

KKP Memo

Van : KKP Expertpool HR + Bekledingen
Datum : Donderdag 29 augustus 2019
Onderwerp : Beoordeling grasbekleding (GABU): werkwijze bij zandscheggen
Status : Definitief

Beoordeling grasbekleding (GABU): werkwijze bij zandscheggen

1. Onderwerp

Deze memo beschrijft een voorstel van de KKP Expertpool HR + Bekledingen voor de werkwijze beoordeling grasbekleding (GABU) bij zandscheggen. De probleemstelling in paragraaf 2 is behandeld tijdens de KKP werkdag HR + Bekledingen op 8 april 2019 en met een team van betrokken beheerders nader uitgewerkt. Zo is een praktische werkwijze ontstaan om in een nadere analyse bij zandscheggen toch tot een onderbouwd oordeel te komen. Deze is werkbaar wanneer er een voldoende dikke kleilaag op het talud ligt. De werkwijze wordt in deze memo beschreven.

2. Probleemstelling

In de beoordeling van Grasbekleding Afschuiven Buitentalud (GABU) moet rekening worden gehouden met zandscheggen. Een zandscheg ontstaat wanneer bij versterking een kleikern is aangevuld met een zandlaag, en is afgedekt met klei. Bij aanwezigheid van een zandscheg mag geen gedetailleerde beoordeling worden uitgevoerd omdat wateroverdrukken in de het zandlichaam kunnen ontstaan. Wanneer ontwerpgegevens ontbreken of incompleet zijn, kan een zandscheg niet worden uitgesloten. De mogelijkheden zijn dan als volgt:

- Aanvullend grondonderzoek (zeer fijnmazig – praktisch onwerkbaar);
- Geavanceerde grondwaterstromingsberekeningen;
- Uitvoeren van een grootschalige proef;
- Beschrijven van het faalproces, waarbij eventueel gebruik wordt gemaakt van reststerkte.

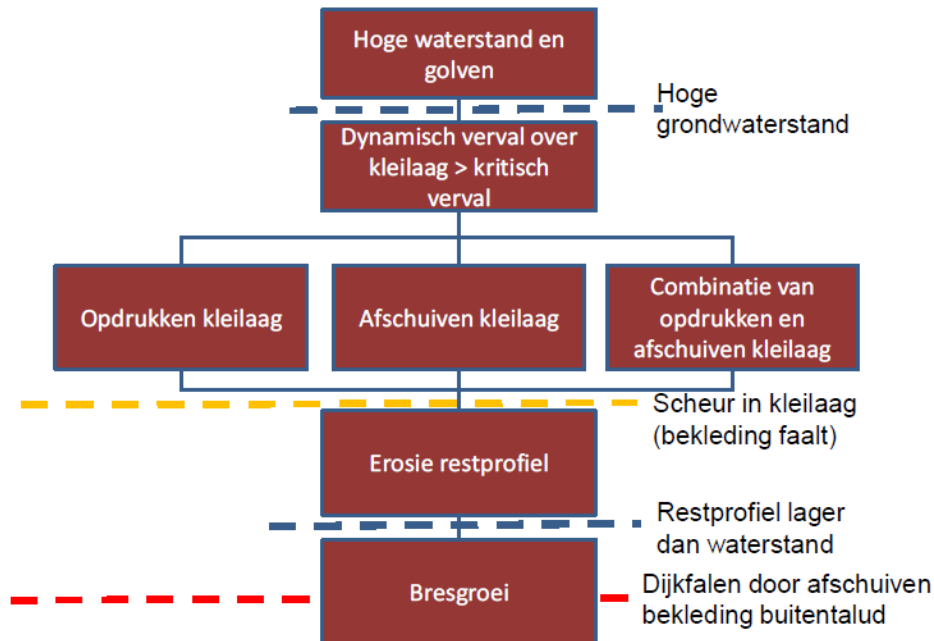
Aanvullend grondonderzoek, geavanceerde grondwaterstromingsberekeningen of het uitvoeren van een grootschalige proef zijn een grote inspannings- en kostenpost. In de meeste gevallen zal een beheerder eerst proberen met een onderbouwing van het faalproces tot een voldoende oordeel te komen. Bij afschuiven van het buitentalud in relatie tot zandscheggen was veel onduidelijkheid bij beheerders over welke faalprocessen wel en niet realistisch zijn. Het faalproces is daarom verder uitgewerkt.

3. Faalproces

Het faalproces voor het afschuiven van de grasbekleding is als volgt:

1. Door hoogwater is de freatische lijn in het zand onder de klei hoog;
2. Op het moment van golfneerloop, vlak voor een volgende golf op het talud klapt, is de druk op het talud laag;
3. Over een deel van de kleilaag ontstaat een ongunstig buitenwaarts gericht verval;
4. De effectieve spanning op het grensvlak tussen de kleilaag en het zand neemt af of gaat helemaal verloren;
5. De kleilaag drukt op, schuift af, of er ontstaat een combinatie van beide mechanismen;
6. Te grote vervormingen leiden tot het breken van de grasbekleding;

7. De kleilaag verliest zijn erosiebestendigheid. Door golven zal de kleilaag en het onderliggende zand verder worden aangetast;
8. Doorgaande erosie zorgt voor kruindaling, bresvorming en overstroming van het achterland.



Figuur 1 – Faalproces Grasbekleding Afschuiving Buitentalud (GABU)

Belangrijke factoren voor het optreden van dit mechanisme zijn daarom:

- Er is sprake van een **zanddijk met kleibekleding**;
- In het zand onder de kleilaag is een hoog freatisch vlak aanwezig, in elk geval hoger dan het punt van maximale golfneerloop. Hiervoor moet:
 - a. de **kleibekleding (deels) relatief doorlatend** zijn zodat er bij hoogwater makkelijk water in het zand doordringt, en;
 - b. het **zandlichaam slecht gedraineerd** zijn zodat de waterdruk zich in het zand kan opbouwen.
- De grootte van de belasting wordt bepaald door de **mate van golfsterkte**. Bij grote golven is het verschil tussen de buitenwaterstand en het punt tot waar de golf zich terugtrekt het grootst. Hoe groter de golfhoogte hoe ongunstiger dit is.

4. De invloed van zandscheggen op het faalproces

Bij aanwezigheid van een zandscheg is het onderliggende zandlichaam klein. Bij indringend water zal hierdoor het freatisch vlak sneller stijgen dan in een dijk die volledig uit zand bestaat. De buitenwaarts gerichte druk bij golfsterkte neemt toe, en hierdoor neemt de kans op opdrukken of afschuiven van de kleilaag toe.

5. Werkwijze bij zandscheggen

Afschuiven van de grasbekleding kan dus alleen optreden wanneer de kleilaag voldoende doorlatend is, het zandlichaam voldoende klein en/of de belasting voldoende groot. Het is praktisch vrijwel onmogelijk om de aanwezigheid van een zandscheg uit te sluiten of de grootte te bepalen (tenzij er recente bouwtekeningen aanwezig zijn). In een Toets op maat kan op basis van kleilaagdikte, de grootte van de belasting, of de verhouding tussen die twee wel de invloed van een zandscheg worden uitgesloten. Zo kan de eenvoudige en/of gedetailleerde toets alsnog gedaan worden

Dikte kleilaag

Als de kleilaag voldoende ondoorlatend is, en opbouw van waterdruk niet kan plaatsvinden, heeft een zandscheg geen invloed op het faalmechanisme GABU. De doorlatendheid van een kleilaag is lastig te bepalen. Daarom wordt de dikte van de kleilaag als maat voor de doorlatendheid aangehouden:

1. Bodemvormende processen vinden plaats in de eerste meter. Hier is de doorlatendheid groot. Daaronder is de kleilaag behoorlijk ondoorlatend (orde grootte 10^{-6} m/s voor kleilagen boven de grondwaterstand);
2. Bij een ondoorlatende kleilaag kan er onvoldoende waterdruk in een potentiële zandscheg opbouwen;
3. Bij een kleilaag dikker dan 1m wordt daarom aangenomen dat zandscheggen geen invloed hebben op het toetsspoor GABU. De beoordeling kan dan worden vervolgd met stap E.3. van de eenvoudige toets of een gedetailleerde toets.

Bovenstaande is in tegenspraak met het antwoord op helpdeskvraag 18112215. Hier werd echter verwezen naar een praktijkproef waarbij de kleilaag dunner dan 1 m was, zie bijlage 1.

Groote golfbelasting

In deze memo niet verder uitgewerkt.

Groote zandlichaam

Een alternatieve aanpak om toch de invloed van de grootte van het zandlichaam te onderzoeken: de grootte van een zandlichaam is praktisch vrijwel onmogelijk te bepalen (grote hoeveelheid grondonderzoek nodig). Een alternatief is een analyse in D-Geostability waarbij de grootte van een zandscheg in verhouding tot de kleilaagdikte en waterdruk gemodelleerd kunnen worden, om zo de invloed op GABU te bepalen.

6. Geavanceerde berekeningen

De Helpdesk Water stelt voor (vraag 18112215; zie bijlage):

1. Berekening van de afschuiving met modellen of rekenregels van grof naar fijn. Zo zijn er eenvoudige rekenregels voor wateroverdrukken (bv TR Waterspanningen) tot geavanceerde modellen (PLaxis kan zelf ook de waterspanningen bepalen). Uit het antwoord 18061571 blijkt dat naast wateroverdruk ook de extra afdrijvende krachten die ontstaan bij terugtrekking van golven op het talud moeten worden beschouwd. Welk model hiervoor gebruikt kan worden is niet genoemd en voor verdere vragen hierover verwijzen we naar Deltares. Verder ligt een semi-prob. aanpak met rekenwaarden het meest voor de hand. In de ISO normering zijn standaard-invloedscoëfficiënten α_R gegeven waarmee veiligheidsfactoren kunnen worden afgeleid voor sterkteberekeningen. Variatiecoëfficiënten hiervoor moeten volgen uit veldmetingen of literatuur.
2. Bepalen of er voldoende reststerkte over is na afschuiving van de kleilaag. Dit is recent uitgewerkt voor de Grebbedijk (WS Vallei en Veluwe, Michiel Nieuwenhuis) in geval van erosie van de grasmat. Echter in geval van GABU schuift de gehelde kleilaag af en lijkt dit spoor derhalve op voorhand niet tot een goedkeuren te kunnen leiden.
3. De locaties van de zandscheggen met boringen nauwkeurig in beeld brengen en vervolgens (na afkeuren) te verwijderen door afgraving. Indien toch al versterkt moet worden op andere faalmechanismen is dit sowieso een zeer belangrijke optie om te overwegen.

Bijlage 1 – Helpdesk vraag 18 11 2215 (Aa en Maas)

Beste,

Op 26 november heeft u een vraag aan ons gesteld.

Uw vraag is:

Bij de beoordeling van het toetsspoor GABU komen we in het grondonderzoek enkele mogelijke zandscheggen tegen. Ook op basis van oude bestektekeningen is het niet uit te sluiten dat zand hier is ingesloten onder een (dikke) kleilaag (~1.5m). De golfhoogtes zijn ongeveer van de zelfde grootte als de deklaagdikte (~1.5m). Hiermee voldoen deze vakken niet aan de toepassingsvoorwaarde die gesteld worden in Bijlage III.

Bij een gedetailleerde beoordeling, wanneer deze toepassingsvoorwaarden worden genegeerd, is het resultaat van de linkerkant van Vgl 12.1 uit Bijlage III ~1.5. Dit is een factor 2 kleiner dan de eis van 3. Daar de "sterkte" lineair afneemt bij toenemende golfhoogtes zou deze kleibekleding dan ook pas falen bij een golfhoogte van 3m. De precieze effecten van een zandscheg op de waterspanningen in een hoogwatersituatie vind ik echter lastig in te schatten, en daarmee ook de grenzen van de validiteit van bovenstaande toets.

Mijn mening is dan ook dat, hoewel er mogelijk zeer lokale zandscheggen van geringe grootte aanwezig kunnen zijn, de deklaag dermate dik is ten opzichte van de maximaal voorkomende golfhoogtes dat falen bij de norm op dit toetsspoor niet realistisch is, zeker gezien de overige ruim goedgekeurde vakken binnen dit normtraject. Ik zou dit dan ook graag binnen een beheerdersoordeel in de toets op maat opnemen en de vakken goedkeuren (IIv).

Mijn vragen:

- Kunt u zich vinden in bovenstaande beredenering?
- Wat is er nodig ter "bewijslast" in een beheerdersoordeel in een toets op maat om zo gegrond een oordeel te kunnen geven? We hebben immers geen ervaring met deze waterstanden en golfhoogtes.

Met vriendelijke groet,

In antwoord op uw vraag geven wij de volgende informatie:

U heeft telefonisch contact gehad met Robert Vos. Daarin is het volgende besproken: Bijlage III van WBI2017 verwijst niet voor niets naar een Geavanceerde toets bij zandscheggen. Ook in het Technisch rapport Steenzettingen van de TAW uit 2003 wordt gesteld dat voor de situatie van een zandscheg altijd een geavanceerde toetsing nodig is. Vorig jaar is ihkv de POV macrostabiliteit een infiltratieproef uitgevoerd op de Lekdijk waarbij al bij een overslagdebiet van 0,6 l/m/s een afschuiving van de kleilaag op het buitentalud optrad. Dit werd toegedicht aan zandscheggen (pers. comm. Harm Rinkel, dossier macrostabiliteit van BOI).

[Opmerking HHSK: bovenstaande proef is uitgevoerd op de IJsseldijk. De zandscheg lag hier dicht aan de oppervlakte onder een dunne kleilaag (als ik het goed begrijp 0,75 m klei met verstoringen/losse pakking). In dat geval is het risico op afschuiven inderdaad groot, maar dit is geen representatieve situatie voor locaties met een dikke deklaag.]

In de TR Steenzettingen van de TAW 2003 wordt voor de geavanceerde toets verwezen naar het gebruik van rekenmodellen die destijds vigerend waren. Dat is enerzijds een model voor het bepalen van de belasting in de vorm van waterdrukken (Seep/W), en anderzijds een sterktemodel voor het berekenen van de instabiliteit die leidt tot afschuiving (Plaxis) waarbij de belastingen als invoer dienen.

In bijgevoegd antwoord op Helpdeskvraag 18061571 wat is gestuurd aan Gert de Jonge van Rijn en IJssel (aanbevolen wordt ook met hem dit kort te sluiten) worden 2 sporen voorgesteld voor een geavanceerde toets:

- 1) Berekening van de afschuiving met modellen of rekenregels van grof naar fijn. Zo zijn er eenvoudige rekenregels voor wateroverdrukken (bv TR Waterspanningen) tot geavanceerde modellen (PLaxis kan zelf ook de waterspanningen bepalen). Uit het antwoord 18061571

blijkt dat naast wateroverdruk ook gekeken zou moeten worden naar extra afdrijvende krachten die ontstaan bij terugtrekking van golven op het talud. Welk model hiervoor gebruikt moet worden is niet genoemd en voor verdere vragen hierover verwijzen we naar Deltares. Verder ligt een semi-prob. aanpak met rekenwaarden het meest voor de hand. In de ISO normering zijn standaard-invloedscoëfficiënten α_R gegeven waarmee veiligheidsfactoren kunnen worden afgeleid voor sterkteberekeningen. Variatiecoëfficiënten hiervoor moeten volgen uit veldmetingen of literatuur.

2) Bepalen of er voldoende reststerkte over is na afschuiving van de kleilaag. Dit is recent uitgewerkt voor de Grebbedijk (WS Vallei en Veluwe, Michiel Nieuwenhuis) in geval van erosie van de grasmat. Echter in geval van GABU schuift de gehele kleilaag af en lijkt dit spoor derhalve op voorhand niet tot een goedkeuren te kunnen leiden.

Een derde optie die de Helpdesk Water voorstelt is om de locaties van de zandscheggen met boringen nauwkeurig in beeld te brengen en vervolgens (na afkeuren) te verwijderen door afgraving. Indien toch al versterkt moet worden op andere faalmechanismen is dit sowieso een zeer belangrijke optie om te overwegen.

Wij vertrouwen erop dat wij uw vraag hiermee naar tevredenheid hebben beantwoord. Voor eventuele vervolgvragen kunt u contact opnemen via onderstaande contactgegevens.

Met vriendelijke groet,

Rijkswaterstaat

Bijlage 2 – Gespreksverslag expertsessie gras - deel GABU (HHSK en Deltares)

Notitie

Voor: Iv-Infra/HHSK
Van: A. van Sabben
Datum: 22 maart 2019
Referentie: INFR180561 Beoordeling Waterkeringen Lekdijk 15-2
Onderwerp: Vragen expertsessie gras, Deltares
Contactpersoon Deltares: A. van Hoven
Versie: 0
Status: Concept

Vraag GABU:

Vanuit de beoordeling is het niet duidelijk waardoor afschuiven van de grasbekleding bij zandscheggen precies wordt veroorzaakt. De reden is wateroverdruk maar hoe deze wateroverdruk wordt veroorzaakt (door hoge waterstanden of door golven) is onduidelijk. Hoe werkt het faalmechanisme bij zandscheggen precies? Wanneer is iets een zandscheg en hoe kun je hier zinvol een nadere analyse voor uitvoeren om toch tot een goed onderbouwd oordeel te komen (door een Toets op Maat).

Antwoord:

Aandrijvend mechanisme is de hoge waterstand in de zandscheg. Afschuiving treedt op als gevolg van een waterdrukverschil door terugtrekkende golven (bij hoge binnenwaterstand en grote golf terugtrekking). O.b.v. golfloop en terugtrekking kan hiervoor evt. een waterstandsverschil voor worden bepaald en kan o.b.v. bijv. een DGeostability analyse uitgevoerd worden.

Bij golfhoogte << kleiner dan dikte kleilaag, dan is het logisch (vanuit evt. stabiliteitsanalyses) dat dit niet leidt tot afschuiving, ook omdat de doorlatendheid een stuk minder is dus de toename van het freatische vlak in de zandscheg is ook beperkt.

Doorlatendheid van kleilagen is lastig te bepalen. Bodemstructuurvormende processen zijn na ca. 1 m wel voorbij. Een doorlatendheid van 10^{-6} m/s is beneden die zone (wel boven GWS) wel haalbaar. Beneden GWS gaat de doorlatendheid richting 10^{-8} m/s.