

## Bijlage 3: Bepaling van profiel van vrije ruimte

Zolang nog geen profiel van vrije ruimte in de legger of het beheerregister is opgenomen worden de volgende afmetingen aangehouden. Vanwege het verbod om in het winterbed van de rivier ophogingen aan te brengen wordt in principe uitgegaan van een binnenwaartse versterking. Hierbij wordt gestart bij de huidige buitenkruinlijn. De hoogte van de buitenkruinlijn wordt aangehouden op het niveau van de huidige dijktafelhoogte. De helling van het buitentalud wordt volgens het leggerprofiel doorgezet tot het niveau van DTH +1,00 meter. Vanuit de dan fictieve buitenkruin wordt een nieuwe kruin aangehouden ter breedte van de huidige kruin. Mocht sprake zijn van een toekomstige wijziging van de breedte van de verharding (weg) op de kruin, dan wordt hiermede rekening gehouden.

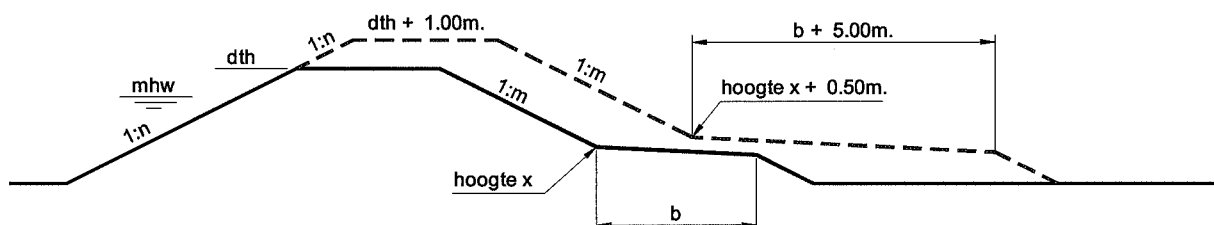
Vanaf de fictieve binnenkruinlijn wordt een binnentalud aangehouden met een taludhelling volgens de legger. Voor het bepalen van de vereiste bermafmetingen zijn de volgende drie bezwijkmechanismen van belang:

- afschuiven (vereist betrekkelijk korte hoge berm);
- piping/opbarsten (vereist een lange lage berm).

Door er van uit te gaan dat de huidige berm volgens de legger precies voldoende veiligheid biedt bij de randvoorwaarden van 1996, kunnen betrekkelijk eenvoudig de vereiste bermafmetingen bij een 1 meter hogere waterstand worden bepaald. Hierbij wordt er van uitgegaan dat het huidige maatgevende bezwijkmechanisme ook bij een 1 meter hogere waterstand maatgevend blijft.

### 1. Profiel van vrije ruimte bij maatgevend faalmechanisme afschuiven

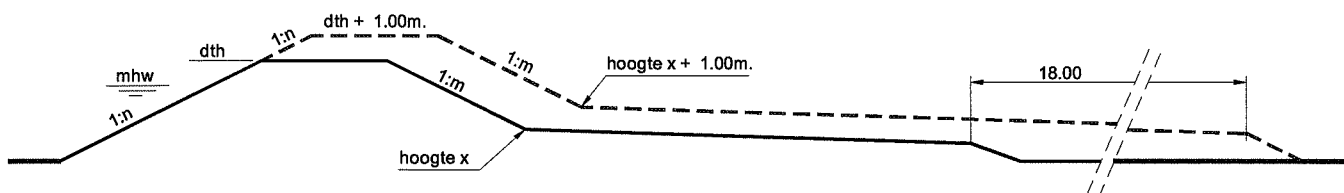
Verhoging van de binnenberm met 0,50 meter en verbreding van de berm met 5,00 meter ten opzichte van de huidige bermbreedte (zie figuur 1).



Figuur 1: Afschuiven is maatgevend

### 2. Profiel van vrije ruimte bij maatgevend faalmechanisme piping/opbarsten

Verhoging van de binnenberm met 1,00 meter en landwaartse uitbreiding met 18 meter (zie figuur 2).



Figuur 2: Piping is maatgevend

Het kan zijn dat de 1 meter hogere waterstand voor het profiel van vrije ruimte tot gevolg heeft dat een ander bezwijkmechanisme voor het bepalen van de bermafmetingen maatgevend wordt. Voor deze wat ingewikkelder situaties is een methode met een stappenplan ontwikkeld waarmee een profiel van vrije ruimte kan worden geconstrueerd (afhankelijk van de dikte van de aanwezige klei- en veenlagen). Dit stappenplan is hierna opgenomen.

## ***Tracés met alternatief profiel van vrije ruimte***

Afwijkingen op het standaard p.v.v.r. bij primaire waterkeringen, categorie C.

### ***1. Diefdijk tussen Fort Everdingen en Gorinchem***

Hierbij wordt uitgegaan van een ontwerpprofiel zijnde:

- ontwerp dijktafelhoogte NAP +6,40 meter;
- kruin circa 6,00 meter (zoals aanwezig in de praktijk);
- taluds 1:2,5 tot NAP +2,40 meter;
- binnenberm breed 10,00 meter eindigend met talud 1:3 naar NAP +0,40 meter en vervolgens weer een berm van 10,00 meter;
- buitenberm breed 7,00 meter eindigend met talud 1:3 op NAP +0,40 meter en vervolgens weer een berm van 10,00 meter.

Het p.v.v.r. wordt als volgt vastgesteld:

- p.v.v.r. binnendijs 4,00 meter uit de binnenkruinlijn, talud 1:2,5 tot NAP +2,40 meter en vervolgens een berm van 16,00 meter, eindigend met een talud 1:3 tot het maaiveld;
- p.v.v.r. buitendijs 4,00 meter uit de buitenkruinlijn, talud 1:2,5 tot NAP +2,40 meter en vervolgens een berm van 13,00 meter, eindigend met een talud 1:3 tot het maaiveld.

### ***2. Afgedamde Maasdijk oostzijde***

Hierbij wordt uitgegaan van een ontwerpprofiel zijnde:

- ontwerp dijktafelhoogte NAP +4,30 meter (sluitpeil Kromme Nol NAP +3,50 meter +0,80 meter golfloop);
- kruinbreedte 4,00 meter, taluds 1:3 tot maaiveld;
- het p.v.v.r. bepaald door een rechtstandige verhoging van de kruin met +0,50 meter tot NAP +4,80 meter;
- kruinbreedte 4,00 meter, taluds 1:3 tot maaiveld.

### ***3. Afgedamde Maasdijk westzijde***

Hierbij wordt uitgegaan van het leggerprofiel. Dit is tevens het p.v.v.r.

## Stappenplan gedetailleerde bepaling profiel van vrije ruimte

Met het doorlopen van een aantal stappen kan voor een willekeurige locatie in het gebied van Waterschap Rivierenland de afmeting van het Profiel van vrije ruimte worden vastgesteld.

### Stap 1: Randvoorwaarden en uitgangspunten

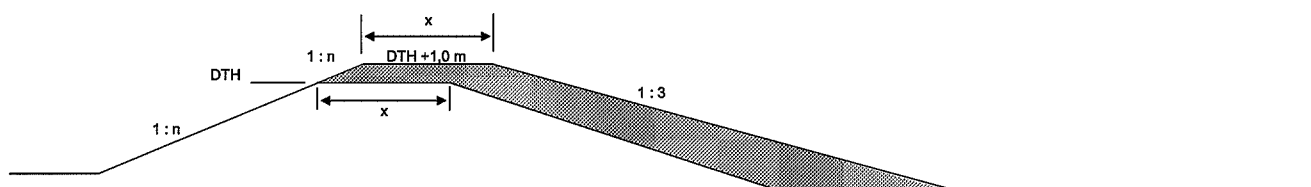
Voor de bepaling van de geometrie en de afmetingen van het profiel van vrije ruimte zijn de volgende gegevens van belang.

- Maatgevend Hoog Water dat ten grondslag ligt aan de laatste dijkverbetering op de locatie van de ontheffingsaanvraag.
- Maatgevende Waterstand voor het profiel van vrije ruimte (Maatgevend Hoog Water van de laatste dijkverbetering verhoogd met 1,00 m).
- Dijktafelhoogte van de laatste dijkverbetering op de locatie van de ontheffingsaanvraag.
- Dijktafelhoogte voor het profiel van vrije ruimte (Dijktafelhoogte van de laatste dijkverbetering verhoogd met 1,00 m).
- Maaiveldhoogte aan de binnenzijde van de waterkering (inclusief maaivelddaling).
- Slootpeil in de sloot aan de binnenzijde van de waterkering.
- Totale breedte van de huidige waterkering (van de buitenteen tot de teen van de binnenberm).
- Breedte van de huidige stabiliteitsberm.
- Totale dikte van het klei-/veenpakket (uit sondering, boring of geotechnisch lengteprofiel).
- Dikte van de veenlaag in het klei-/veenpakket.

### Stap 2: Minimale afmetingen van het profiel van vrije ruimte (kruin en binnentalud)

In veel gevallen zal bij het profiel van vrije ruimte een berm aan de binnenzijde noodzakelijk zijn in verband met piping en/of macrostabiliteit binnenwaarts. De geometrie van het minimale profiel van vrije ruimte (zonder berm) is als volgt (zie figuur 3):

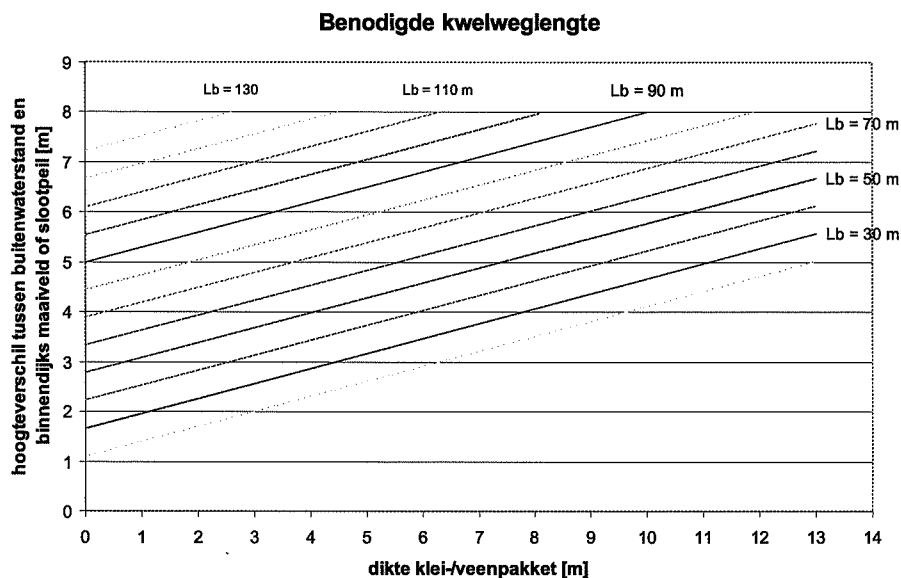
- vanaf de huidige buitenkruinlijn omhoog tot DTH +1,00 m volgens dezelfde helling van het buitentalud als de huidige waterkering;
- de kruinbreedte van het Profiel van vrije ruimte is gelijk aan de kruinbreedte van de huidige waterkering;
- de helling van het binnentalud is conform leggerprofiel.



*Figuur 3: Minimale afmetingen van het profiel van vrije ruimte*

### Stap 3: Benodigde afmeting van het profiel van vrije ruimte in verband met piping

Bij de maatgevende waterstand voor het profiel van vrije ruimte (MHW +1,00 m) is de benodigde kwelweglengte ( $L_b$ ) volgens figuur 4 noodzakelijk. Uit figuur 4 kan de benodigde kwelweglengte ( $L_b$ ) worden bepaald. De benodigde kwelweglengte is afhankelijk van het hoogteverschil tussen de maatgevende waterstand voor het profiel van vrije ruimte en de maaiveldhoogte aan de binnenzijde van de waterkering of het slootpeil in de sloot aan de binnenzijde van de waterkering en van de totale dikte van het klei-/veenpakket. Indien op korte afstand achter de waterkering een sloot aanwezig is, moet het hoogteverschil tussen de maatgevende waterstand voor het profiel van vrije ruimte en het slootpeil in de sloot aan de binnenzijde van de waterkering worden gekozen. In andere gevallen moet de maaiveldhoogte aan de binnenzijde van de waterkering worden gekozen.



*Figuur 4: Benodigde kwelweglengte ( $L_b$ )*

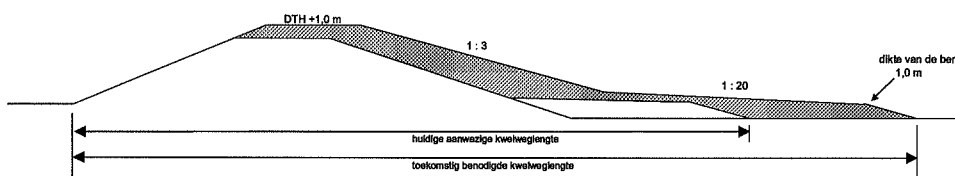
**Stap 4**

De ruimtelijke reservering voor de toekomstige dijkverbetering in verband met piping is de benodigde kwelweglengte  $L_b$  volgens figuur 5 minus de huidige totale breedte van de waterkering (zie figuur 5). Het verschil in breedte tussen de benodigde kwelweglengte  $L_b$  en de huidige breedte van de waterkering dient gereserveerd te worden voor toekomstige dijkverbetering.

**Stap 5**

Voor de geometrie van de pipingberm kan het volgende worden aangehouden (zie figuur 5):

- de hoogte van de pipingberm is 1,00 m (t.o.v. maaiveld) aan het einde van de berm;
- de bovenzijde van de berm heeft een helling van 1:20.

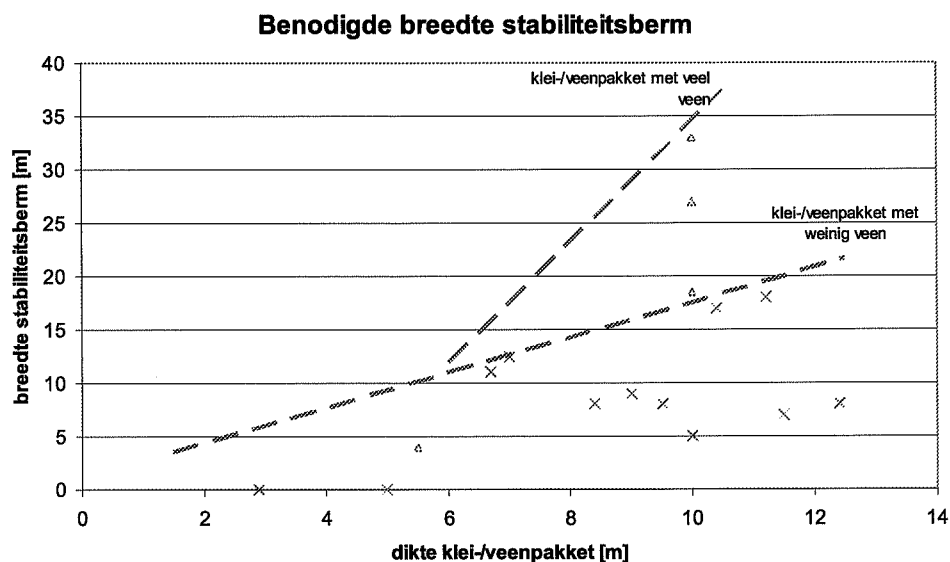


*Figuur 5: Geometrie van de pipingberm*

In situaties waar bebouwing boven de pipingberm zal worden gesitueerd, dient de pipingberm vooruitlopend op de bebouwing te worden aangelegd. In deze situaties kan de hoogte van de pipingberm door middel van grondmechanisch onderzoek worden geoptimaliseerd. De hierboven genoemde hoogte van de pipingberm is een bovengrens (veilige waarde).

**Stap 6: Benodigde afmeting van het profiel van vrije ruimte in verband met macrostabiliteit binnenwaarts (inclusief opdrijven)**

Uit figuur 6 kan de breedte van een stabiliteitsberm worden afgeleid. De breedte van de stabiliteitsberm is afhankelijk van de dikte van het klei-/veenpakket en van het aandeel veen in het klei-/veenpakket. Wanneer het totale klei-/veenpakket voor 40 à 50% of meer uit veen bestaat moet de bovenste lijn in figuur 6 worden gebruikt voor het bepalen van de breedte van de stabiliteitsberm.



Figuur 6: Benodigde breedte stabiliteitsberm

Een dik klei-/veenpakket met daarin veel veen is relatief gevoelig voor opdrijven. De stabiliteitsberm dient daarom een grotere breedte te hebben.

Indien gewenst kan door het uitvoeren van een grondmechanisch onderzoek de benodigde breedte van een stabiliteitsberm worden geoptimaliseerd.

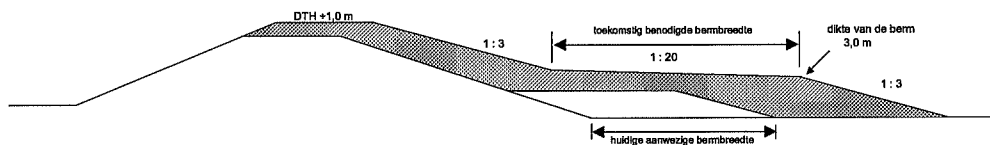
#### Stap 7

De ruimtelijke reservering voor de toekomstige dijkverbetering in verband met macrostabiliteit binnenwaarts (inclusief opdrijven) is de benodigde breedte van de stabiliteitsberm volgens figuur 4 minus de huidige breedte van de stabiliteitsberm (zie figuur 7). Het verschil in breedte tussen de benodigde stabiliteitsberm en de huidige breedte van de stabiliteitsberm dient gereserveerd te worden voor toekomstige dijkverbetering.

#### Stap 8

Voor de geometrie van de stabiliteitsberm kan het volgende worden aangehouden (zie figuur 7):

- de hoogte van de stabiliteitsberm is 3,00 m (t.o.v. maaiveld) aan het einde van de berm;
- de bovenzijde van de berm heeft een helling van 1:20;
- het talud aan de achterzijde van de stabiliteitsberm heeft een helling van 1:3.



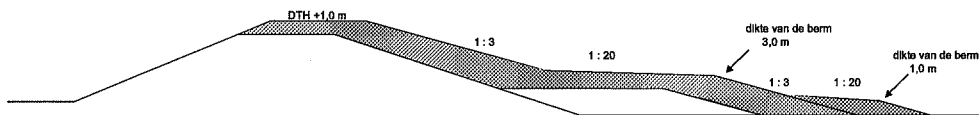
Figuur 7: Geometrie van de stabiliteitsberm

In situaties waar bebouwing boven de stabiliteitsberm zal worden gesitueerd, dient de stabiliteitsberm vooruitlopend op de bebouwing te worden aangelegd. In deze situaties kan de hoogte van de stabiliteitsberm door middel van grondmechanisch onderzoek worden geoptimaliseerd. De hierboven genoemde hoogte van de stabiliteitsberm is een bovengrens (veilige waarde).

### Stap 9: Afmetingen van het profiel van vrije ruimte

Op basis van de voorgaande stappen kan het profiel van vrije ruimte als volgt geconstrueerd worden (zie figuur 8).

- Vanaf de huidige buitenkruinlijn omhoog tot DTH +1,00 m volgens dezelfde helling van het buitentalud als de huidige waterkering.
- De kruinbreedte van het profiel van vrije ruimte is gelijk aan de kruinbreedte van de huidige waterkering.
- De helling van het binnentalud is 1:3 tot de bovenkant van een eventueel benodigde pipingberm of stabiliteitsberm.
- De breedte van de stabiliteitsberm is zoals bepaald in stap 6.
- De hoogte van de stabiliteitsberm is 3,00 m (t.o.v. maaiveld) aan het einde van de berm.
- De bovenzijde van de stabiliteitsberm heeft een helling van 1:20.
- Het talud aan de achterzijde van de stabiliteitsberm heeft een helling van 1:3.
- Wanneer het benodigde ruimtebeslag in verband met piping groter is dan het benodigde ruimtebeslag voor macrostabiliteit binnenwaarts volgt achter de stabiliteitsberm een lagere pipingberm.
- De breedte van de pipingberm is zoals bepaald in stap 3.
- De hoogte van de pipingberm is 1,00 m (t.o.v. maaiveld) aan het einde van de berm.
- De bovenzijde van de pipingberm heeft een helling van 1:20.



Figuur 8: Afmetingen van het profiel van vrije ruimte