

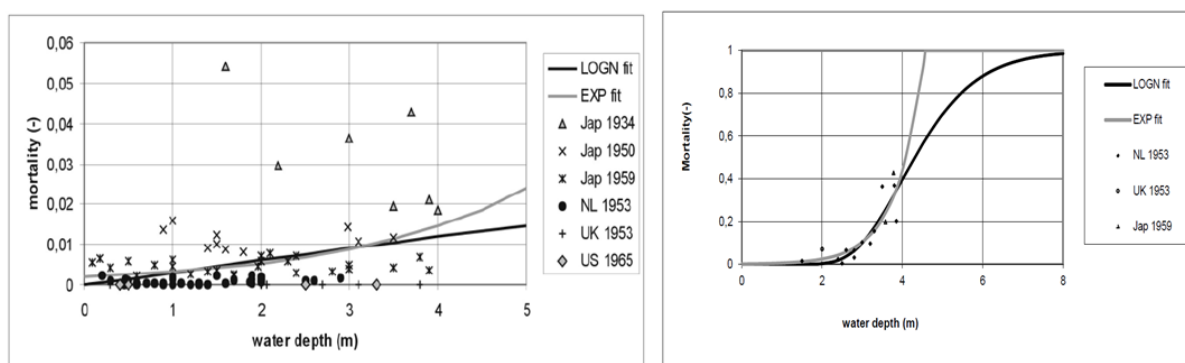


# memo

## Aanpassing slachtofferfunctie buitendijkse gebieden

In de nieuw ter beschikking gestelde schade- en slachtoffermodule 2017 is de slachtofferfunctie voor buitendijkse gebieden gewijzigd. In deze memo wordt de aanpassing toegelicht.

De slachtofferfuncties die voor het berekenen van het aantal slachtoffers bij Veiligheid Nederland in Kaart (VНК2) zijn gehanteerd en binnen het Deltaprogramma zijn gebruikt voor bij het afleiden van de huidige waterveiligheidsnormen, zijn afgeleid door Jonkman (2007) en aangepast door Maaskant en anderen (2009). De functies zijn gebaseerd op overstromingen in het verleden waarvan de watersnoodramp in 1953 de meest relevante is.



Figuur 1: Slachtofferfuncties Jonkman in zones met langzaam (links) en snel (rechts) stijgend water (LOGN fit)<sup>1</sup>

De overlijdenskans als gevolg van een overstroming is een functie van de waterdiepte, stijgsnelheden de stroomsnelheid. Ook bij zeer beperkte waterdiepten zijn gevallen gerapporteerd dat er dodelijke slachtoffers zijn gevallen. Vaak gaat het dan om snelstromend en/of snel stijgend water. Snelstromend water komt in Nederland nagenoeg niet voor (zie verderop).

Vanwege de hoge ligging is de waterdiepte in (bewoonde) buitendijkse gebieden meestal beperkt. Ook zijn overstromingen daar goed voorspelbaar, omdat in de meeste gebieden geen voorliggende kering aanwezig is<sup>2</sup>. Daarmee is het verassingseffect nihil. In combinatie met een lage stroomsnelheid (en

<sup>1</sup> In de bijlage is een figuur opgenomen waarbij de slachtofferfunctie bij tussenliggende stijgsnelheden is weergegeven (overigens ook rechtsboven in figuur 2 klein weergegeven).

<sup>2</sup> Er zijn ook buitendijkse gebieden die door een (regionale) waterkering worden beschermd. Voor die gebieden geldt geen aangepaste slachtofferfunctie: zie verderop.

stijgsnelheid) is de kans op slachtoffers in de buitendijkse gebieden haast verwaarloosbaar (ENW 2015a). De huidige slachtofferfunctie is niet geijkt voor gebruik in dergelijke gebieden met zeer beperkte waterdiepte en leidt tot onbetrouwbare uitkomsten (ENW 2015b). Zelfs bij waterdiepten van enkele cm's wordt nog altijd een - weliswaar zeer kleine - overlijdenskans berekend<sup>3</sup>.

Dat de huidige functies onvoldoende valide is voor gebruik bij de buitendijkse gebieden wil niet zeggen dat een overstroming hier niet gevaarlijk zou zijn en er helemaal geen slachtoffers kunnen vallen: met name ondergrondse ruimten zoals kelders en parkeergarages zijn zeker risicovol, net als zones met snel stromend water. Ook zijn ongelukken voorstelbaar als gevolg van:

- verminderde oriëntatie: denk aan bijvoorbeeld ontbrekende (riool)putdeksels of aan watergangen/kades die niet meer zichtbaar zijn;
- elektrocutie of
- 'fatal behaviour' (ramptoerisme of nog even de auto willen wegzetten).

Daarbij zijn doden niet geheel uit te sluiten. Dat zijn allemaal belangrijke aandachtspunten voor de rampenplannen van de veiligheidsregio's, maar niet iets waarop slachtofferfuncties moeten worden geijkt.

#### Drempelwaarde

Tot welke waterdiepte zijn de huidige slachtofferfuncties onvoldoende geijkt voor gebruik bij buitendijkse gebieden? Uit de proeven blijkt dat er bij sneller stromend water al bij geringe diepte mensen onderuit kunnen gaan [Jonkman 2008]. In de onderstaande (linker)figuur uit genoemd artikel is weergegeven bij welke waterdiepte / stroomsnelheid combinaties mensen hun evenwicht verliezen en niet meer stabiel door water heen kunnen bewegen:

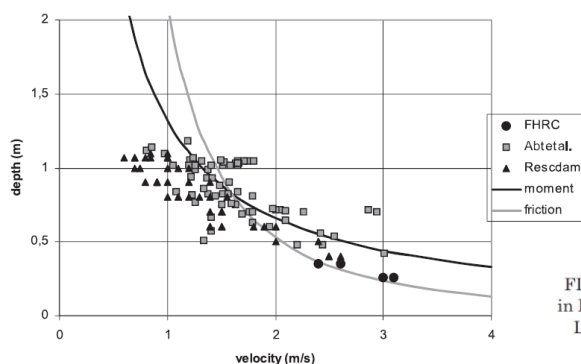


FIGURE 7. Observed Depth-Velocity Combinations That Resulted in Instability for Three Available Experiment Series and Theoretical Lines for Moment and Friction Instability [person  $m = 68.25$  kg;  $L = 1.70$  m;  $C_M = 0.16$  m<sup>2</sup>/(s<sup>2</sup>kg<sup>0.5</sup>);  $C_F = 0.031$  m<sup>3</sup>/(s<sup>2</sup>kg)].

Figuur 1: Waterdiepte / stroomsnelheid combinaties waarbij mensen hun evenwicht verliezen en niet meer stabiel door water heen kunnen bewegen

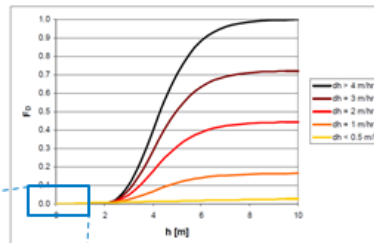
Uit deze figuur blijkt dat bij waterdiepten tot 0,5 meter mensen pas onderuit kunnen gaan vanaf stroomsnelheden van 2 m/s en hoger. Aangezien dergelijke snelheden in Nederland nauwelijks voorkomen (in buitendijkse gebieden is de stroomsnelheid bijna altijd laag), lijkt 0,5 meter een veilige drempelwaarde. Deze

<sup>3</sup> Voor een gebied dat jaarlijks met ca. 10 cm overstroomt, resulteert dat volgens HIS-SSM berekeningen in een vrij hoog overlijdensrisico, namelijk groter dan 1/10.000 per jaar.

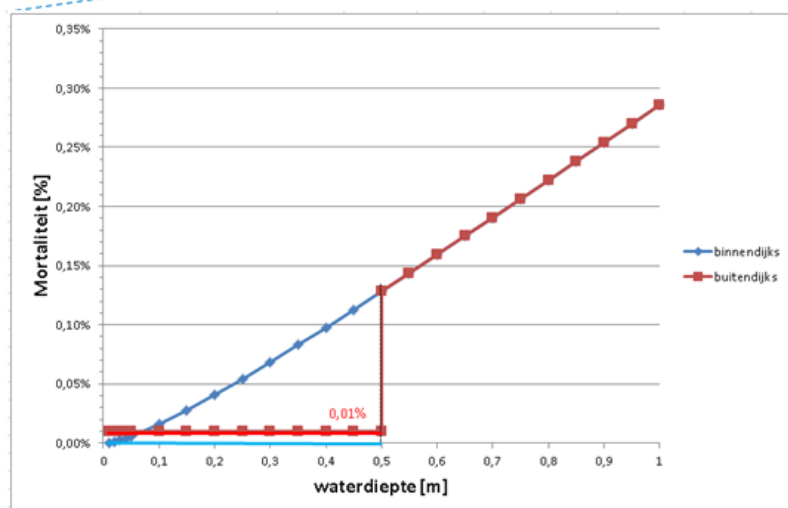
waarde komt ook goed overeen met de waterdiepte die vaak in andere landen als vuistregel wordt gehanteerd voor gevaarlijke situaties: '2 feet'. Ondergrondse ruimten vormen echter nog wel een belangrijk aandachtspunt.

Op verzoek van de provincie Zuid-Holland (en gemeente Rotterdam) is ervoor gekozen om de slachtofferfunctie bij waterdiepten tot 0,5 meter niet op 'nul' te zetten, maar een vaste, zeer lage overlijdenskans te hanteren: Zuid-Holland (maar ook andere provincies) hebben beleid vastgesteld voor buitendijkse gebieden waarbij o.a. het lokaal individueel risico (LIR) een belangrijke oriëntatiewaarde is voor nieuwbouw en herstructurering. Zonder overlijdenskans kan er voor grote delen van het buitendijkse areaal geen LIR meer worden berekend, hetgeen beleidsmatig ongewenst is.

De overlijdenskans bij een waterdiepte van 0,5 meter bedraagt 0,13%, wat neerkomt op dat 1 op de 800 mensen overlijdt. Voor lagere overstromingsdiepten is ervoor gekozen een ongeveer 10x lagere 'mortaliteit' als vaste lage overlijdenskans te hanteren, afgerond op 0,01% (1 op de 10.000 mensen overlijdt). De waarde van 0,01% kan worden beschouwd als een soort maat voor mortaliteit door 'overige oorzaken'.



Figuur 2.3 Slachtofferfuncties voor verschillende stijgsnelheden.



Figuur 2: Slachtofferfunctie SSM2015 voor binnen- en buitendijkse gebieden

-

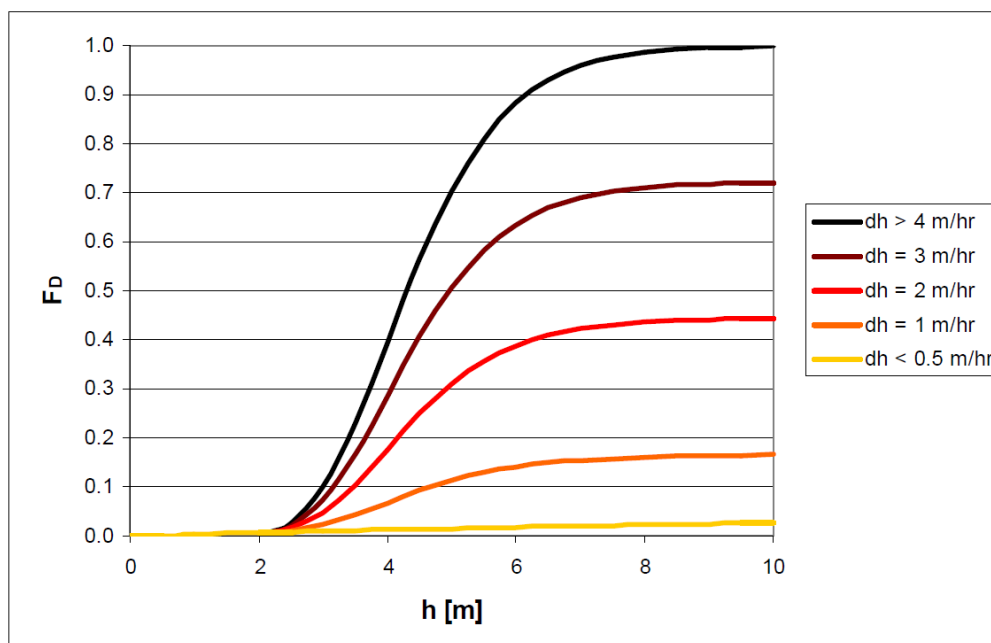
### *Tenslotte*

Hoewel er ook veel binnendijkse gebieden zijn waarbij de overstromingsdiepte beperkt is (met name vanuit het regionale systeem), wordt de slachtofferfunctie vooralsnog alleen voor buitendijkse - niet door een waterkering beschermde - gebieden aangepast. Bij het doorbreken van een (regionale) kering is er altijd een verassingseffect, stijgt het water sneller en kunnen plaatselijk ook hogere stroomsnelheden voorkomen.

### Referenties

- Jonkman, S.N. (2007), Loss of life estimation in flood risk assessment, Theory and applications. PhD thesis TU Delft.
- Maaskant, B., Jonkman, S.N., Kok, M. (2009). Analyse slachtofferaantallen VNK-2 en voorstellen voor aanpassingen van slachtofferfuncties. HKV Lijn in Water Rapport PR1669.10
- ENW 2015a, ENW advies instrument risicobeoordeling waterveiligheid buitendijkse gebieden <https://www.enwinfo.nl/images/pdf/adviezen-2015/ENW-15-18-Advies-aan-provincie-Flevoland-risicobeoordeling-buitendijks-scan.pdf>
- ENW 2015b, ENW advies uitgiftepeilenbeleid Rotterdam <https://www.enwinfo.nl/images/pdf/adviezen-2015/ENW-15-09-Advies-aan-gemeente-Rotterdam-Uitgiftepeilen-buitendijks-scan.pdf>
- Jonkman S.N., Penning-Rowsell E., Human instability in flood flows, Journal of the American Water Resources Association, October 2008, Vol. 44, No. 5 (p1208-1218)

## Bijlage



Slachtofferfunctie bij verschillende stijgsnelheden, waarbij de overlijdenskans ( $F_d$ ) is weergegeven als functie van de waterdiepte ( $h$ ).