

Keywords

Grasbekleding erosie buitentalud (GEBU), hydraulische belasting, stormduur, Bovenrivierengebied

Indiener voorbeeld

Waterschap Rijn en IJssel (WRIJ) en adviesbureau DIJK53.

Type voorbeeld

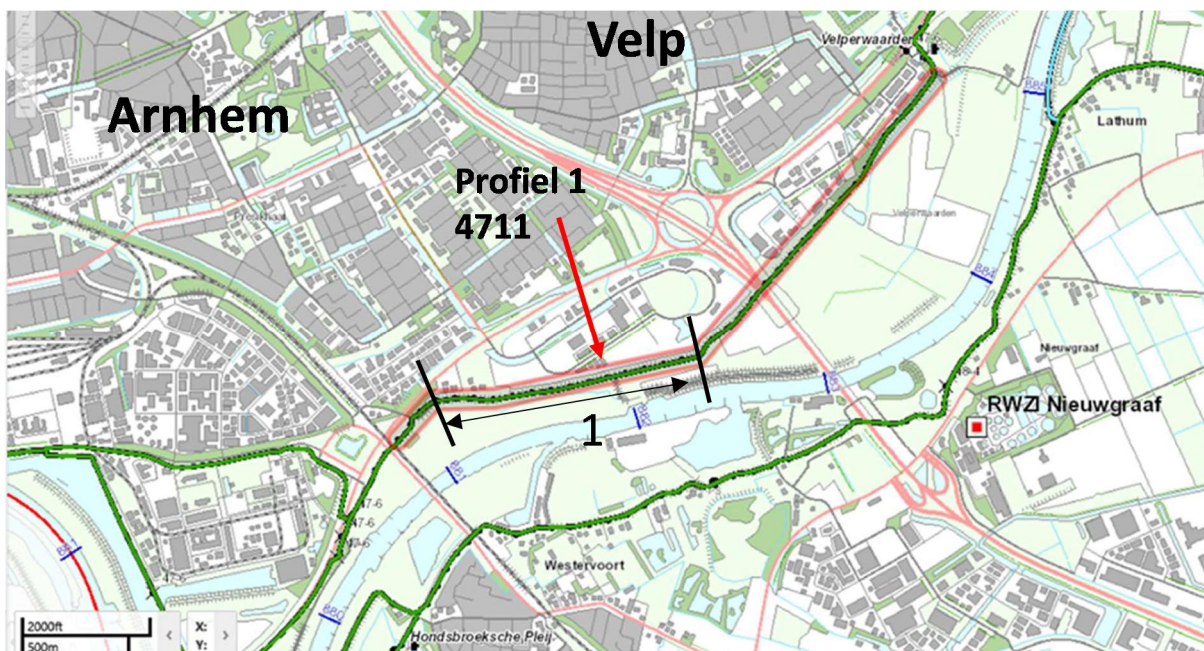
Het voorbeeld omschrijft het beoordelingsproces van het toetsspoor Grasbekleding erosie buitentalud (GEBU) in het Bovenrivierengebied (IJssel). Het beslisproces en de dilemma's voor de bepaling van hydraulische belastingen en stormduur zijn nader toegelicht.

Status voorbeeld

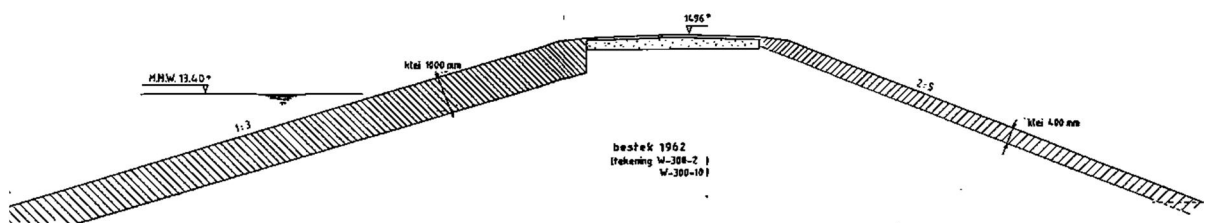
Definitief v.1.0, 24 augustus 2017. Opstellers: Barry Ros en Derk-Jan Sluiter. Review door: WV (Roy Mom) en WRIJ (Gert de Jonge).

Casebeschrijving

Deze case omschrijft de beoordeling voor het faalmechanisme GEBU van een dijkvak in normtraject 47-1 (signaleringswaarde: 1/3.000; ondergrens 1/1.000). Het betreft een IJsseldijk in het beheergebied van waterschap Rijn en IJssel (WRIJ) nabij Arnhem. De ligging van het dijkvak is weergegeven in Figuur 1. De dijk is volledig met gras bekleed. Vanuit archiefgegevens is bekend dat de dijk een zandkern heeft en is aangelegd met een kleilaagdikte op het buitentalud van 1,0 m (Figuur 2). Het vak is in dit voorbeeld begrensd op grond van uniforme oriëntatie, geometrie, zodekwaliteit, taludhelling en kleilaagdikte. Een nadere onderbouwing en verfijning van de vakindeling valt buiten de scope van dit voorbeeld. Profiel 1 is het maatgevende dwarsprofiel binnen het vak. Voor het bepalen van de geometrie van de dijk is gebruik gemaakt van het AHN2 (2010). Bij de beoordeling is gebruik gemaakt van Ringtoets (v16.4.4.8532) en BM Gras Buitentalud (v17.1.1.4941).



Figuur 1. Locatie beoordeeld vak en profiel

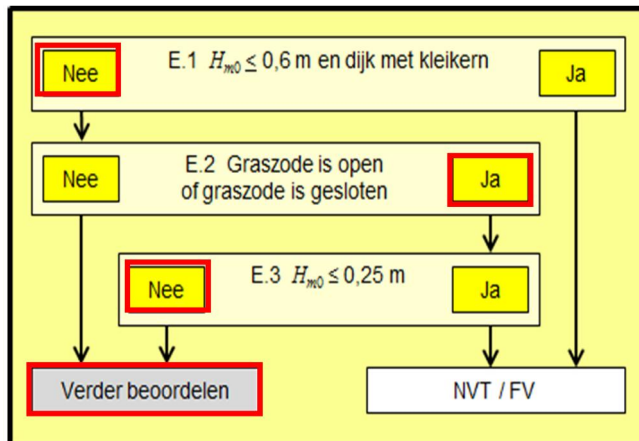


Figuur 2 Aanlegtekening (1968), archief Waterschap Rijn en IJssel. Kleidikte buitentalud (golfklapzone) 1 m.

Beslisproces

Eenvoudige toets

Voor de eenvoudige toets zijn de in Figuur 3 weergegeven stappen doorlopen. Voor stap E.1 is met Ringtoets de golfhoogte (H_{m0}) bij de norm (signaleringsnorm) bepaald: 0.54m. Hoewel deze golfhoogte kleiner is dan 0,6 m blijkt uit de aanlegtekeningen dat er geen kleikern aanwezig is. De beoordeling wordt daarom voortgezet met stap E.2. Uit een door WRIJ in het voorjaar van 2017 uitgevoerde beoordeling van de kwaliteit van grasbekleding blijkt dat op het buitentalud sprake is van een gesloten zode. De beoordeling kan worden voortgezet met stap E.3. Omdat de golfhoogte groter is dan 0,25 m kan op grond van de eenvoudige toets geen oordeel worden geveld en wordt verder gegaan met de gedetailleerde toets per vak.



Figuur 3 Stappen eenvoudige toets Grasbekleding erosie buitentalud (GEBU) met de uitkomsten van de stappen rood omkaderd.

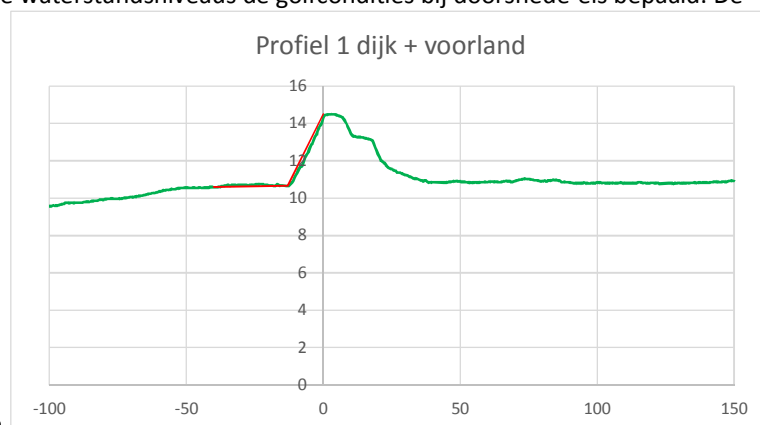
Gedetailleerde toets

De gedetailleerde toets (semi-probabilistische analyse) bestaat uit 2 stappen. In de eerste stap wordt beoordeeld of de bekleding binnen toepassingsvoorwaarden van de gedetailleerde toets valt. Omdat sprake is van een gesloten zode en de helling van het buitentalud flauwer is dan 1:2,5 (1:3) wordt voldaan aan de toepassingsvoorwaarden.

Omdat het gehele buitentalud is bekleed met gras bevindt de grasbekleding zich in zowel golfklap- als golfploopzone. Conform de *Schematiseringshandleiding grasbekleding* (p. 17) wordt de grasbekleding alleen op golfklappen beoordeeld, omdat de klapbelasting altijd eerst tot falen van de bekleding zal leiden. De beoordeling is daarom voortgezet met stap G.2b. Bij deze analyse is onder andere de hydraulische belasting benodigd.

Berekening hydraulische belastingen met Ringtoets

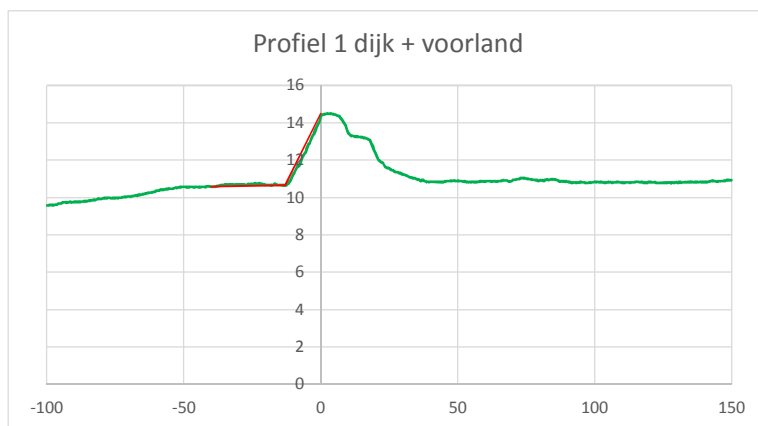
Met Ringtoets zijn voor verschillende waterstandsniveaus de golfcondities bij doorsnede-eis bepaald. De



invoergegevens zijn weergegeven in

Figuur 4.

Hydraulische gegevens	
Locatie met hydraulische randvoorwaarden	IJ_1_47-1_dk_00033 (58 m)
Waterstand bij doorsnede-eis [m+NAP]	14,15
Bovengrens op basis van waterstand bij doorsnede-eis [m+NAP]	14,14
Bovengrens bekleding [m+NAP]	14,30
Ondergrens bekleding [m+NAP]	10,60
Bovengrens waterstanden [m+NAP]	14,15
Ondergrens waterstanden [m+NAP]	10,60
Stapgrootte [m]	0,5
Waterstanden in berekening [m+NAP]	Aantal (9)
Schematisatie	
Voorlandprofiel	4711
Locatie (RD) [m]	(195333, 443097)
Oriëntatie [°]	170,00
Dam	
Voorlandgeometrie	
Type bekleding	Gras



Figuur 4 Invoer Ringtoets berekening hydraulische belasting (boven). Schematisering van profiel 1 (rode lijn) op basis van de AHN2 (groene lijn) (onder).

Berekening faalfractie en veiligheidsfactor met BM Gras Buitentalud

De golfklapberekening is uitgevoerd met BM Gras Buitentalud. Met deze berekening wordt berekend hoe de belastingduur zich verhoudt tot de standtijd van de grasbekleding inclusief eventuele reststerkte van de kleilaag onder de grasbekleding: de faalfractie. Deze faalfractie wordt voor verschillende punten op het buitentalud berekend. In Figuur 5 en Figuur 6 is de invoer voor de golfklapberekening in BM Gras Buitentalud weergegeven.

Figuur 5 geeft de voor de golfklapberekening gebruikte algemene, constructie en sterkte parameters weer. Er is gerekend met een zandgehalte van 0,3 (Geotechnisch onderzoek dijkkring 47, 2001) en een kleilaagdikte van 1 m in de golfklapzone. De rekenwaarden voor de coëfficiënten a, b en c zijn gebaseerd op een gesloten zode, conform tabel 6.3 in de *Schematiseringshandleiding grasbekleding*. De minimale en maximale significante golfhoogte zijn standaardwaarden op basis van gesloten zode. De minimale waterstand is gelijk gesteld aan de hoogte van de buitenteen en de maximale waterstand is gelijk aan de kruinhoogte.

Golfklap Oploop

Golfklap Hydraulische belasting

Algemene parameters		Constructie en sterkte parameters	
Delta Z [m]	0,10	Coefficient a [m]	1,00
Min. significante golfhoogte [m]	0,25	Coefficient b [1/u]	-0,0350
Max. significante golfhoogte [m]	1,25	Coefficient c [m]	0,25
Min. waterstand [m NAP]	10,60	Zandgehalte [-]	0,30
Max. waterstand [m NAP]	14,15	Dikte kleilaag + gras [m]	1,00
		Zgrass,min [m NAP]	10,60
		Zgrass,max [m NAP]	14,30

Figuur 5 Invoer algemene, constructie en sterkte parameters golfklapberekening in BM Gras Buitentalud

In Figuur 6 is de invoer van de belastingparameters weergegeven. De golfcondities per waterstandsniveau zijn berekend met Ringtoets. Conform tabel 6.4 van de *Schematiseringshandleiding grasbekleding* dient voor het waterstandsverloop in het Bovenrivierengebied een constante waterstand van 12 uur te worden aangehouden. Omdat voor elke golfconditie van 12 uur een constante waterstand wordt aangehouden, is de waterstand met de hoogste golfhoogte maatgevend. In dit geval is bij een waterstand van NAP +13,0 m de grootste golfhoogte gevonden. Voor de constante waterstand is daarom NAP +13,0 m gebruikt.

Golfklap Oploop

Golfklap Hydraulische belasting

Hydraulische belasting

Hydraulisch belastingtype: Synthetische storm Delta T [u]: 0,25

Waterstanden			Q variant	
Tijd [u]	Buitenwaterstand [m NAP]		Buitenwaterstand [m NAP]	Significante golfhoogte [m]
0,00	13,00		14,14	0,16
12,00	13,00		14,00	0,19
			13,50	0,47
			13,00	0,68
			12,50	0,65
			12,00	0,58
			11,50	0,40
			11,00	0,24
			10,60	0,05

Figuur 6 Invoer parameters hydraulische belasting golfklapberekening in BM Gras Buitentalud.

Met de in Figuur 5 en Figuur 6 weergegeven invoer is met BM Gras Buitentalud een faalfractie van 0,427 berekend. De berekende veiligheidsfactor is 2,341. Omdat de berekende veiligheidsfactor groter dan of gelijk is aan 1, voldoet dit vak aan de eisen in de gedetailleerde toets voor het toetspoot GEBU.

Nadere toelichting waterstandsverloop en belastingduur bovenrivieren

De belastingduur (stormduur) is een belangrijke invoerparameter voor GEBU. De voor de gedetailleerde toets gebruikte basismodule berekent hoe de belastingduur zich verhoudt tot de standtijd van de grasbekleding inclusief eventuele sterkte van de kleilaag. De standtijd is de tijd dat de grasbekleding en eventueel kleilaag een gegeven golfhoogte kan weerstaan. Met de berekening wordt dus gedurende de storm per tijdstap de afname van de sterkte van de grasbekleding bepaald. Als er falen optreedt, dan wordt door de basismodule aangegeven op welk tijdstip falen optreedt.

Ten aanzien van de belastingduur en het begrip 'waterstandsverloop' is voor het Bovenrivierengebied sprake van enige onduidelijkheid. Van belang is dat de golfbelasting in het Bovenrivierengebied maar gedurende een beperkte tijd optreedt tijdens een periode met hoge rivierafvoer. Dit is anders dan het waterstandsverloop voor de beoordeling van bijvoorbeeld het faalmechanisme macrostabiliteit waarbij gerekend wordt met een gehele afvoergolf van enkele weken (540 uur). Het waterstandsverloop voor de beoordeling van grasbekleding hoeft voor de bovenrivieren dan ook niet berekend te worden met de WBI software "Waterstandsverloop".

De vraag is dus welke waterstand, golfcondities en tijdsduur aangehouden moeten worden in het bovenrivierengebied voor GEBU. De invoer voor de synthetische storm in BM Gras Buitentalud bestaat uit twee tabellen:

- de buitenwaterstand tegen tijd (uur) en
- de buitenwaterstand tegen golfcondities.

De *Schematiseringshandleiding grasbekleding* stelt dat voor de stormduur in het bovenrivierengebied een duur van 12 uur moet worden aangehouden en dat voor het waterstandsverloop een constante waterstand kan worden aangehouden. De waterstand met de grootste golfhoogte is maatgevend, indien de kwaliteit van de graszode op het buitentalud niet varieert. In dit voorbeeld is de kwaliteit van de graszode homogeen. Voor het waterstandsverloop is daarom de waterstand met de grootste golfhoogte aangehouden (zie ook Figuur 6).

Bronnen

RWS – WVL, 2016a. *Schematiseringshandleiding hoogte*, Rijkwaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving - Ministerie van Infrastructuur en Milieu, status: definitief, december 2016

RWS – WVL, 2016b. *Schematiseringshandleiding hydraulische condities bij de dijkteen*, Rijkwaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving - Ministerie van Infrastructuur en Milieu, status: definitief, december 2016

RWS – WVL, 2017. *Schematiseringshandleiding grasbekleding*, Rijkwaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving - Ministerie van Infrastructuur en Milieu, status: definitief, januari 2017

Staatscourant 2016 nr. 65697, 2016. *Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017*, Ministerie van Infrastructuur en Milieu

WRIJ, 1968. *Aanlegtekening Schaapdijk*

WRIJ, 2001. *Geotechnisch onderzoek dijkring 47*

WRIJ, 2017. *Beoordeling Grasbekleding dijkring 47, 48.1 en 48.2*