

richtlijn voor de berekening van duinafslag tengevolge van een stormvloed

technische adviescommissie voor de waterkeringen

494
f 33

989 4743116



4743116

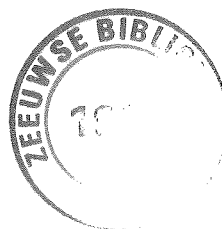
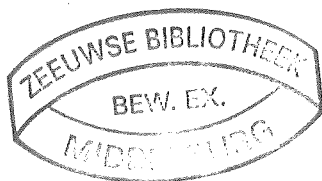
Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen

RICHTLIJN VOOR DE BEREKENING

VAN DUINAFSLAG

TENGEVOLGE VAN EEN STORMVLOED

juli 1972



Ten geleide

De duinen vormen een belangrijk bestanddeel van onze waterkeringen. Zij beschermen het land tegen stormvloed over 300 km van de totale lengte van de Noordzeekust van ca 800 km. Het is daarom van grote betekenis te kunnen beschikken over een criterium voor hun betrouwbaarheid ten aanzien van een stormvloed van de intensiteit, die door de Deltacommissie maatgevend is gesteld.

Zulk een criterium moet berusten op de mate van duinafslag, die bij een dergelijke stormvloed moet worden verwacht.

Duinafslag is een zeer gecompliceerd verschijnsel, waarvan het nog niet is gelukt om de diverse factoren, die de mate van afslag beïnvloeden, langs theoretische weg vast te leggen.

De Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen heeft echter gemeend dat het noodzakelijk was om de beheerders van onze duinen enige richtlijnen te geven aan de hand waarvan een beoordeling van de veiligheid kan geschieden.

Deze richtlijnen zijn opgesteld door een door de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen ingestelde werkgroep, die de duinen als waterkering bestudeert in nauwe samenwerking met het Waterloorkundig Laboratorium.

De Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen stelt zich voor deze richtlijnen te herzien wanneer voortgezet onderzoek daartoe aanleiding mocht geven.

's-Gravenhage,
juli 1972

ir.J.B. Schijf
Voorzitter van de Technische Advies-
commissie voor de Waterkeringen.

I N H O U D

	<u>Blad</u>
1. <u>Inleiding</u>	4
2. <u>Berekeningsmethode</u>	5
2.1. Aannamen	5
2.2. Praktische Uitvoering	6
3. <u>Onderzoek van de veiligheid van een duinenrij</u>	9
4. <u>Opmerkingen</u>	11
4.1. Breedte van het stormprofiel	11
4.2. Kustprofiel voor de stormvloed	11
4.3. Geleidelijke aangroei of erosie van een duinenrij	12
4.4. Zandtransporten evenwijdig aan de kustlijn	12

1 Inleiding

Op grond van de tot nu toe uitgevoerde studies wordt door de Werkgroep 5 (Duinen als Waterkering) van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen aanbevolen de in deze nota beschreven methode voorlopig toe te passen voor de berekening van de duinafslag tijdens een stormvloed.

De berekeningsmethode mag alleen worden toegepast voor de gesloten kust van Noord- en Zuid-Holland en de middege-deelten van de Waddeneilanden. Uitdrukkelijk uitgesloten zijn de gedeelten van de kust die sterk gebogen zijn of waar sterke stromingen direkt onder de kust aanwezig zijn.

De afslag kan voor een gegeven kust- en duinprofiel worden berekend als de maximale waterstand en de significante hoogte en periode van de golven tijdens de stormvloed bekend zijn.

Door de overeengekomen kritieke omstandigheden tijdens een superstormvloed in de rekenprocedure in te voeren, kan worden nagegaan in hoeverre een bestaande duinenrij als een veilige waterkering kan worden aangemerkt.

2 Berekeningsmethode

2.1. Aannamen

De berekeningsmethode voor de duinafslag berust op de volgende veronderstellingen:

- a) Tijdens een stormvloed wordt het kustprofiel over een bepaald gedeelte omgevormd tot een uniform profiel, het stormprofiel, dat wordt beschreven met de formule

$$y = 0,415 (x + 4,5)^{0,5} - 0,88 \quad (\text{zie figuur 1})$$

Hierin is:

y = diepte in m beneden de maximale waterstand;
 x = afstand in m vanaf het snijpunt van het stormprofiel en de maximale waterstand.

- b) De breedte van het gedeelte van het kustprofiel dat wordt omgevormd tot het stormprofiel, wordt bepaald door de diepte ter plaatse van de buitenste brekerlijn (d_b). Deze diepte wordt gelijkgesteld aan $1,28 H_b$, waarbij H_b de hoogte in m van de significante golf is op het moment van breken. De breedte B in m van het tot stormprofiel omgevormde kustprofiel kan berekend worden uit de formule

$$1,28 H_b = 0,415 (B + 4,5)^{0,5} - 0,88$$

of

$$B = (2,41 d_b + 2,1)^2 - 4,5 \quad (\text{zie figuur 1})$$

- c) Het omvormen van het kustprofiel tijdens een stormvloed gebeurt met het van het duin en eventueel overig deel van het kustprofiel afgeslagen zand, waarbij geen rekening wordt gehouden met een mogelijke verplaatsing van zand in landwaartse richting.
- d) Verlies van zand naar het gebied zeewaarts van de uiteindelijke buitenste brekerlijn wordt verwaarloosd.
- e) In principe worden verliezen van zand uit het kustprofiel in

zijwaartse richting niet in rekening gebracht. Hieromtrent wordt verder verwezen naar paragraaf 4.4.

- f) Voor de hellingshoek van het buitenbeloop van een afgeslagen duin wordt een hoek van 45° aangehouden. Voor het narekenen van een voorgekomen afslag dient de opgemeten hoek te worden ingevoerd.
- g) De nieuw gevormde duinvoet wordt ter hoogte van de maximaal voorgekomen waterstanden aangehouden.
- h) De uiteindelijke plaats van het stormprofiel in het kustprofiel na de stormvloed is op grond van bovenstaande aannamen zodanig, dat de totale oppervlakte van het afgeslagen zand gelijk is aan de totale oppervlakte van het afgezette zand. In dit geval is er een sluitende zandbalans in het gebied landwaarts van de buitenste brekerlijn.

2.2 Praktische uitvoering

Voor een gegeven kustprofiel kan het punt tot waar de afslag tengevolge van een stormvloed zal voortschrijden als volgt worden bepaald.

Met de betrekking $d_b = 1,28 \times H_b$ wordt de diepte ter plaatse van de buitenste brekerlijn bepaald, waarbij H_b met de lineaire golftheorie wordt berekend uit de significante golfhoogte, die bekend moet zijn op een gegeven waterdiepte.

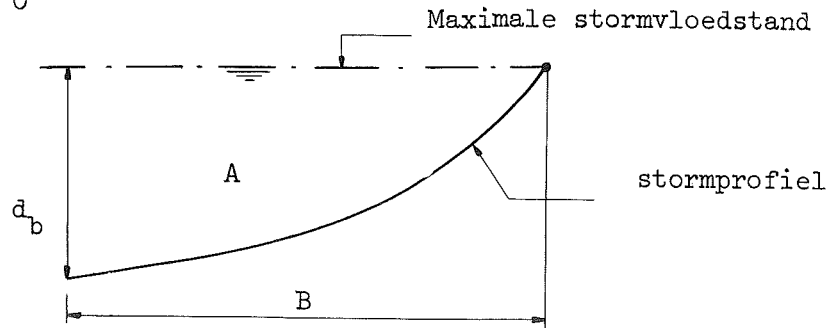
Vervolgens wordt de breedte B van het stormprofiel berekend met de formule

$$B = (2,41 d_b + 2,1)^2 - 4,5 \text{ (zie figuur 1)}$$

In vele gevallen kan voor de berekening van een duinafslag een nuttig gebruik worden gemaakt van de oppervlakte A tussen de maximale stormvloedstand en het stormprofiel over de breedte B.

Deze oppervlakte wordt berekend met de formule

$$A = \int_0^B y \, dx = 0,277 (B + 4,5)^{1,5} - 0,88 B - 3 \text{ (in m}^2\text{)}$$



Met behulp van figuur 2, waar aan de linkerkzijde de toestand vóór en aan de rechterzijde de toestand na de stormvloed is getekend, wordt aangegeven op welke wijze de duinafslag dient te worden berekend. De vorm van het uitgangsprofiel en de maximale stormvloed zijn bepalend voor het voorkomen van één van de toestanden.

Vanuit de situatie voor de stormvloed wordt het gehele stormprofiel zover landwaarts verschoven dat een sluitende zandbalans in de richting loodrecht op de kust ontstaat.

Geval A Deze situatie komt gewoonlijk voor bij hoge stormvloeden. In de uiteindelijke toestand doorsnijdt het stormprofiel het oorspronkelijk profiel slechts in één punt. De teruggang t is eenvoudig grafisch of iteratief te bepalen, waarbij van de grootte A gebruik kan worden gemaakt.

Geval B Deze situatie kan zich voordoen bij een kustprofiel met flauwe hellingen. In de uiteindelijke toestand ligt het stormprofiel gedeeltelijk beneden het oorspronkelijke kustprofiel. Omdat geen rekening wordt gehouden met een landwaartse verplaatsing van zand tijdens een stormvloed, wordt

het oorspronkelijke profiel slechts opgevuld met van het duin afgeslagen zand. In dit geval heeft het uiteindelijke kustprofiel niet over de gehele breedte B de vorm van het stormprofiel.

Geval C Deze situatie is vergelijkbaar met geval B. In feite zijn de materiaalverplaatsingen aan de zeewaartse zijde van de bank van geen belang voor de uiteindelijke teruggang van de duinvoet. Ook in dit geval heeft het uiteindelijke kustprofiel niet over de gehele breedte B de vorm van het stormprofiel.

Geval D De voor de kust gelegen bank wordt in dit geval geheel geërodeerd tot aan het stormprofiel. De verdere benodigde hoeveelheid zand voor de vorming van het stormprofiel wordt aan het duin onttrokken. De teruggang t kan op dezelfde manier als in geval A worden bepaald.

Geval E In deze situatie ligt het stormprofiel geheel beneden het oorspronkelijke kustprofiel. Er zal in principe geen duinafslag voorkomen. Een dergelijke situatie zal zich veelvuldig voordoen bij lage stormvloeden.

Bij de berekening van de duinafslag wordt ervan uitgegaan dat de hoogte van de uiteindelijke duinvoet samenvalt met het maximale stormvloedpeil. Met name bij lage stormvloeden met een geringe duinafslag zal de duinvoet in het algemeen ten gevolge van golfoploop hoger liggen dan het maximale peil. Mede omdat de konsekventies hiervan niet in de berekening zijn verwerkt, zullen de uitkomsten van de duinafslagberekening voor lage stormvloeden relatief onnauwkeurig zijn.

3 Onderzoek van de veiligheid van een duinenrij.

Voor de beoordeling van de veiligheid van een duinenrij dienen de randvoorwaarden in de berekening te worden ingevoerd, die door de Deltacommissie zijn aangegeven. Voor de maximale stormvloedstand betreft dat het ontwerppeil; voor de significante golfhoogte kunnen de in bijdrage V 1 van het rapport deel 6 van de Deltacommissie genoemde waarden worden aangehouden (zie tabel).

Locatie	Ontwerppeil	Golfhoogte en periode
Hoek van Holland	N.A.P. + 5,25 m	$H_s = 7,00$ m
Scheveningen	5,40 m	$T = 12$ s
Katwijk	5,40 m	(geldt voor de
IJmuiden	5,15 m	dieptelijn van
Den Helder	5,05 m	N.A.P. - 20 m).
Texel	N.A.P. + 4,90 m	$H_s = 8,50$ m
Vlieland	4,70 m	$T = 12$ s
Terschelling	4,80 m	(geldt voor de
Ameland	5,10 m	dieptelijn van
Schiermonnikoog	5,15 m	N.A.P. - 20 m).

Tabel Ontwerpkriteria

Voor de kust van Noord- en Zuid-Holland tussen Den Helder en Hoek van Holland, worden de maatgevende grootheden van het stormprofiel:

$$H_b = 7,8 \text{ m}$$

$$d_b = 10,0 \text{ m}$$

$$B = 680 \text{ m}$$

$$A = 4350 \text{ m}^2$$

Voor de middengedeelten van de Waddeneilanden worden deze grootheden:

$$H_p = 9,2 \quad \text{m}$$

$$d_p = 11,8 \quad \text{m}$$

$$B = 930 \quad \text{m}$$

$$A = 7050 \quad \text{m}^2$$

Bij de beoordeling van de veiligheid van een duinenrij dient ter hoogte van het ontwerppeil een extra marge in duinbreedte van 10 m te worden aangehouden voor eventuele golfoploop boven het maximale stormvloedpeil.

4 Opmerkingen

4.1. Breedte van het stormprofiel.

Bij de beschreven berekeningsmethode wordt aangenomen dat de grootste brekerdiepte van de significante golven en de uitdrukking voor het stormprofiel de breedte van de kuststrook bepalen, die tijdens een stormvloed wordt omgevormd.

De ligging van het oorspronkelijke profiel heeft op deze breedte geen invloed.

Wanneer bijvoorbeeld als zeewaartse grens van het gebied waarbinnen zich wijzigingen zullen voordoen de buitenste plaats van breken in het oorspronkelijke profiel wordt aangenomen, zal de breedte van het stormprofiel in het algemeen smaller zijn.

Dit betekent, dat in dat geval het afgeslagen zand minder ver zeewaarts wordt getransporteerd en daardoor de duinafslag minder zal zijn. In afwachting van de uitkomsten van nader onderzoek wordt veiligheidshalve de eerstgenoemde aanname in de berekening ingevoerd.

Er is bovendien aangenomen dat de buitenste brekerlijn op een diepte van $1,28 \times H_D$ ligt. In hoeverre deze aanname fysisch juist is, zal op korte termijn in de natuur worden geverifieerd.

4.2. Kustprofiel voor de stormvloed.

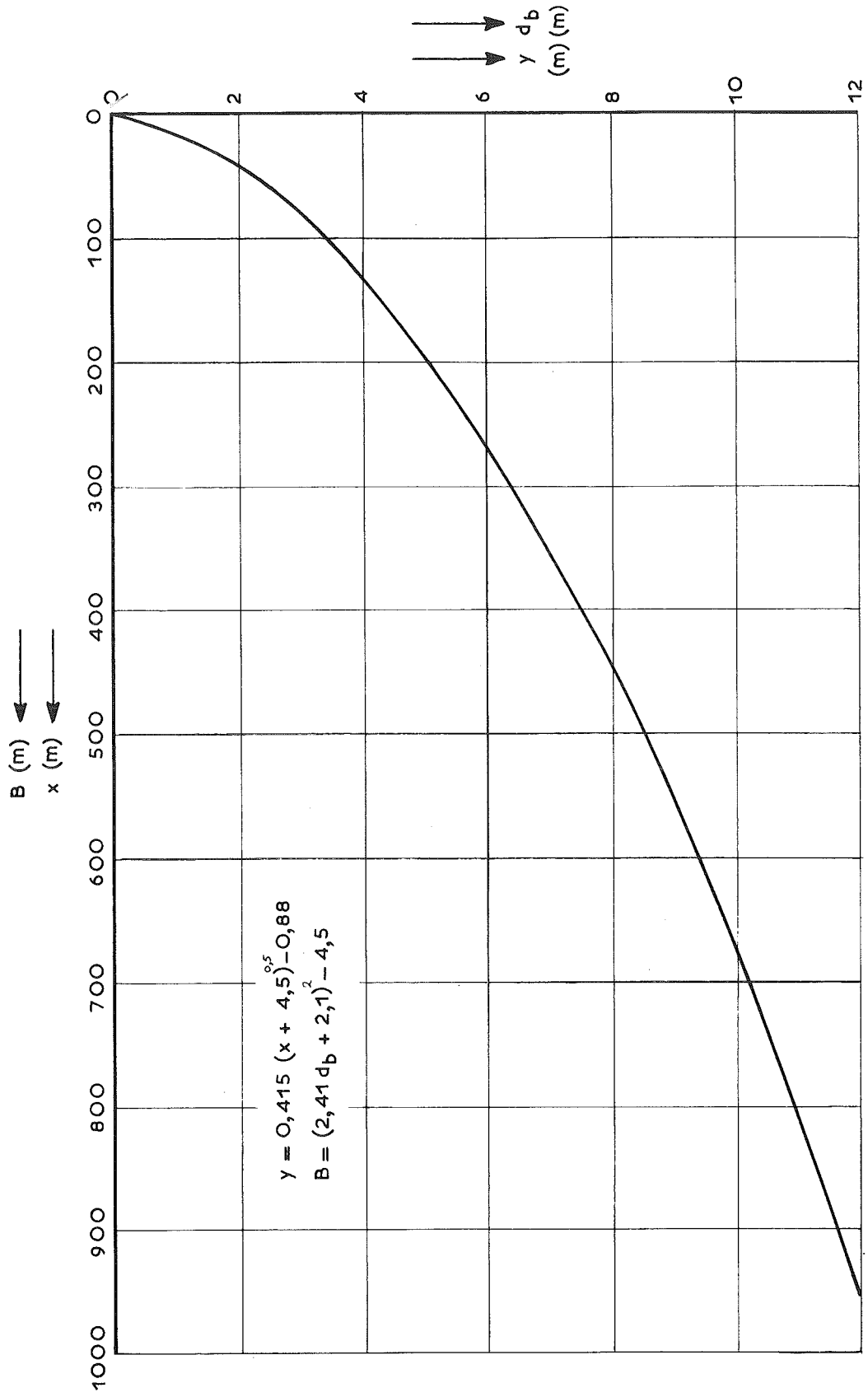
Voor een berekening van de afslag ten gevolge van een stormvloed dient de ligging van kust en duinen kort voor de stormvloed in de berekening te worden opgenomen. Voor de beoordeling van de veiligheid van een duinenrij verdient het aanbeveling de grootste waarde van de oppervlakte van het natte profiel, dat wil zeggen in principe de laagste ligging van het uitgangsprofiel aan te houden die in een reeks van jaren is voorgekomen.

4.3. Geleidelijke aangroei of erosie van een duinenrij.

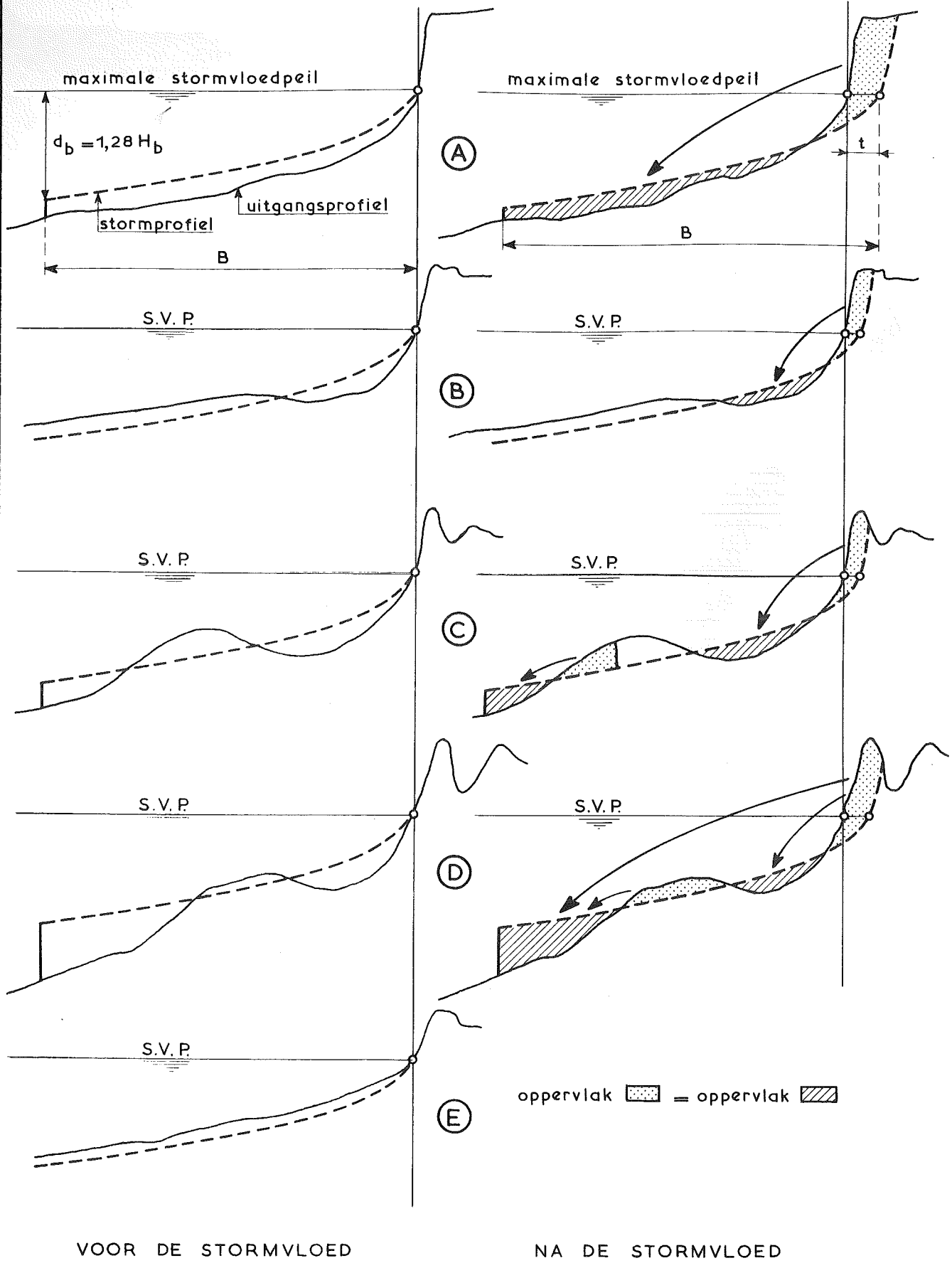
Naast de afslag door een enkele stormvloed is een geleidelijke aangroei of erosie er de oorzaak van dat een kust- en duinprofiel verandert. Met name de achteruitgang van een kust is voor de veiligheidsproblematiek van het meeste belang. Een maat voor deze teruggang en de termijn waarover de teruggang in rekening moet worden gebracht, dienen door de desbetreffende kustbeheerders te worden vastgesteld.

4.4. Zandtransporten evenwijdig aan de kustlijn.

Bij de berekeningsmethode wordt ervan uitgegaan dat er tijdens een stormvloed slechts zandtransport loodrecht op de kust zal voorkomen. Wanneer er echter op korte afstand van elkaar raaien met een groot verschil in berekende teruggang van de duinvoet liggen, mag worden verwacht dat er tijdens een stormvloed een zekere mate van zijdelingse herverdeling van het zand zal plaatsvinden. In sommige raaien zal hierdoor de afslag groter zijn dan uit de berekening volgt, terwijl in andere raaien de afslag minder zal zijn. Een juiste waarde hiervoor is niet aan te geven.



STORMPROFIEL



VOORBEELDEN DUINAFSLAGBEREKENING