

BIJLAGE A: VOORBEELD FAALKANS “HYDRAULISCHE GRONDBREUK”

Waarschuwing vooraf: Onderstaande is niet bedoeld voor ontwerp

Momenteel is slechts beperkte informatie uit experimenteel onderzoek naar hydraulische grondbreuk beschikbaar dat toepasbaar is op de situatie heaveschermen bij dijken met een pijpstelsel onder een deklaag. Het ontwerpen op basis van een probabilistische aanpak wordt om deze reden nog niet aanbevolen. Onderstaande beschouwing is uitsluitend als mogelijk raamwerk voor het uitvoeren van eenvoudige verkenningen. Vanaf 2014 zal er een KIA onderzoek (Onderzoek Heaveschermen) worden uitgevoerd om de hypothesen te toetsen met experimenteel onderzoek. Naar verwachting zal er uit dit onderzoek op termijn informatie beschikbaar komen voor het uitvoeren van analyse met een sterkere voorspelkracht. Daarna is een stap mogelijk naar probabilistische ontwerpberekeningen.

Bepalen kans op hydraulische grondbreuk

Voor hydraulische grondbreuk geldt dat de verticale totaalspanning (σ_v) gelijk is aan de waterdruk (u_d) op een bepaald niveau, in formulevorm (voor nadere uitwerking zie hoofdstuk):

$$u_d = \sigma_v$$

De faalkans kan bepaald worden door de fragility curve te combineren met de waterstandsstatistiek. Per scenario S_i kan de kans op falen door heave worden bepaald door:

$$P(F|S_i) = \int P(F|h) \cdot f_h(h) dh$$

De wijze waarop $P(F|h)$ wordt bepaald is bij bovengenoemde evenwichtsvergelijking:

$$P(F|h) = P(\sigma_v < u_d)$$

Waarbij:

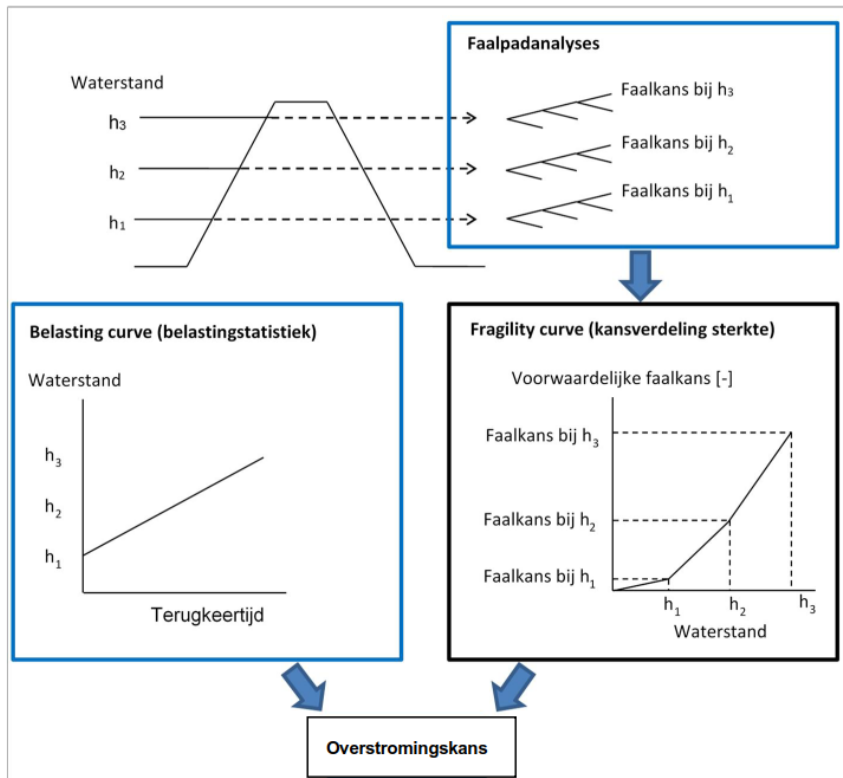
σ_v : verticale totaalspanning onderzijde van beschouwde prisma

u_d : waterdruk aan onderzijde van prisma bij aanwezigheid van stroming

Met een Fragility curve kan op een eenvoudige wijze een faalkans worden geschat. Met een FORM kan een nettere berekening worden gemaakt waarbij voor σ_v een verdelingsfunctie $f_R(\sigma_v)$ moet worden vastgesteld. Vooralsnog is een eenvoudige werkwijze op basis van een fragility curve afdoende gezien de status van deze richtlijn en in afwachting van validatie door proeven.

De kansverdeling van de lokale buitenwaterstand wordt doorgaans bepaald op basis van statistiek van hoogwater, afvoer en/of wind. Het heeft de voorkeur om de kansverdeling van de buitenwaterstand te baseren op een geïntegreerd statistisch belastingmodel zoals de Hydra-modules, Hydra-NL of Hydra-Ring (ontwikkeld voor WBI). Voor de praktische uitwerking kan de kansverdeling ook worden benaderd met een extreme waarde verdeling, bv. Gumbel.

Deze werkwijze van het werken met een fragility curve is bijvoorbeeld beschreven in [1]. Zie hieronder een illustratie.



Figuur 4.1 Schematische weergave van methode 1: afleiden van de overstromings door het construeren van een fragility curve

Figuur B-1: Kans bepalen door middel van fragility curve. Bron: [1]

Bepalen kans op piping van alle scenario's samen

De kans op falen door piping per doorsnede wordt bepaald door:

$$P_{f,dsn} = \sum_{i=1}^n P(S_i) \cdot P(F_p|S_i) < P_{eis,dsn}$$

Waarbij:

$P_{f,dsn}$	Faalkans piping per doorsnede	[per jaar]
$P(S_i)$	Kans van voorkomen van een scenario i	[-]
$P(F_p S_i)$	Faalkans piping gegeven scenario i, zie hieronder	[per jaar]
$P_{eis,dsn}$	Faalkanseis per doorsnede afgeleid van kans op trajectniveau, afleiding zie vigerend instrumentarium	[per jaar]

Kans op piping bepalen rekening houdend met alle knopen uit het faalpad (F_1, F_2, F_i) gegeven een scenario E_i in formulevorm:

$$P(F|S_i) = \min(P(F_1|S_i); P(F_2|S_i); P(F_i|S_i))$$

Referenties bij bijlage A:

- [1] Deltares, Faalpaden – Conceptuele analyse van het gebruik van de faalpaden-methodiek voor het bepalen van overstromingskansen in Nederland, 2020.