)</p> <p>Preventiefactoren Kennis ontsnappingswegen Kan zwemmen Portieren niet vergrendeld</p>

Tabel 13. Overzicht van factoren die van invloed kunnen zijn bij het te water raken van voertuigen, voorzover van belang voor het onderzoek, gerangschikt naar fase (pre-crash, crash en post-crash), omstandigheden voertuig en bestuurder/inzittenden.



Afbeelding 4. Situatieschets proefterrein te 's-Gravenhage. L = lierinrichting; K = keerschijf; C = camera



Afbeelding 5. Situatieschets proefterrein te Amsterdam. L = lierinrichting; K = keerschijf; C = camera

De aandrijving van de proefvoertuigen vond plaats met behulp van een lierinstallatie, waarbij een (Amerikaanse) personenauto met automatische versnellingsbak als krachtbron fungeerde (afbeelding 6). De lierkabel was via een keerschijf (afbeelding 7) met het proefvoertuig verbonden. De geleiding van de voertuigen geschiedde door middel van rails. Door verschillende inrijbanen te gebruiken kon de inrijhoek worden gevarieerd.

De inrijnsnelheid werd bepaald met behulp van de snelheidsmeter van de lieraandrijfauto. Bij een aantal proeven werd deze snelheidsmeting met radarapparatuur geïkt.

De proefvoertuigen werden van een markering voorzien (in enkele gevallen bestaande uit lichtpunten) teneinde uit filmopnamen van de proeven de vertragingen te kunnen vaststellen. Teneinde het gedrag van het voertuig en inzittenden onder water vast te leggen werd in enkele gevallen een onderwatercamera gemonteerd.

Na elke inrijding werd het proefvoertuig door de brandweer van respectievelijk Den Haag en Amsterdam weer boven water en op de wal kant gebracht. Door schouwing van het autocasco werd informatie verzameld over het effect van de inrijding en de mogelijke verbetering van de diverse onderdelen en constructies van het voertuig.

Alle mogelijke ontsnappingsmethoden uit een te water geraakt voertuig werden onder realistische omstandigheden door proefpersonen (voornamelijk brandweerduikers) uitgevoerd. Helaas waren de omstandigheden (o.a. door de verontreiniging van het buitenwater) van dien aard dat van deze ontsnappingsmethoden nauwelijks een acceptabel filmbeeld kon worden vastgelegd. Omdat dit voor de bestudering van de ontsnappingsmethoden toch noodzakelijk werd geacht zijn ze herhaald in een zwembad.

Naast de (dynamische) inrijproeven werden ook enige proefvoertuigen aan een kraan langzaam in horizontale stand te water gelaten.

Deze proeven hadden uitsluitend tot doel na te gaan hoe groot de kans op een achtergebleven luchtbel in een gezonken auto is. Ontbreken van een luchtbel van enige omvang in een voertuig, gezonken onder deze minst ongunstige omstandigheden (langzaam en horizontaal), zou een sterke aanwijzing zijn dat de kans op een luchtbel in een onder realistischere inrijcondities te water geraakt voertuig vrijwel nihil zal zijn.

Deze statische proeven maakten het mogelijk op eenvoudige wijze de druk (opbouw) in de cabine tijdens het zinken te volgen. Daartoe was een flexibele leiding (waterdicht) via het dak van de auto de cabine binnen gevoerd (direct onder het dak). De andere kant van deze leiding was aangesloten op een open manometer (boven water).

Gemakshalve worden bovengenoemde proeven aangeduid met 'statische drukmetingen'. Dit 'statisch' heeft echter alleen betrekking op de wijze van te water raken, maar slaat niet op het zinken van het voertuig. Dit laatste blijft een dynamische gebeurtenis totdat het voertuig op de bodem tot rust komt.

De waterdiepte ter plaatse van de drukmetingen bedroeg ca. 3,5 meter.

2.4. Beperkingen bij het experimentele onderzoek

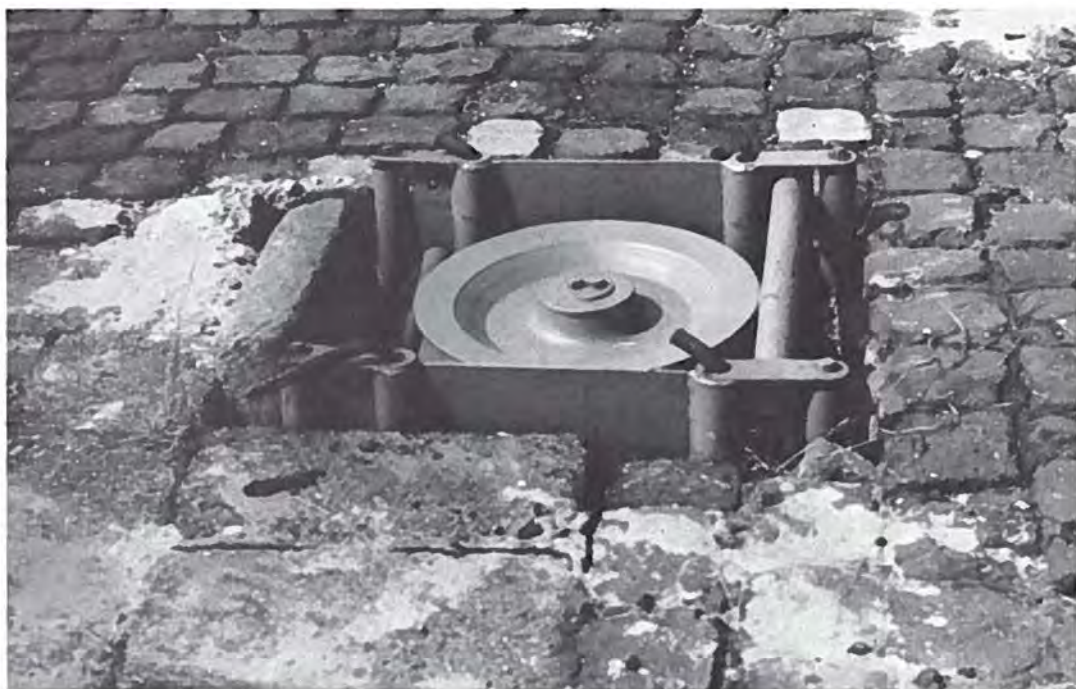
Op grond van de resultaten van het beschrijvende onderzoek en overwegingⁿ van praktische aard zijn bij het experimentele onderzoek een aantal beperkingen betracht.

1. Als proefvoertuigen werden slechts personenauto's en lichte bestelwagens (busjes) gebruikt, omdat ca. 75% van de te water geraakte auto's uit personenauto's bestaat. Autobussen werden niet in het proevenschema opgenomen omdat het in Nederland zeer weinig voorkomt dat een autobus te water raakt. Ook vrachtwagens raken niet erg frequent te water. Bovendien zal de belastingstoestand bij vrachtwagens een overheersende rol spelen bij het gedrag in het water.

2. Bij het opstellen van het proevenprogramma werd wat betreft de keuze van de proefvoertuigen rekening gehouden met de samenstelling van het Nederlandse autopark. Op grond van economische overwegingen werd op dit punt een uitzondering gemaakt voor de leeftijd. Deze lag voor de proefvoertuigen enkele jaren hoger dan die voor het personenautopark. Dit werd niet als groot bezwaar gezien omdat bij controle bleek dat slechts een geringe invloed (verkortings van de drijftijd) merkbaar was bij gebruik van oudere voertuigen. Aan de proefvoer-



Afbeelding 6. De aandrijving van de proefvoertuigen vond plaats met behulp van een lierinstallatie, de geleiding via rails.



Afbeelding 7. De lierkabel was via een keerschijf met het proefvoertuig verbonden.

tuigen werden wel eisen gesteld ten aanzien van staat van onderhoud (bijvoorbeeld niet doorgeroest, ramen goed werkend) en uitrusting (bijvoorbeeld aanwezigheid open dak).

3. Uit praktische en economische overwegingen moest het aantal proeven, ondanks het grote aantal variabelen, vrij klein blijven.

4. Het was ook niet praktisch uitvoerbaar, alle variabelen die bij te water raken van een voertuig een rol kunnen spelen in het experimenteel onderzoek te verwerken. Slechts die variabelen, waarvan op basis van het beschrijvende onderzoek werd verondersteld dat ze belangrijke invloed zouden kunnen uitoefenen op de ernst van de afloop van het ongeval werden in het proevenschema opgenomen. Hierin werden bijvoorbeeld niet opgenomen gevallen met een zeer geringe waterdiepte of een zeer smalle sloot. Weliswaar is bekend dat deze gevallen in de praktijk wel veel voorkomen, maar het buiten het proevenprogramma houden is gemotiveerd omdat de invloed van de plaatselijke omstandigheden bij dergelijke gevallen erg groot is, terwijl het simuleren van deze omstandigheden bij de proeven praktisch niet te realiseren was. Bovendien is de fataliteit van dergelijke gevallen minder groot.

5. De inrijhoek was in eerste instantie als een belangrijke variabele aangemerkt. Bij een aantal proeven welke aan het eigenlijke onderzoek voorafging, bleek echter dat de inrijhoek (de hoek tussen de inrijbaan en de walkant) slechts bij zeer lage inrij snelheden van invloed was op de wijze (en daardoor op de afloop) van het te water raken. Daarom kon het aantal proeven met verschillende inrijhoeken beperkt blijven.

6. In verband met het aanwezige risico voor de inzittenden werd het ook niet verantwoord geacht bij inrij snelheden hoger dan 35 km/h proeven te doen met proefpersonen. Om toch een indruk te krijgen welke bewegingen een inzittende bij hoge inrij snelheden zou kunnen maken in het voertuiginterieur en welke letsels hij eventueel zou kunnen krijgen bij botsing tegen het voertuiginterieur wanneer het voertuig het wateroppervlak raakt, werd in deze gevallen gebruik gemaakt van dummies (poppen die menselijke afmetingen en gewichtsreacties hebben) o.a. van de proefpop Olivier van het Instituut voor Wegtransportmiddelen TNO (voorheen RAI-TNO). Ook werden dummies gebruikt om na te gaan of het gebruik van autogordels bij het te water raken van een auto een gunstig effect zou hebben op de ernst van letsels voor inzittenden bij dit type ongeval.

7. Ook waren de proefpersonen niet representatief voor de gebruikelijk op de weg zijnde groep automobilisten (onder hen bevonden zich geen vrouwen, kinderen of ouderen). Teneinde toch een indruk te verkrijgen over de mogelijkheden van verschillende ontsnappingsmethoden, voerden de proefpersonen de ontsnapping extra langzaam uit, zoveel mogelijk vermijgend gebruik te maken van hun speciale beroepservaring en geoefendheid onder water. Bovendien vormde de duikuitrusting die zij meestal voor noodgevallen meedroegen, nog een extra handicap. Hoewel op deze wijze is getracht de realiteit zoveel mogelijk te benaderen, konden panieksituaties uiteraard niet worden gesimuleerd.

8. Het seizoen en, daarmee samenhangend, de watertemperatuur zouden ook invloed kunnen hebben op de ontsnappingskansen van de inzittenden. Uit praktische overwegingen is echter afgezien van proeven bij winterse omstandigheden (o.a. risico voor proefpersonen).

2.5. Resultaten

Zoals gesteld werd in paragraaf 2.2 heeft het experimentele onderzoek vrijwel uitsluitend betrekking op de factoren die van invloed kunnen zijn in de crash- en in de post-crashfase. Hoewel sommige factoren hun invloed over beide perioden uitstrekken, zijn de resultaten waar mogelijk puntsgewijs gerangschikt volgens deze fase-indeling.

2.5.1. Resultaten met betrekking tot de crashfase

1. De snelheid waarmee een voertuig te water raakt, is voor een groot deel afhankelijk van de inrij snelheid. Bij hoge inrij snelheden worden grotere deformaties waargenomen dan bij lagere inrij snelheden. De meeste proefvoertuigen werden, zeker bij inrij snelheden boven 50 km/h, aan de voorzijde vrij ernstig beschadigd (zie de Appendix en afbeeldingen 8 en 9). Door de



Afbeelding 8 en 9. Vóór- en achterkant mogen vervormen, mits de cabine maar intact blijft.



Afbeelding 9

botsing met het wateroppervlak werden spatborden, keienvangers, grillen en motorkappen ingedeukt, voorbumpers soms afgerukt en enige malen voortreinen ontzet. De schade is veelal vergelijkbaar met die welke zou zijn ontstaan bij een middelzware frontale aanrijding.

2. De positie die het voertuig inneemt direct vóór het te water raken is van grote invloed op de verdere afloop. Hierbij kunnen een rol spelen: de inrijhoek, de inrijnsnelheid, de hoogte van de walkant en de eventuele voorafgaande botsing met een ander voertuig of obstakels (afbeeldingen 10 en 11).

Blijven bij de meeste auto's de cabine's intact bij een normale wijze (dus horizontaal met de wielen naar beneden) van te water raken, geheel anders is dat als voor bepaalde omstandigheden het voertuig met de zijkant (afbeelding 12) of met het dak op het water terechtkomt (afbeelding 13). De zijkant van de wagen kan in het eerste geval zodanig worden ingedrukt dat de portieren aan die zijde helemaal niet meer open gaan (afbeelding 14). In het tweede geval kan het dak naar binnen worden gedrukt, wel 40 cm, zoals bleek bij een van de proefvoertuigen (afbeelding 15). Bij proeven bleek tevens dat als een auto met een gesloten open dak omgekeerd op het water terecht kwam, dit dak veelal zodanig beschadigd werd, dat het niet of nauwelijks kon worden geopend.

Opmerking: Het is van belang voor de ernst van de afloop van een ongeval dat de onder 1 en 2 genoemde deformaties binnen zekere grenzen blijven. In ieder geval moet de constructie van het voertuig zodanig zijn dat de cabine niet al te sterk vervormt en de portieren ook na de botsing met het wateroppervlak nog open gaan. Voertuigen met een zgn. kooiconstructie waarbij vóór- en achterzijde van het voertuig onder energie-opname kunnen vervormen maar de cabine zelf intact blijft, bieden voldoende bescherming in dit opzicht.

Vrijwel alle bij de proeven gebruikte voertuigen voldeden aan deze constructieve eis; de portieren konden op twee gevallen na, steeds nog worden geopend na de botsing met het wateroppervlak.

3. De waargenomen vervormingen indiceerden dat eventuele inzittenden zeer waarschijnlijk aan aanzienlijke vertragingen zouden zijn blootgesteld. Analyses met behulp van high-speed filmopnamen toonden aan dat, zelfs bij vrij lage inrijnsnelheden, gedurende enkele tienden van seconden waarden van 4 à 5 g werden bereikt. Deze vertragingen, die vele malen hoger liggen dan de bij een noodstop op een droog wegdek haalbare waarde van ca. 0,8 g, zullen de passagiers met kracht naar voren slingeren. Als de passagiers hierdoor met hun hoofd tegen het instrumentpaneel en/of door de voorruit slaan (afbeelding 16), hebben zij een grote kans op letsel.

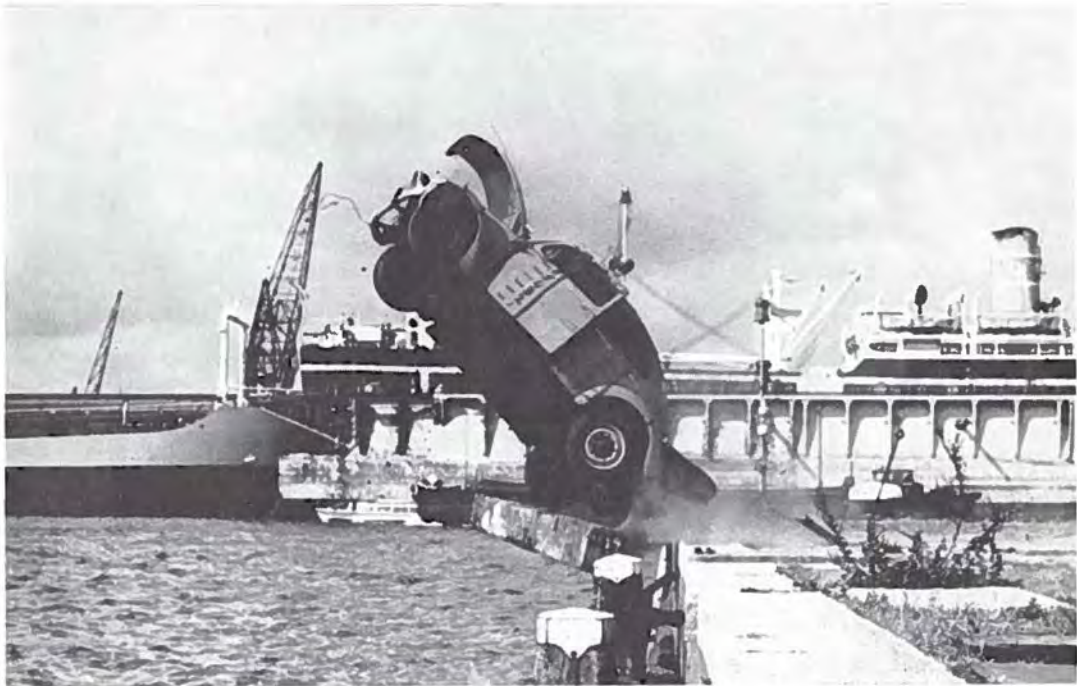
Opmerking: Het is zonder meer duidelijk dat inzittenden, die door optredende vertragingen in de autocabine naar voren zijn geslingerd en daarbij gewond en/of bewusteloos zijn geraakt, minder goede ontsnappingskansen zullen hebben.

Het gebruik van autogordels zal in de meeste gevallen voldoende zijn om (ernstig) letsel te voorkomen. Bovendien houden de gordels de inzittenden ook beter op hun plaats zodat zij bij het begin van de ontsnappingsfase zich beter kunnen oriënteren en dus een betere uitgangspositie zullen hebben. Veel pleit ervoor autogordels te voorzien van een uniforme sluiting, die ook goed losgemaakt kan worden wanneer het materiaal nat is. De sluiting moet ook gemakkelijk door anderen kunnen worden geopend.

4. Voor het letselvrij doorkomen van de crashfase is ook essentieel dat zich in de cabine geen uitstekende delen bevinden. De aanwezigheid van o.a. een energie-absorberende stuurkolom en weggewerkte of flexibele portierkrukken kan de kans op (ernstig) letsel verminderen.



Afbeelding 10. Zelfs bij een inrijshoed van ± 25 km/h werd bij een hoge walkant reeds een vertraging van 3 à 4 g bereikt.



Afbeelding 11. Vaak raakt het voertuig vóór het te water rijden nog tegen een obstakel, waardoor het rare sprongen kan maken.



Afbeelding 12. Niet alle voertuigen komen normaal op hun wielen terecht.



Afbeelding 13. Het is niet uitgesloten dat een voertuig op zijn dak te water komt, bijvoorbeeld door een slippartij.



Afbeelding 14. Het gevolg van zijdelings te water raken: alle portieren aan die zijde zijn geblokkeerd.



Afbeelding 15. De cabine werd sterk in elkaar gedrukt doordat het voertuig op zijn dak terecht kwam.



Afbeelding 16. Als inzittenden geen autogordel dragen, verminderen hun overlevingskansen sterk.

2.5.2. Resultaten met betrekking tot de post-crashfase

Betreffende het voertuig

1. Vrijwel alle proefvoertuigen kwamen, onafhankelijk van de wijze van te water raken, na de botsing met het wateroppervlak eerst terug tot een praktisch horizontaal drijvende toestand (meestal iets overhellend naar de kant van de motor). Zelfs als het voertuig op zijn dak te water raakte werd in de meeste gevallen de normale positie bereikt (zie afbeeldingen 17 en 18, verschillende stadia van deze laatste proef).

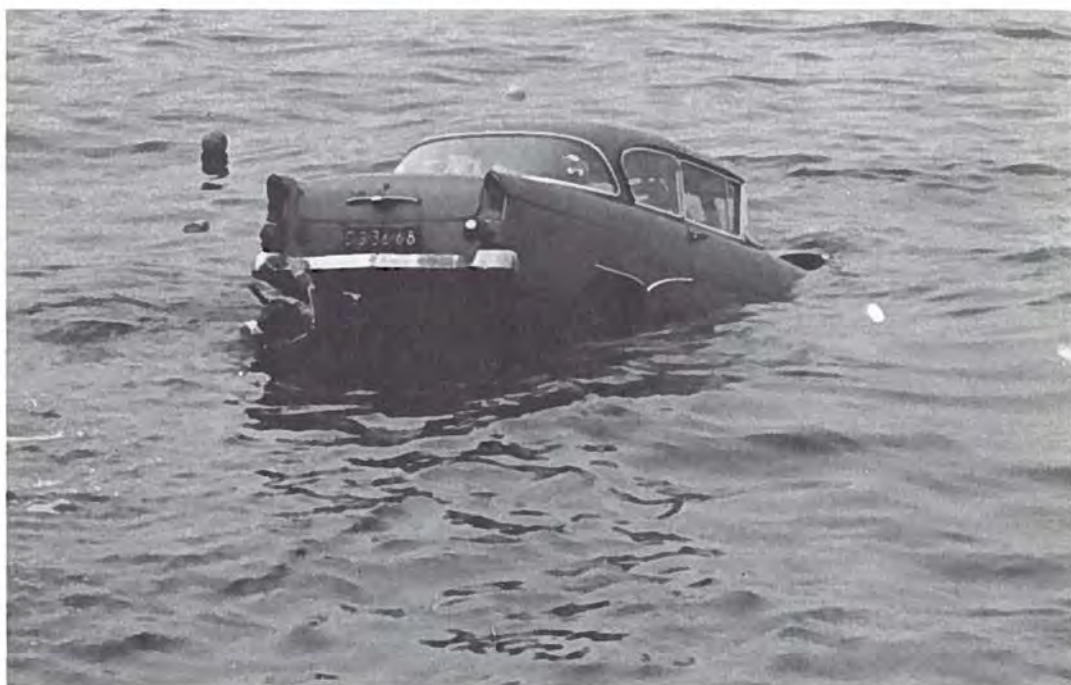
Uitzonderingen op deze regel vormden voertuigen die, uitgerust met een *linnen* roldak, op dit dak in het water terecht kwamen en voertuigen die met een verbrjzeldde voorruit onder een vrij steile hoek het wateroppervlak raakten. Deze voertuigen zonken zo snel dat er nauwelijks van drijftijd kon worden gesproken.

2. De drijftijden van de proefvoertuigen liepen uiteen van enkele seconden tot twee à drie minuten (zie de Appendix). Uit een analyse van de betreffende gegevens blijkt dat de drijftijd wordt verminderd door sterke deformaties aan het voertuig, openstaande zijramen, verbrjzeldde voorruiten, slechte staat van het bodemplaatwerk en gedeeltelijk ook door een hogere walkant (een afname van de drijftijd tot een vierde van die bij gunstiger omstandigheden is mogelijk). Ook als een voertuig op zijn dak, terwijl dit geopend was, op het water terecht komt, wordt de drijftijd sterk verkort.

Bij vergelijking van de drijftijden van enkele typen personenauto's bij ongeveer dezelfde inrij-snelheid blijkt de drijftijd van de lichte typen naar de zwaardere typen toe te nemen. Het aantal inrijproeven was echter te klein om hier meer in te zien dan een indicatie. De langere drijftijd van de zwaardere typen is voor een deel toe te schrijven aan de grotere weerstand tegen deformaties bij de botsing, waardoor het water minder snel het voertuig binnen zal stromen.



Afbeelding 17 en 18. De meeste voertuigen, die gekanteld te water raken, keren voordat zij zinken eerst nog terug in een vrij horizontale stand.



Afbeelding 18

Voor de duur van de drijftijd is de instroomsnelheid van het water essentieel en niet de uitwijkmogelijkheden voor de lucht. Daarnaast is mogelijk de gewicht/volume verhouding van invloed op het drijfpatroon. De plaats van de motor heeft geen duidelijke invloed op de drijftijd.

3. Vrijwel alle voertuigen zonken daarna in een verticale stand en wel met de motor naar beneden gericht (afbeeldingen 19 en 20).

4. Tijdens het zinken werd de lucht in de voertuigen eerst naar het hoogste gedeelte van de cabine gedreven (afbeelding 21). Bij voertuigen met de motor voorin naar de ruimte bij de achterbank en bij voertuigen met de motor achterin naar de ruimte bij de voorbank.

Bij alle voertuigen ontsnapte deze lucht tijdens het verdere zinkproces praktisch geheel via de kofferruimte en via allerlei openingen in de wagen carrosserie (o.a. de ventilatie-openingen die in vrij veel moderne voertuigen voorkomen, nooit luchtdicht zijnde portiersponningen, kieren tussen het kofferdeksel, doorvoeropening van pedalen en leidingen, gaten in de bodem, enz.). Slechts gedurende een vrij korte tijd is dus sprake van een (snel verdwijnende) hoeveelheid lucht in een deel van de cabine. In vrijwel geen enkel voertuig is op het moment dat het op de bodem tot rust was gekomen een luchtbel aangetroffen (afbeelding 22). Een uitzondering hierop vormen wellicht voertuigen die door omstandigheden (bijvoorbeeld ondiep water) niet verticaal zinken. Maar zelfs onder deze, in de praktijk zelden voorkomende, 'ideale' omstandigheden steeg het water bij statisch en horizontaal tot zinken gebrachte voertuigen tot enkele centimeters onder het dak. Na verloop van korte tijd verdween ook de geringe hoeveelheid achtergebleven lucht.

5. Bij de statische drukproeven bleek dat beide proefvoertuigen (Daffodils) na ongeveer 1½ minuut onder water verdwenen. De maximale overdruk ten opzichte van de atmosferische druk bedroeg ± 240 mm waterdruk (zie afbeelding 23 en 24). Aangezien het voertuigdak zich ± 200 cm onder de waterspiegel bevond, was genoemde overdruk slechts een fractie van de waterdruk op de buitenkant van het dak (2000 mm waterdruk). Zodra het waterniveau in het gezonken voertuig de opening van de flexibele leiding naar de manometer bereikte, was verdere meting op de beschreven wijze onmogelijk (o.a. door capillaire verschijnselen). Daar de geringe drukopbouw in de cabine pas plaatsvindt nadat het voertuig onder water verdwijnt, heeft hij geen merkbare invloed op de drijftijd en de manier van zinken.

6. In een klein aantal gevallen werd geconstateerd dat het dak van het proefvoertuig, ook wanneer dit niet met het dak op het water was gekomen, naar binnen was gedrukt. Via filmanalyse werd zo nauwkeurig mogelijk nagegaan wanneer dit indeuken precies plaatsvond. Het bleek dat dit gebeurde ongeveer op het moment dat de auto onder water verdween. Het indeuken van het dak kwam slechts voor bij autotypen met een vrij groot vlak dak zonder verstijvingsribben en vond alleen plaats als er zich op het moment van zinken nog veel lucht in het voertuig bevond, terwijl de ramen gesloten waren.

Opmerking: In de praktijk zullen dan ook meestal open portier ramen dit schrik aanjagende neveneffect voorkomen.

Betreffende de inzittenden en de ontsnappingsmethoden

1. Zelfredding

Het bleek dat bij gebruik van autogordels de kans groot is dat de inzittenden de pre-crash- en crashfase goed en zonder letsel doorkomen. Zij zullen dan in de post-crashfase moeten trachten uit het voertuig te ontsnappen. De meeste voertuigen bieden daartoe tal van mogelijkheden. Vaak kan dit nog tijdens het rijden van het voertuig.

1. Het ligt natuurlijk voor de hand dat eerst wordt geprobeerd het voertuig te verlaten door het openen van een portier. De druk op de portieren is echter, zelfs al ligt de auto nog maar net in het water, meestal reeds te groot om ze te openen (afbeelding 25). Vaak zal, als het waterniveau aan de buitenzijde nog nauwelijks halverwege het portier is gestegen, reeds een kracht van 75 à 100 kgf tegen dit portier drukken. Dit betekent dat een inzittende een tamelijk grote kracht zou moeten uitoefenen om dit portier open te krijgen en dit is meestal, gezien de moeilijke houding waarin dit zou moeten geschieden, niet mogelijk.



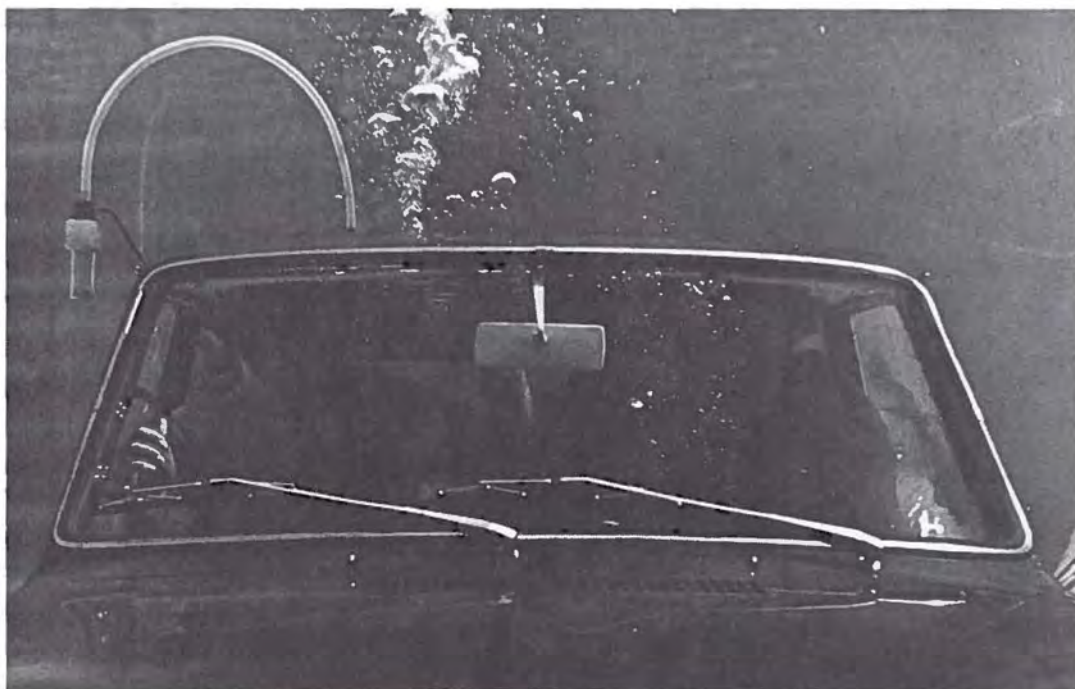
Abbeelding 19. Auto's met de motor voorin zinken vrijwel altijd voorover.



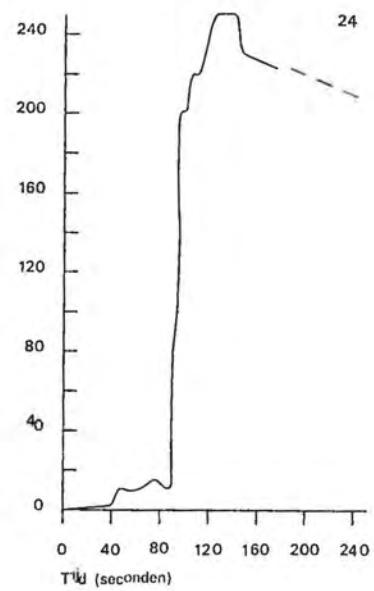
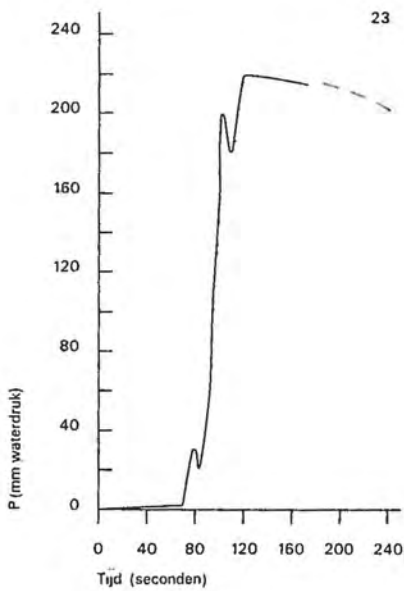
Abbeelding 20. Auto's met de motor achterin zinken vrijwel altijd achterover.



Afbeelding 21. Tijdens het zinken wordt de lucht naar het hoogste gedeelte van de cabine geperst, daardoor kan daar nog even lucht gehapt worden.



Afbeelding 22. Wanneer het voertuig op de bodem tot rust is gekomen zal er bijna nooit lucht in achtergebleven zijn.



Afbeelding 23 en 24. Het verloop van de overdruk in een zinkend voertuig ten opzichte van de atmosferische druk (23 = proefvoertuig 1; 24 = proefvoertuig 2).



Afbeelding 25. Al vrij snel na het te water raken zijn de portieren niet meer te openen.

Afhankelijk van de manier waarop sommige typen voertuigen zinken, kunnen in een aantal gevallen óf de vóór- óf de achterportieren vrijwel geheel boven water komen. Dit is dan het aangewezen moment om deze portieren te openen en te ontsnappen.

2. Niet alle voertuigen zinken echter op een zodanige manier dat op deze wijze ontsnappen mogelijk is. In die gevallen kunnen geopende portierinnen, mits deze van voldoende grote afmetingen zijn, dienen als vluchtweg (afbeelding 26).

Een aantal populaire personenautotypen hebben echter portierinnen die door een (midden-)stijl worden gedeeld, terwijl wellicht het openen van de portierinnen bij autotypen waarbij dit op elektrische wijze geschiedt moeilijkheden kan opleveren, tenzij er ook nog een handbediening bleef gehandhaafd. (Deze laatste veronderstelling werd bij het experimenteel onderzoek niet nader getoetst, aangezien voertuigen met dergelijke elektrisch te bedienen ramen niet veel voorkomen in Nederland).

3. Een aantal typen personen- en bestelauto's is uitgerust met een achterklep, ook wel 'vijfde deur' genoemd.

Vooraf in combinatie met een voorin geplaatste motor is deze klep een zeer geschikte ontsnappingsweg, mits de klep van binnenuit te openen is (afbeelding 27).

4. In het proevenschema waren ook verschillende uitvoeringen van open daken opgenomen. Helaas zijn slechts weinig autotypen in standaarduitvoering daarmee uitgerust. Bij de proeven bleek nl. dat juist dit open dak bijzonder goede ontsnappingskansen kan bieden (afbeeldingen 28 en 29).

De meeste stalen schuifdaken zijn overigens, vooral voor enigszins corpulente inzittenden, wat aan de kleine kant en voor eventuele achterbankpassagiers wat lastig te bereiken. Rol-daken (linnen) hebben in het algemeen grotere afmetingen. Bij enige proeven werd wel geconstateerd dat het draaiwerk en de vergrendeling van (stalen schuif)daken niet altijd feilloos werkten, vooral niet als de dakbekleding nat was geworden en daardoor enigszins gezwollen. Als een voertuig met een reeds geopend dak op een normale manier (d.w.z. horizontaal en met de wielen naar beneden) te water raakt, slaat het water tijdens of na de crash niet of nauwelijks door het dak naar binnen, althans niet bij snelheden tot 50 km/h.

5. In de praktijk is het mogelijk dat (o.a. door sterke deformatie van het voertuig) geen van de hiervoor genoemde ontsnappingswegen kunnen worden gebruikt. Daarom werd ook onderzocht of het mogelijk is zichzelf te redden door een ruit (vóór- of achterrauit) uit de sponning te drukken. Het bleek dat dit het beste lukte als met de voeten of de schouder in een hoek van de ruit werd begonnen met uitdrukken.

II. Hulp van buitenaf

Het kan voorkomen dat de inzittenden van een te water geraakt voertuig gewond of buiten kennis zijn geraakt óf dat zij om andere redenen niet van de eerder genoemde actieve ontsnappingsmethoden gebruik kunnen maken. Zij zijn dan aangewezen op hulp van buitenaf.

1. Zolang het voertuig nog drijft kan er reeds vaak effectieve hulp worden geboden. Bij de proeven bleek o.a. dat nog drijvende voertuigen zich vrij gemakkelijk lieten verslepen. Het is dus zeker mogelijk met behulp van een sleepkabel een te water geraakt voertuig op de wal-kant te 'verankeren' totdat de inzittenden met andere hulpmiddelen kunnen worden gered.

2. Bij de proeven bleek dat het localiseren van een reeds gezonken voertuig enigszins werd vergemakkelijkt als het grote licht was ontstoken. In de beproefde gevallen bleef de verlichting ook onder water nog enige tijd branden. De binnenverlichting kan de inzittenden eventueel nog helpen bij de oriëntatie in het voertuig.

3. In drie gevallen waarbij het voertuig in normale positie op de bodem tot rust kwam, waren duikers niet in staat de portieren van een gezonken auto open te maken (twee gevallen met een defect geraakt slot of klemmend portier en één geval waarbij de wagen te diep in de modder was gezakt). In de gevallen waarbij het voertuig met het dak op de bodem tot rust was gekomen was het vaak niet zonder meer mogelijk om een portier te openen omdat de wagen te ver in de modder was weggezakt. In de overige gevallen waren de portieren onder water normaal te openen.

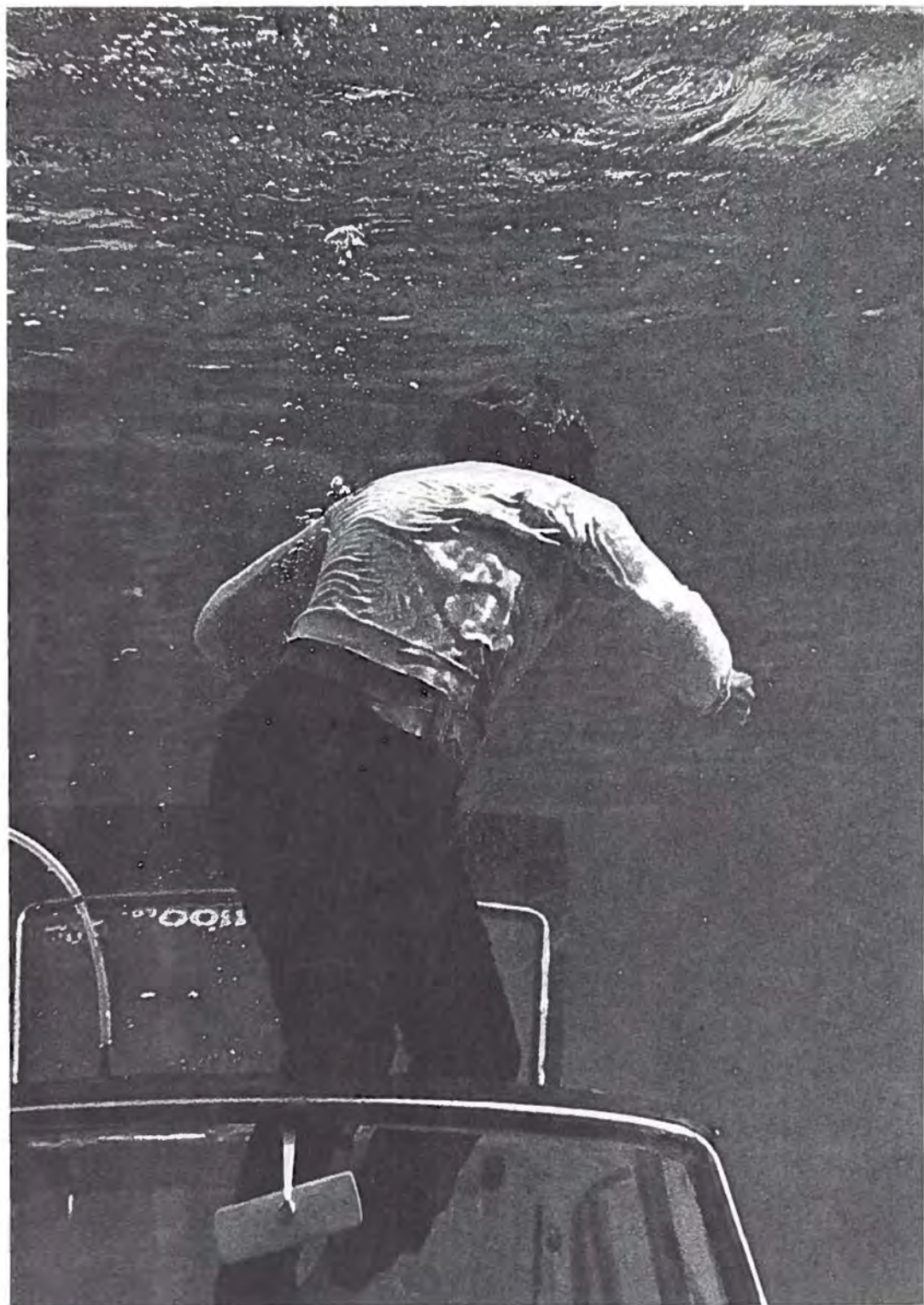
Opmerking: Het is te betreuren dat uit de praktijk blijkt dat veelal ook de door veel weggebruikers gevolgde, vrij zinloze en waarschijnlijk op een misvatting gebaseerde, gewoonte tijdens de rit de portieren van binnenuit te vergrendelen, er de oorzaak van is dat het openen



Afbeelding 26. Ontsnapping via een open portierraam is zowel boven als onder water mogelijk.



Afbeelding 27. Als een achterklep van binnenuit geopend kan worden blijkt hij vaak een goede ontsnappingsweg.



Afbeelding 28 Als alle deuren onder water geblokkeerd zijn of het voertuig te diep in de modder is weggezakt, kan het gezonken voertuig gemakkelijk via het open dak worden verlaten.



Afbeelding 29. Ontsnappen via een open dak zou zelfs kunnen zonder nat te worden.

van deze portieren bij reddingspogingen van buitenaf niet mogelijk is. Het is absoluut onjuist te denken dat het vergrendelen van de portieren beter en dus 'veiliger' zou zijn. Juist in noodgevallen, zoals te water of in brand raken, wordt hulp van buitenaf alleen moeilijker, vooral als geen van de inzittenden deze vergrendeling kan opheffen. Vergrendeling van de portieren heeft dan ook alleen enige zin als beschermingsmaatregel tegen diefstal tijdens parkeren.

4. Als laatste reddingsmethode kan, in de gevallen waarbij geen enkel portier is te openen, worden geprobeerd een van de ruiten in te slaan. Over het inslaan van autoruiten onder water moet beslist niet te licht worden gedacht, want proefpersonen zonder duikapparatuur slaagden er tijdens de proeven niet in een van de ruiten van een personenauto met een krik in te slaan. Zij waren onder water zelfs nauwelijks in staat een slag te maken, terwijl ze bovendien vrij snel in ademnood kwamen. Duikers, met volledige uitrusting, slaagden er na een aantal pogingen uiteindelijk in een ruit met een krik te verbrijzelen.

5. Tenslotte toonden de proeven aan dat er ook met betrekking tot de post-crash fase nog een aantal negatieve punten ten aanzien van het voertuiginterieur zijn op te merken.

Bewegingsvrijheid is voor kansrijke ontsnappingspogingen een belangrijke voorwaarde. Deze bewegingsvrijheid komt erg in het gedrang als losse banken of stoelkussens of in de cabine meegevoerde bagage (op de hoedeplank bijvoorbeeld) in het te water geraakte voertuig rondrijven.

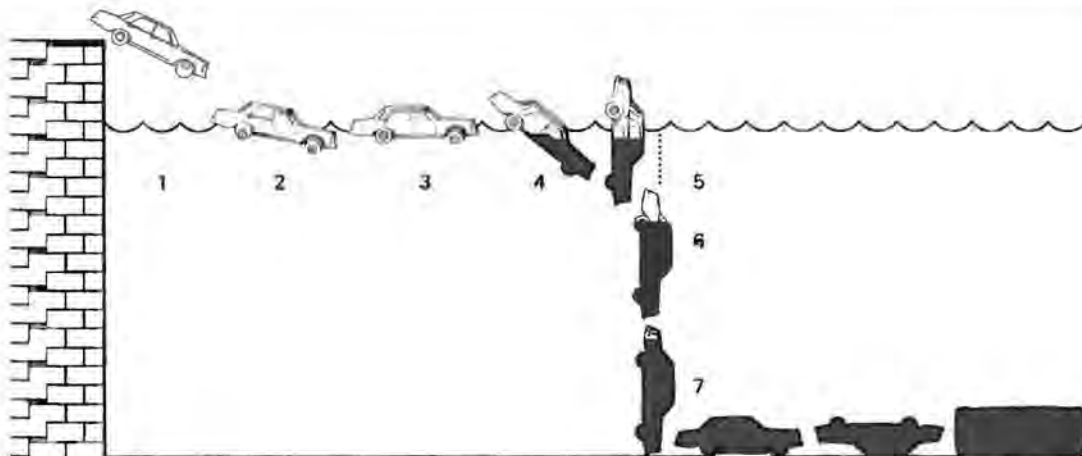
Voor achterbankpassagiers van tweedeursmodellen waren de vergrendelings-hefbomen van de voorstoelleuning vaak erg moeilijk bereikbaar.

Bij wat oudere wagens, met slechte bekleding en schuimrubber kussens, gingen de voorbankleuning door wateropname soms klemmen. In beide gevallen kan de niet-neergeklapte leuning voor de achterbankpassagiers (van tweedeurswagens) een extra handicap vormen. Bij moderne auto's nemen in het algemeen de bekleding en de banken weinig water op.

3. Conclusies, aanbevelingen en discussie

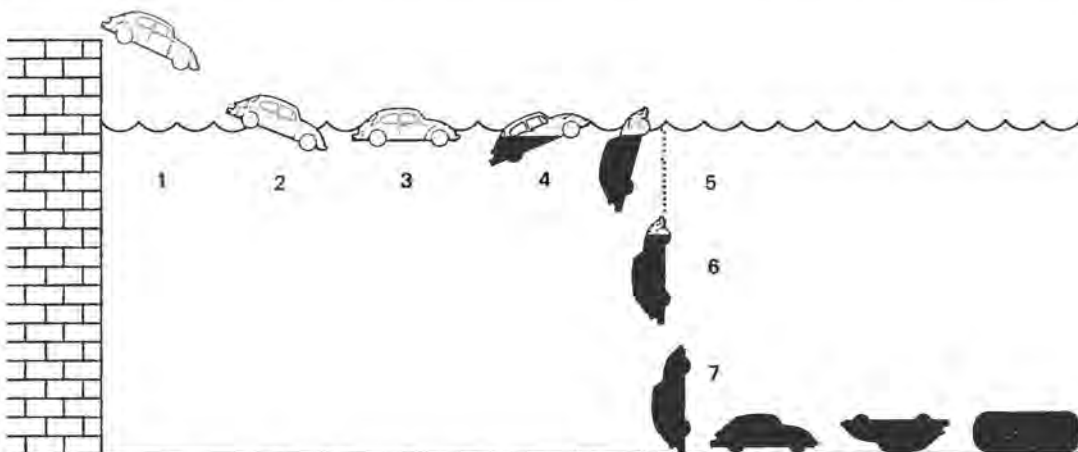
3.1. Conclusies uit het descriptieve en het experimentele onderzoek

1. Met betrekking tot het te water raken van voertuigen is er sprake van een aantal black spots in het wegennet.
2. De fataliteit (verhouding aantal doden/ongevallen) is bij dit type ongeval relatief hoger dan die bij alle verkeersongevallen.
3. Er zijn aanwijzingen dat in de winter meer auto's te water raken dan in de zomer.
4. De fataliteit is 's nachts groter dan overdag.
5. Het nemen van maatregelen ter voorkoming van het te water raken van voertuigen is de meest effectieve methode ter reductie van het aantal doden bij dit type ongeval.
6. Bij een belangrijk percentage dodelijke ongevallen in of door te water geraakte auto's vindt vooraf een botsing plaats met een ander voertuig of obstakel.
7. Bij de botsing met het wateroppervlak treden, ook bij geringe inrijnsnelheden, aanzienlijke vertragingen op.
8. Voor het behoud van reële ontsnappingskansen uit een te water geraakt voertuig is het essentieel dat de inzittende(n) niet gewond of bewusteloos raken bij de botsing met het wateroppervlak (en de eventueel daaraan voorafgaande botsing met een ander voertuig of obstakel).
9. Het (juiste) gebruik van autogordels heeft, ook bij het te water raken van auto's, veelal een gunstig effect op de ernst van de afloop en vergroot dientengevolge de ontsnappingskansen.
10. Voertuigen welke in een (nagenoeg) horizontale stand te water raken, bieden de inzittenden in het algemeen voldoende bescherming.
11. Bij voertuigen die op het dak of op de zijkant te water raken zijn de deformaties van dak en portieren niet onaanzienlijk.
12. Vrijwel alle voertuigen komen na de botsing met het wateroppervlak, onafhankelijk van de wijze van te water raken, weer in de normale stand tot een nagenoeg horizontaal drijvende positie.
13. De drijftijd van te water geraakte voertuigen kan, afhankelijk van de omstandigheden, variëren van enkele seconden tot twee à drie minuten.
14. Bepalend voor de duur van de drijftijd is:
 - a. de onderhoudstoestand van het voertuig (vooral van het (bodem)-plaatwerk),
 - b. de grootte van de deformatie ontstaan door een eventueel voorafgaande botsing;
 - c. de grootte van de deformatie ontstaan door de botsing met het wateroppervlak, bepaald door de snelheid waarmee en de positie waarin het voertuig te water raakt;
 - d. het open (of gebroken) zijn van de ramen;
 - e. mogelijk ook de gewicht/volumeverhouding van het voertuig.
15. Vrijwel alle voertuigen zinken in een verticale stand, voorover of achterover al naar gelang de motor zich voor- of achterin het voertuig bevindt (zie afbeelding 30 en 31).
16. Tijdens het zinken wordt de lucht in het voertuig naar het hoogste gedeelte van de cabine gedreven en verlaat deze tenslotte via de diverse kieren en openingen in het voertuig.
17. Op het moment dat een voertuig (geheel onder water) op de bodem tot rust komt is in dit voertuig vrijwel nooit een luchtbel van enige betekenis aanwezig.
18. Een te water geraakt voertuig dient, liefst nog tijdens het drijven, zo snel mogelijk te worden verlaten.
19. De portieren van een nog drijvend voertuig kunnen, vanwege de snel toenemende waterdruk op de buitenzijde vrijwel nooit worden geopend.
20. Goede ontsnappingswegen zijn voldoende grote portierramen, schuif- of roldaken en de achterklep (mits van binnenuit te openen). Ook kan de voor- of achterraut uit de sponning worden gedrukt (met schouder of voeten beginnen met uitdrukken).
21. Deze ontsnappingswegen zijn ook onder water bruikbaar, met dien verstande dat dan ook de portieren geopend kunnen worden (mits deze intact bleven, en niet geblokkeerd worden door de bodem of zich daarop bevindende obstakels).



Afbeelding 30 - Gedrag van een te water rakend voertuig met de motor *voorin*.

1. Voertuig duikt voorover water in.
2. Voertuig duikt met voorkant onder water.
3. Voertuig keert terug tot horizontale stand, waarin het enige tijd blijft drijven.
4. Voertuig begint vooroverhellend te zinken.
5. Voertuig staat verticaal motor naar beneden; de achtergebleven lucht verplaatst zich naar achter in de cabine.
6. Tijdens het voorover zinken wordt de achtergebleven lucht via de kofferruimte en ventilatiegleuven naar buiten geperst.
7. Er zijn globaal gezien vier ruststanden op de bodem mogelijk: op de neus, op de wielen, op het dak of op een zijkant. Combinaties zijn niet uitgesloten. Alle lucht is in deze eindtoestand(en) vrijwel altijd verdwenen.



Afbeelding 31 - Gedrag van een te water rakend voertuig met de motor *achterin*.

1. Voertuig duikt voorover het water in.
2. Voertuig duikt met voorkant onder water.
3. Voertuig keert terug tot horizontale stand, waarin het enige tijd blijft drijven.
4. Voertuig begint achteroverhellend te zinken.
5. Voertuig staat verticaal, motor naar beneden; de achtergebleven lucht verplaatst zich naar voor in de cabine.
6. Tijdens het achterover zinken wordt de achtergebleven lucht via de kofferruimte en diverse openingen onder het dashboard naar buiten geperst.
7. Er zijn globaal gezien vier ruststanden op de bodem mogelijk: op de achterzijde, op de wielen, op het dak of op een zijkant. Combinaties zijn niet uitgesloten. Alle lucht is in deze eindtoestand(en) vrijwel altijd verdwenen.

22. Ontstoken binnen- en buitenverlichting (groot licht) bevordert de oriëntatie in en de localisatie van een gezonken voertuig.
23. Losse banken, stoelkussens en bagage in de cabine kunnen de ontsnappingspogingen belemmeren.
24. Vooral bij oudere voertuigen kunnen voorbankleuningen door wateropname klemmen. Ook kan een natgeworden dakbekleding het openen van schuifdaken bemoeilijken.
25. Vergrendelingshefbomen voor de voorstoelleuningen zijn voor achterbankpassagiers vaak moeilijk bereikbaar.
26. Autoruiten kunnen onder water niet of nauwelijks van buitenaf worden verbrijzeld (wel door duikers, maar zelfs dan niet zonder grote moeite).

3.2. Aanbevelingen

Op grond van de voorafgaande conclusies zijn een aantal aanbevelingen op te stellen die in feite drie terreinen bestrijken. Er zijn aanbevelingen die betrekking hebben op de (weg)situatie, ten tweede die welke betrekking hebben op het voertuig en tenslotte die welke betrekking hebben op (het gedrag van) de inzittenden.

Betreffende de (weg)situatie

Aanbevelingen met betrekking tot de (weg)situatie liggen voornamelijk op het gebied van de wegbeheerder en houden verband met het voorkómen van ongevallen. Uit de eerste vijf conclusies en uit het feit dat ongeveer de helft van de Nederlandse bevolking niet of nauwelijks kan zwemmen, kunnen de volgende aanbevelingen met betrekking tot de preventie worden opgesteld:

1. Een doeltreffende maatregel ter reductie van het aantal slachtoffers bij het te water raken van voertuigen, vooral als er sprake is van een black spot, is het aanbrengen van een goede (zij)-bermbeveiligingsconstructie (zie afbeeldingen 32 en 33).
2. Maatregelen ter (mogelijke) verbetering van het wegdek, de lay-out, de belijning en bebakening van de weg, en het aanbrengen of verbeteren van openbare verlichting kunnen ook hier de veiligheid van het verkeer vergroten.

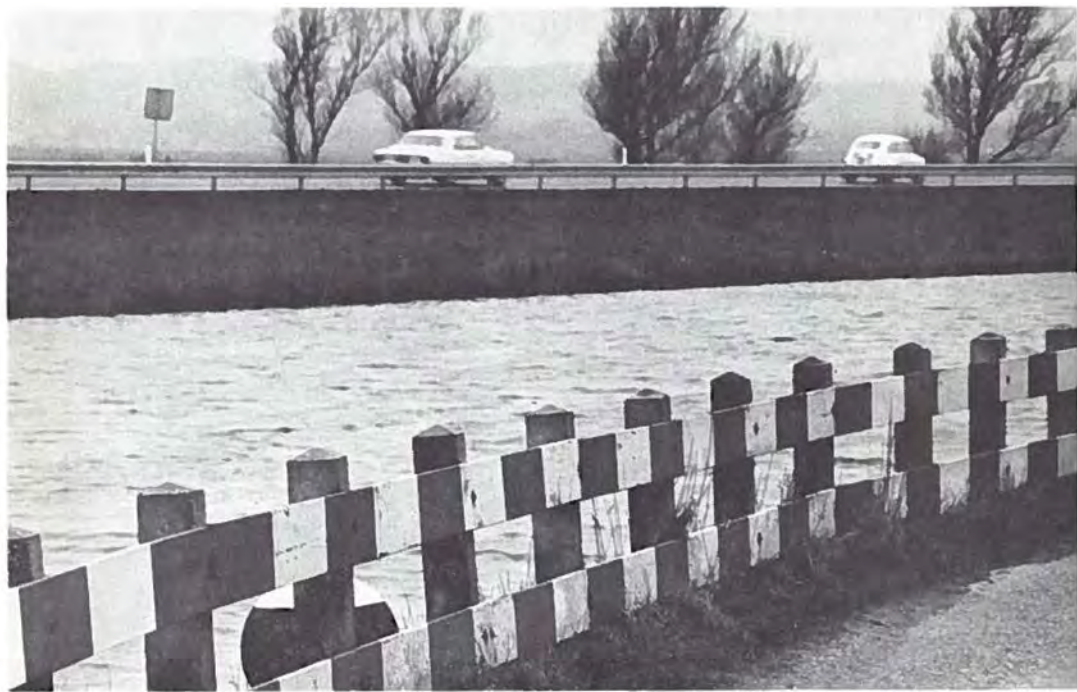
Betreffende het voertuig

Aanbevelingen ten aanzien van de voertuigconstructie liggen veelal op het gebied van de automobielfabrikant voor de uitvoering en op dat van de wetgever voor de voorschriften en de controle daarop. Maar ook de automobilist zelf kan zijn kansen en mogelijkheden bij het ontsnappen uit een te water geraakt voertuig vergroten door bij aankoop en onderhoud op de volgende punten te letten.

1. Het voertuig dient zodanig geconstrueerd te zijn dat het tijdens een botsing (met het wateroppervlak of met een ander voertuig of obstakel) voldoende bescherming biedt aan de inzittenden.
 - a. Dit houdt in dat vóór- en achterzijde onder opname van de (botsings)energie mogen deformeren, maar dat de cabine onder alle omstandigheden intact moet blijven, terwijl de mogelijke 'vluchtwegen' (portierramen, schuif- of roldak, achterklep en eventueel de portieren) ook na de botsing nog kunnen functioneren. De meeste moderne auto's met de zogenaamde kooiconstructie voldoen aan deze eis.
 - b. Bij voertuigen met een (te) zwak of linnen dak is (het aanbrengen van) een versteviging van de dakconstructie gewenst.
2. Het gebruik van autogordels heeft, ook bij het te water raken, een veelal gunstig effect op de ernst van de afloop.
 - a. Zij dienen dan ook in ieder voertuig aanwezig te zijn.
 - b. Zij dienen tevens hun oorspronkelijke (goede) eigenschappen en werking te behouden,



Afbeelding 32. De preventieve werking is hier niet groot.



Afbeelding 33. De juiste (stalen) constructie zal het aantal te water geraakte voertuigen drastisch kunnen beperken.

ook wanneer zij onder spanning staan of nat zijn. Dit geldt in het bijzonder voor de sluiting. c. Het grote aantal typen sluitingen dat op de markt is, veelal met verschillende sluitings- en bedieningsystemen, kan het uitvoeren van (zelf)reddingspogingen ernstig bemoeilijken. Het verdient dan ook aanbeveling dat autogordels worden voorzien van een uniforme sluiting, die ook door anderen gemakkelijk kan worden geopend.

3. Voor het letselvrij doorkomen van de botsing(en) is eveneens van belang dat zich in de cabine geen uitstekende delen bevinden. Een energie-absorberende stuurkolom, verzonken of flexibele portierkrukken en bedieningsknoppen, en een energie-absorberende bekleding van het dashboard kunnen de kans op (ernstig) letsel verminderen.

4. Het voertuig dient een zo'n groot mogelijk drijfvermogen te hebben. Het moet dan ook zo goed mogelijk waterdicht zijn.

a. Vooral het (bodem)plaatwerk en de diverse sponningrubbers dienen daartoe in goede staat te zijn.

b. Enkele detailpunten, zoals bijvoorbeeld de doorvoeropeningen van de bedieningskabels en pedalen en de eventuele openingen ten behoeve van het luchtcirculatiesysteem, verdienen wat betreft de waterdichtheid meer aandacht dan tot nu toe.

5. De meeste huidige voertuigen bezitten wel één of meer in principe goed te gebruiken ontsnappingsmogelijkheden.

a. De vaak (te) geringe afmetingen van portierramen en (schuif)daken of de onmogelijkheid ze te openen kunnen een belemmering vormen voor het gebruik ervan in noodsituaties.

b. Een uitstekende ontsnappingsweg is eenvoudig en goedkoop te realiseren door ervoor te zorgen dat een reeds aanwezige achterklep ook van binnenuit te openen is.

6. Het is tenslotte van groot belang voldoende bewegingsvrijheid ter beschikking te hebben in een te water geraakte en/of gezonken auto.

a. Losse of loszittende voorwerpen (stoelen, kussens) in een cabine – toch al gevaarlijk bij een botsing – kunnen de ontsnappingspogingen belemmeren.

b. Bekleding van het voertuiginterieur, en vooral die van de stoelen, mag geen of weinig water kunnen opnemen.

c. Voorbankleuningen moeten door de (eventuele) achterbankpassagiers gemakkelijk kunnen worden ontgrendeld.

Betreffende (het gedrag van) de inzittenden

Teneinde bij het geconstateerde gedrag van te water geraakte voertuigen de meeste overlevingskansen te hebben, dienen een aantal (gedrags)regels te worden opgevolgd. Er zijn drie groepen te onderscheiden, te weten: die betreffende preventie, zelfredding, en redding door anderen.

1. Ook hier is voorkomen beter dan genezen. Uit preventief oogpunt zijn dan ook de volgende punten van belang.

a. Gebruik altijd autogordels (dus ook als langs het water wordt gereden). Overtuig u tevens hoe ze moeten losgemaakt.

b. Vergrendel de portieren nooit. Het portier wordt daarmee niet 'beter' of 'veiliger' gesloten. Van binnenuit vergrendelde portieren maken hulp van buitenaf praktisch onmogelijk.

c. Overtuig u voor de rit welke ontsnappingsmogelijkheden het voertuig biedt (portierramen, schuif- of roldak, achterklep of noodluik (autobus) en ga na hoe ze moeten worden bediend.

d. Het kunnen zwemmen is uiteraard essentieel voor het slagen van bijna iedere (zelf)reddingspoging.

2. Is men zelf inzittende van een te water geraakt voertuig dan moet het volgende worden gedaan:

a. Maak direct na de botsing met het wateroppervlak de gordel(s) los.

b. Begin onmiddellijk de ontsnapping voor te bereiden door de portierramen (als ze tenminste groot genoeg zijn om er door te kunnen ontsnappen) en/of het dak of de achterklep te openen. (Hiermee niet wachten tot voertuig gezonken is!) Het is veelal reeds mogelijk het voertuig via een van de genoemde ontsnappingswegen te verlaten, terwijl het nog drijft. Neveneffecten van dit snel openen van één van de genoemde vluchtwegen zijn: de kans dat het dak naar

binnen wordt gedrukt wordt zeer gering, en de verticale stand van het voertuig bij het zinken zal korter duren.

c. Het is tijdens het zinken soms nog mogelijk adem te halen in het hoogste gedeelte van de cabine.

d. Ontsteek de binnen- en buitenverlichting (groot licht) van het voertuig. Dit zal de oriëntatie in en de localisatie van het gezonken voertuig vergroten.

e. Als het voertuig op de bodem tot rust is gekomen, is vrijwel altijd alle lucht verdwenen. Het portier kan dan meestal wel worden geopend. Mocht dit, om wat voor reden dan ook, niet het geval zijn, dan moet het voertuig zo snel mogelijk worden verlaten via open portierraam, dak of achterklep.

f. Als het voertuig zo ernstig beschadigd is dat geen van de tot nu toe besproken ontsnappingswegen zijn te benutten, moet worden geprobeerd de voor- of achterrauit uit de sponning te drukken. De beste manier is met voeten of schouder in een hoek beginnen te drukken.

g. Bij de hiervoor genoemde regels werd nog geen rekening gehouden met het feit dat er meerdere inzittenden kunnen zijn. Indien het voertuig kan worden verlaten, terwijl de andere inzittenden nog niet zijn ontsnapt, moet wel worden bedacht, dat een drijvend of zinkend voertuig in een zeer labiele toestand verkeert en reeds door een geringe beweging kan kantelen. Is dit laatste het geval, dan nemen de ontsnappingskansen voor de achterblijvers af. De medepassagiers kunnen worden geholpen door de gebruikte ontsnappingsweg aan te geven, onder meer door hen de (helpende) hand te bieden.

h. Controleer of er nog iemand wordt vermist!

3. Inzittenden van een te water geraakt voertuig zijn door diverse omstandigheden (verwondingen, e.d.) vaak niet bij machte zichzelf uit het voertuig te bevrijden. Wordt men met een dergelijk ongeval geconfronteerd, dan kan mogelijk effectieve hulp worden geboden als met het volgende rekening wordt gehouden.

a. Een nog drijvend voertuig kan gemakkelijk naar de kant worden gesleept (bijvoorbeeld met een sleepkabel). Eventueel kan het te water geraakte voertuig daarna 'verankerd' worden waardoor het langer zal kunnen blijven drijven. Mocht het voertuig desondanks zinken dan kan het met behulp van de aangebracht kabel wellicht in een gunstiger positie worden getrokken.

b. Een gezonken voertuig is vaak moeilijk terug te vinden. Markering van de plaats waar het voertuig zonk kan een houvast geven bij de localisatie door duikers.

c. Het is mogelijk dat de inzittenden het gezonken voertuig niet tijdig konden verlaten en dat bij inspectie onder water blijkt dat geen enkele mogelijkheid bestaat het voertuig waar dan ook te openen. Het verbrijzelen van één van de ruiten zou dan een laatste mogelijkheid kunnen zijn. Autoruiten bieden echter flinke 'weerstand', vooral panoramische ruiten zijn zelfs met een autokrik moeilijk in te slaan.

3.3. Discussie

Zowel de resultaten van het beschrijvende onderzoek, als die van het experimentele onderzoek leidden tot een aantal conclusies. Op deze conclusies werd een aantal aanbevelingen gebaseerd. Met de rapportage van deze conclusies en aanbevelingen zou het onderzoek als afgesloten kunnen worden beschouwd.

Teneinde het echter mogelijk te maken ten aanzien van deze conclusies en aanbevelingen nog enkele kanttekeningen te plaatsen, is een discussie toegevoegd. Deze betreft de volgende vragen:

1. Wat zal in de praktijk het te verwachten rendement zijn van de aanbevelingen, met andere woorden hoeveel inzittenden van te water geraakte voertuigen zullen zich eventueel dankzij de aanbevelingen kunnen redden?

2. Hoe staat het met de representativiteit van het onderzoek ten opzichte van de werkelijkheid, met andere woorden, zijn er veel gevallen te verwachten die niet door het onderzoek werden bestreken?

3. Op welke terreinen zou verder onderzoek nog tot verbetering kunnen leiden en in hoeverre zijn deze eventuele verbeteringen ook in economisch opzicht te realiseren?

1. Bepaling van het rendement, uitgedrukt in vermindering van het aantal slachtoffers, blijft, zeker bij het betreffende onderzoekgebied, altijd een onzekere en welhaast onmogelijke zaak. Willen gedragsregels zo veel mogelijk effect sorteren dan dienen zij o.a. aan de volgende voorwaarden te voldoen: zij moeten eenvoudig zijn, eenduidig en beknopt. Bij nadere beschouwing van de in dit rapport vermelde gedragsregels blijkt dat, hoewel aan de voorwaarden betreffende eenvoud en eenduidigheid zo veel mogelijk is voldaan, het niet was te voorkomen dat de aanbevelingen vrij omvangrijk werden. Dit is niet verwonderlijk als men bedenkt dat het te water raken van een voertuig nu eenmaal een vaak gecompliceerde gebeurtenis is. Daarbij komt nog dat altijd de mogelijkheid blijft bestaan dat in sommige gevallen de plaatselijke omstandigheden zo'n overheersende rol spelen dat zelfs nauwkeurig handelen volgens de vermelde gedragsregels niet tot een succesvolle ontsnapping zal leiden. Bovendien zal een bij een (aan het te water raken voorafgaande) botsing gewond of buiten kennis geraakte inzittende zelfs aan de beste ontsnappingsregels weinig hebben.

2. Het was niet mogelijk in een beperkt programma van ongeveer 50 proeven alle mogelijke praktijksituaties te simuleren en alle mogelijke factoren op hun invloed afzonderlijk te onderzoeken. Bijvoorbeeld: de vertragingmetingen mogen (als gevolg van de beperkte nauwkeurigheid van de gebruikte apparatuur en gevolgde methode) niet als exacte bewegingsanalyses beschouwd worden. Dit laatste was dan ook niet de opzet. De orde van grootte en werkduur van de vertraging, optredend bij de botsing met het wateroppervlak, werd reeds overtuigend genoeg geacht om het gebruiken van autogordels aan te bevelen (uiteraard dient dit motief naast de reeds bekende argumenten pro gordelgebruik te worden gesteld).

Hoewel bij een aantal inrijproeven wel proefpersonen in het voertuig zaten, is het toch onzeker hoe dicht de realiteit hierbij werd benaderd. Proefpersonen (zoals bij de bedoelde proeven ingezet) kunnen wel de (technische) mogelijkheden ten aanzien van de ontsnappingsmethoden nagaan en testen, maar het gedrag van echte inzittenden van te water geraakte voertuigen niet of slechts ten dele imiteren. Hoe deze personen onder diverse omstandigheden en in paniektoestand zullen reageren is uiteraard niet na te gaan.

3. Wil het aantal slachtoffers ten gevolge van te water rijden belangrijk kunnen worden verminderd, dan zal daarom het accent vooral moeten liggen op de (algemene) preventie. Dit is uiteraard voornamelijk een economische kwestie. Ook bij preventie in de vorm van verbeteringen aan het voertuig zullen economische motieven een belangrijke rol spelen. Aangezien relatief gezien, vooral buiten Nederland, weinig voertuigen te water raken, zal de auto-industrie weinig geneigd zijn verbeteringen te realiseren die slechts tot hun recht komen bij te water raken. Vooral niet als deze verbeteringen een belangrijke prijsverhogende invloed zouden hebben. Bovendien zullen vele autokopers deze meerprijs niet graag betalen daar zij, in verband met de geringe kans om te water te raken, ervan overtuigd zijn dat (juist) zij geen nuttig effect van hun investering zullen hebben.

Er zijn echter verbeteringen mogelijk die maar een gering bedrag vergen, zoals een (ook) van binnenuit te openen achterklep en een op eenvoudige wijze uit de sponning te lichten voor- of achterruit.

Verbeteringen die hoge investeringen vergen zullen wellicht eerder geaccepteerd worden als zij ook het rijcomfort verhogen of ook bij andere typen ongevallen de letselskans verkleinen en de overlevingskans vergroten. Voorwaarde bij ontwikkeling van nieuwe veiligheidsvoorzieningen is dat bij toepassing ervan geen nieuwe risico's mogen worden geïntroduceerd. Evenmin mogen de nieuw ontwikkelde veiligheidsvoorzieningen in strijd zijn met de reeds bestaande veiligheidsisen.

Appendix

Overzicht van de dynamische inrijproeven

Overzicht van de dynamische inrijproeven

Proefnummer	Datum	Model	Type	Gewicht (kg)	Voorspanning				Drukvervalsing				Bijzondere				Prestatie			
					H	E	O	G	S	Schuif		Tol Vuur		V	A	G	P	R	D	d
										O	G	O	G							
1	11/7	Volkswagen 1200	personenauto	800 kg														2		
2	18/7	Renault Dauphine	personenauto	875 kg																
3	18/7	Volkswagen 1200	personenauto	800 kg																
4	18/7	Renault Dauphine	personenauto	875 kg														1		
5	18/7	Ford Anglia	personenauto	799 kg																
6	19/7	Opel Rekord	personenauto	925 kg														1		
7	20/7	Renault Dauphine	personenauto	875 kg																
8	20/7	Renault Dauphine	personenauto	875 kg																
9	20/7	Renault Dauphine	personenauto	875 kg																
10	20/7	Opel Corvair	personenauto	875 kg																
11	23/8	Opel Rekord 1200	personenauto	925 kg																achterklep
12	23/8	Opel Rekord 1200	personenauto	925 kg																
13	23/8	Opel Rekord 1200	personenauto	925 kg																
15	4/7	Ford Zephyr	personenauto	1225 kg														2		
16	4/7	Renault Dauphine	personenauto	875 kg																
17	17/7	Opel Rekord	personenauto	1350 kg																
18	11/7	Opel Rekord 2.5	personenauto	1050 kg														2		
19	16/7	Fiat 600	personenauto	600 kg														1		
20	16/7	Opel Rekord 1200	personenauto	925 kg														2		achterklep
21	17/7	Opel Rekord 1200	personenauto	925 kg														1		
22	21/7	Opel Rekord	personenauto	975 kg																
22A	30/7	Opel Rekord	personenauto	925 kg																achterklep
23	21/7	Ford Transit 1.6M	personenauto	900 kg														1		
24	30/7	Renault	personenauto	725 kg																
25	30/7	Volkswagen	personenauto	800 kg																
26	31/7	Opel	personenauto	875 kg																
27	30/7	Volkswagen	personenauto	800 kg																
28	31/7	Fiat 500	personenauto	775 kg																
29	1/7	Mercedes	personenauto	1250 kg																
30	7/8	Opel Corsa	personenauto	875 kg														2		achterklep
31	7/8	Ford Transit 1.7M	personenauto	975 kg														2		achterklep
32	12/8	Ford Transit 1.7M	personenauto	975 kg														2		achterklep
34	2/8	Opel Corvair	personenauto	975 kg																achterklep
35	2/8	Volkswagen	personenauto	800 kg																
36	2/8	Opel Rekord 1200	personenauto	925 kg																
37	2/8	Opel Rekord 1200	personenauto	925 kg																
38	5/9	Fiat Sunroof	personenauto	475 kg																
39	5/9	Opel Rekord	personenauto	1350 kg																
40	5/9	Opel	personenauto	875 kg																
41	14/10	Volkswagen	personenauto	800 kg																
42	14/10	Volkswagen 1200	personenauto	800 kg																
43	22/10	Volkswagen 1200	personenauto	800 kg																
44	22/10	Fiat	personenauto	675 kg																
45	22/10	Opel Rekord	personenauto	925 kg																

P ¹⁰ nom ¹⁰⁰	T ¹⁰⁰ ind voertuig voor de proef	lon hoek	Inry ¹⁰⁰ ind	Wak ¹⁰⁰ ind	P ¹⁰⁰ k			D ¹⁰⁰ ind	W ¹⁰⁰ v en r ¹⁰⁰ en		Lactatie en w ¹⁰⁰ en		μ overheid
					Bg ¹⁰⁰ m ¹⁰⁰ % kroppervlak	D ¹⁰⁰ ind	Op de b ¹⁰⁰ ind		V ¹⁰⁰ v ¹⁰⁰	Achterw ¹⁰⁰	Ja	Noo	
1	plaatw ¹⁰⁰ v ¹⁰⁰ v ¹⁰⁰ slecht	90°	35 km/h	85 cm	normaal (sta voorover)	horizontaal	normaal	10 sec	•		•		
2	m ¹⁰⁰ g e staal	15°	45 km/h	85 cm	normaal (sta voorover)	horizontaal	normaal	10 sec	•		•		
3	slac hie ¹⁰⁰ staal	90°	57 km/h	85 cm	normaal (sta voorover)	horizontaal	normaal	17 sec	•		•		
4	bodem ¹⁰⁰ plaatwerk slecht	90°	75 km/h	85 cm	vrijwel horizontaal	horizontaal	normaal	32 sec	•		•		
5	zsl de	90°	76 km/h	85 cm	vrijwel horizontaal	horizontaal	normaal	50 sec	•		•		
6	redelijke staal	90°	76 km/h	85 cm	vrijwel horizontaal	horizontaal	normaal	60 sec	•		•		
7	redelijke staal, bodem slecht	90°	52 km/h	85 cm	normaal (sta voorover)	horizontaal	normaal	120 sec	•		•		
8	redelijke staal	90°	64 km/h	85 cm	normaal (sta voorover)	horizontaal	normaal	90 sec	•		•		
9	plaatwerk slecht	90°	83 km/h	85 cm	30° (voorover)	op dak in w ¹⁰⁰ er o ¹⁰⁰ er de koo	op dak	15 sec	•	21 m ¹⁰⁰ v ¹⁰⁰ v ¹⁰⁰ v ¹⁰⁰	•		
10	redelijke staal	90°	75 km/h	90 cm	normaal (sta voorover)	horizontaal	normaal	110 sec	•		•		
11	redelijk tot slechte staal	90°	48 km/h	85 cm	45° (voorover)	vrijwel horizontaal	normaal	37 sec	•		•	3 cm onder dak	
12	goede staal	90°	55 km/h	90 cm	45° (voorover)	horizontaal	normaal	75 sec	•		•	3 cm onder dak	
13	goede staal	90°	64 km/h	90 cm	30° (voorover)	horizontaal	normaal	110 sec	•		•	3 cm onder dak	
15	redelijke staal	90°	35 km/h	35 cm	45° (voorover)	zwaar verticaal	45°, 1 m in mod ¹⁰⁰ er	20 sec	•	verticaal	•		
16	goede staal	90°	90 km/h	35 cm	vrijwel verticaal	horizontaal	achtelater in mod ¹⁰⁰ er	50 sec	•		•		
17	goede staal	90°	85 km/h	200 cm	normaal (sta voorover)	horizontaal	op dak	180 sec	•		•		
18	bodem slecht	90°	80 km/h	200 cm	vrijwel horizontaal	horizontaal	verticaal	40 sec	•		•		
19	zwaar slechte staal	90°	60 km/h	200 cm	normaal (sta voorover)	vrijwel horizontaal, dan o ¹⁰⁰ er over	achtelater in mod ¹⁰⁰ er	70 sec	•		•		
20	redelijke staal	90°	80 km/h	200 cm	vrijwel horizontaal	horizontaal	verticaal	120 sec	•		•		
21	goede staal	90°	80 km/h	200 cm	vrijwel horizontaal	horizontaal	op dak	80 sec	•		•		
22	te ruiter stuk	90°	90 km/h	200 cm	vrijwel horizontaal	horizontaal		115 sec	•		•		
22A	redelijke staal	90°	90 km/h	200 cm	vrijwel horizontaal	horizontaal		40 sec	•		•		
23	redelijke staal	aan kraan		200 cm	horizontaal	horizontaal		50 sec	•		•		
24	bodem slecht	90°	48 km/h	290 cm	45° (voorover)	horizontaal	normaal	110 sec	•		•		
25	goed staal	90°	90 km/h	200 cm	vrijwel horizontaal	horizontaal	op dak	62 sec	•		•		
26	goed staal	45°	28 km/h	200 cm	vrijwel verticaal	horizontaal		90 sec	•		•		
27	goede staal	90°	77 km/h	200 cm	vrijwel verticaal	horizontaal	op dak	73 sec	•		•		
28	slecht staal	45°	40 km/h	200 cm	voortover	horizontaal	op dak	43 sec	•		•		
29	goed staal	45°	30 km/h	200 cm	verticaal	horizontaal	op dak	81 sec	•		•		
30	goede staal	90°	75 km/h	220 cm	normaal (sta voorover)	horizontaal	achtelater in mod ¹⁰⁰ er	60 sec	•		•		
31	redelijke staal	90°	80 km/h	220 cm	normaal (sta voorover)	horizontaal	normaal (over h ¹⁰⁰ erend op de b ¹⁰⁰ ind voorover)	85 sec	•		•		
32	bodem slecht	90°	75 km/h	200 cm	normaal (sta voorover)	horizontaal	normaal (over h ¹⁰⁰ erend op de b ¹⁰⁰ ind voorover)	55 sec	•		•		
34	goede staal	90°	65 km/h	220 cm	normaal (sta voorover)	horizontaal	op dak	85 sec	•		•		
35	redelijke staal, licht roed l ¹⁰⁰ k	90°	75 km/h	220 cm	vrijwel verticaal	horizontaal		115 sec	•	•	•		
36	redelijke staal	90°	70 km/h	220 cm	vrijwel verticaal (voorover)	horizontaal	normaal	40 sec	•		•		
37	redelijke staal, bodem slecht	90°	80 km/h	220 cm	verticaal (voorover)	verticaal	voorover in mod ¹⁰⁰ er	13 sec	•		•		
38	redelijke staal	90°	90 km/h	300 cm	vrijwel verticaal	normaal (sta voorover)	achtelater in mod ¹⁰⁰ er	14 sec	•		•		
39	redelijke staal	90°	75 km/h	300 cm	op dak	even horizontaal	vrijwel verticaal	8 sec	•		•		
40	goede staal	90°	70 km/h	300 cm	op dak	zwaar verticaal	voorover in mod ¹⁰⁰ er	5 sec	•		•		
41	goede staal	90°	80 km/h	350 cm	normaal (sta voorover)	horizontaal	normaal	80 sec	•		•		
42	redelijke staal	90°	90 km/h	350 cm	normaal (sta voorover)	horizontaal		60 sec	•		•		
43	goede staal	90°	80 km/h	350 cm	op dak	even horizontaal		25 sec	•		•		
44	goede staal	90°	80 km/h	350 cm	op dak	normaal (sta voorover)		2 sec	•		•		
45	goede staal	90°	90 km/h	350 cm	vrijwel verticaal (voorover)	horizontaal		80 sec	•		•		

Ontwerp omslag en layout: Cees van Dorland, Balsall Common, Engeland

Illustraties: Harry Stam, Egmond aan Zee

Foto's: G. B. Heuvelman, Stichting Film en Wetenschap (J. M. Harmsen), SWOV (A. A. Vis)

Druk: Drukkerij Meijer n.v., Wormerveer