

Notitie

Referentienummer

Datum

Kenmerk

28 mei 2012

312890

Betreft

Gemaal Vijfhuizen - Hallum

Inleiding

In opdracht van Dienst Landelijk Gebied is door Grontmij onderzoek verricht naar de stabiliteit van de nieuw te graven watergangen ten behoeve van het gemaal Vijfhuizen te Hallum. Specifieke aandacht gaat daarbij uit naar de aanwezigheid van 'loopzand' en de aanwezige bebouwing (5 woningen) op korte afstand van de te graven watergang.

Doelstelling

Doel van het uitgevoerde onderzoek is het verkrijgen van inzicht in de bodemopbouw en het beoordelen van de risico's op het ontstaan van instabiliteit van de nieuw te graven watergangen, in het bijzonder ter hoogte van de bestaande bebouwing. Voor het verkrijgen van een gedetailleerd inzicht in de bodemopbouw zijn verspreid over de te graven watergangen in totaal 33 handmatige boringen uitgevoerd, waarvan 26 tot een diepte van 3,0 m beneden het maaiveld (m –mv) en zeven tot 5,0 m –mv. Daarnaast zijn tien elektrische sonderingen tot 20 m –mv uitgevoerd, allen met meting van zowel de conusweerstand als de plaatselijke wrijvingsweerstand.

Bodemopbouw en grondwaterstand

Op basis van de uitgevoerde boringen wordt geconcludeerd dat de bodem ter plaatse van de te graven watergangen overwegend tot een diepte van circa 1,5 m –mv uit relatief vaste siltige tot zandige klei bestaat. Daaronder komt in de meeste gevallen een laag sterk siltig, zeer fijn zand voor met een dikte van 1 à 1,5 m. Uit de sonderingen valt af te leiden dat deze zandlaag een zeer losse pakking heeft. De gemeten conusweerstand in de betreffende laag variëren globaal van 1 tot 3 MPa. Tussen 3 en 7 m –mv worden afwisselend zandige kleilagen en los gepakte zandlagen aangetroffen en vervolgens een veenlaag van 0,5 à 0,7 m dikte. Aansluitend komt enkele meters matig vast gepakt zand voor, vervolgens een sterk zandige kleilaag en vanaf circa 15 m –mv een zeer vast gepakte zandlaag. Deze laatste zandlaag zet zich in de meeste gevallen tot de maximaal verkende diepte (20 m –mv) door.

Op basis van roest- en reductieverschijnselen in de boorprofielen wordt geschat dat de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) zich rond 0,4 m –mv bevindt. De gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) wordt geschat op 1,3 à 1,5 m diepte.

Voor de stabiliteit van de nieuw te graven watergangen is de zeer los gepakte zandlaag tussen 1,5 en 2,5 à 3 m –mv meest relevant. In deze laag dient een belangrijk deel van het te graven onderwatertalud te worden gerealiseerd.

Stabiliteit

Voor de beoordeling van de stabiliteit van de watergang is met name nabij de vijf bestaande woningen intensief grondonderzoek verricht en is een representatief dwarsprofiel opgenomen van het huidige maaiveldverloop (dwarsprofiel 60). Uit het dwarsprofiel valt af te leiden dat in de huidige situatie op slechts drie meter achter de woningen een sloot aanwezig is met relatief steile taluds. Het voornemen bestaat om de huidige sloot te dempen en een nieuwe brede watergang

met flauwere taluds te graven, waarvan de insteek circa 8 m achter de bestaande bebouwing komt te liggen.

Voor de beoordeling van de stabiliteit van de sloot in relatie tot de bestaande bebouwing is een macro-stabiliteitsberekening uitgevoerd volgens de methode Bishop. Hiervoor is de bodem geschematiseerd op basis van de sonderingen 4 tot en met 8, die direct achter de woningen zijn uitgevoerd (zie bijlage). Ten behoeve van de berekening is een doorsnede geschematiseerd op basis van dwarsprofiel 60 en sondering 6. Voor de verschillende bodemlagen zijn de geotechnische eigenschappen ingeschat aan de hand van tabel 1 van NEN 6740 en vermeld in onderstaande tabel.

Tabel: geotechnische eigenschappen grondlagen

grondsoort	volumegewicht in kN/m ³		ϕ , ¹⁾ [°]	c , ²⁾ [kPa]
	veldvochtig	verzadigd		
klei, zwak zandig, matig vast	18	18	22,5	5
klei, zwak zandig, slap	15	15	22,5	0
klei, sterk zandig	18	20	27,5	0
veen, matig voorbelast	12	12	15	2,5
zand, los gepakt	17	19	30	0
zand, matig gepakt	18	20	32,5	0
zand, vast gepakt	19	21	35	0

¹⁾ effectieve hoek van inwendige wrijving

²⁾ effectieve cohesie

In de berekening is een hoge grondwaterstand aangehouden, rond het geschatte GHG-niveau. Er is vanuit gegaan dat de bestaande sloot wordt gedempt met klei.

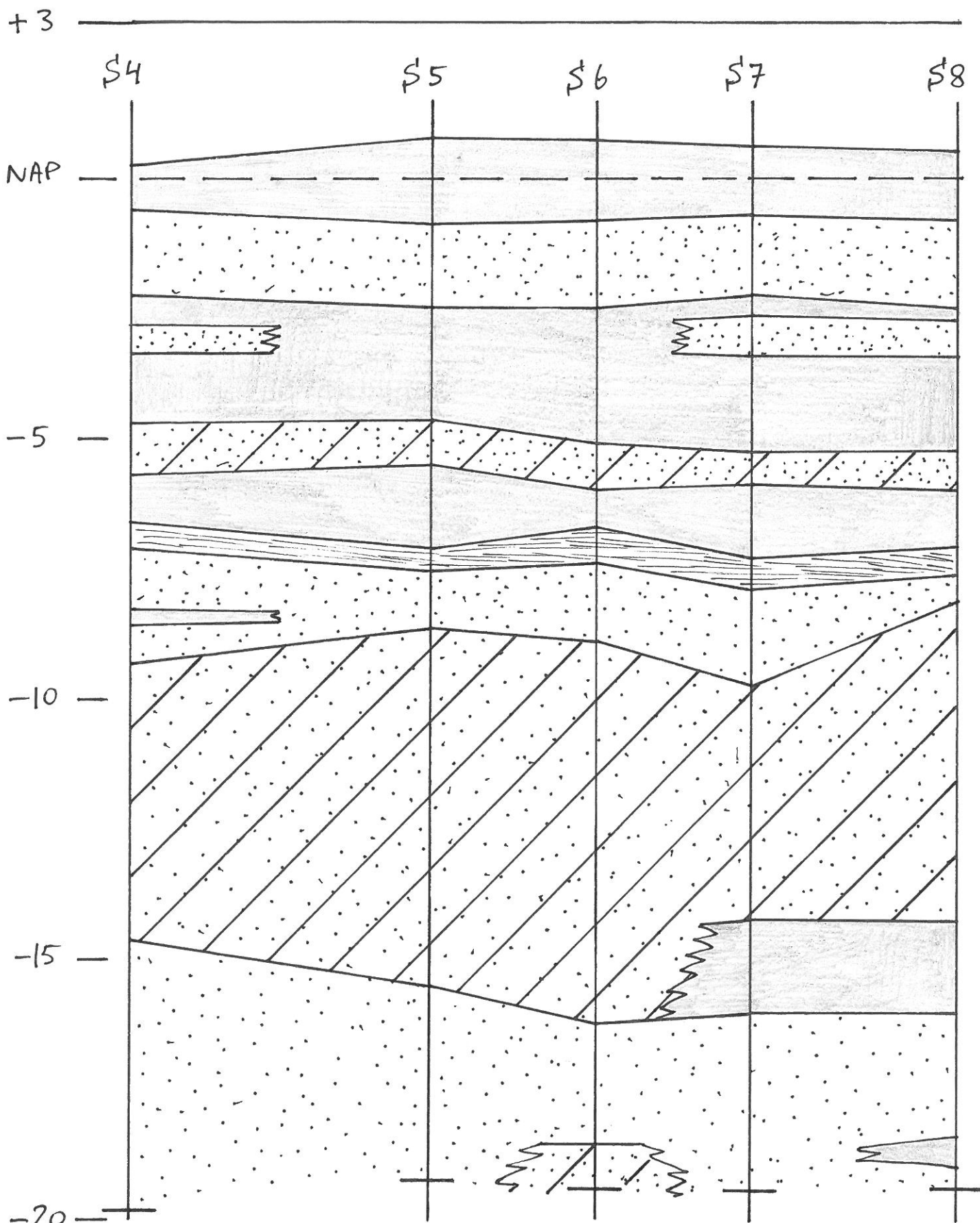
Berekend is de macro-stabiliteit van de huidige sloot en van de nieuwe situatie, waarin de bestaande sloot wordt gedempt en de nieuwe watergang wordt gegraven. Resultaten van de berekeningen zijn opgenomen in de bijlagen en tonen de meest kritische glijcirkel door de ondergrond. De ligging van de kritische cirkels is iteratief bepaald en de veiligheid hiervan is gekarakteriseerd met een zogeheten veiligheidsfactor. Deze veiligheidsfactor is het quotiënt van de maximale afschuifweerstand door de ondergrond en het aandrijvend moment door het gewicht van de grond. Een veiligheidsfactor kleiner dan 1,0 duidt derhalve op een instabiele situatie. Veiligheidshalve wordt meestal gehanteerd dat de veiligheidsfactor minimaal 1,3 dient te bedragen. Uit de berekeningen in de bijlage kan worden geconcludeerd dat de veiligheidsfactor tegen afschuiven van de huidige sloot 1,54 bedraagt. Hierbij zij opgemerkt dat een minimale glijvlakdiepte van 2,0 m is gedefinieerd. Het steile bovenwatertalud van de sloot is theoretisch niet stabiel. Voor de nieuw te graven sloot is de berekende veiligheidsfactor 2,02. Daarbij is uitgegaan dat de demping van de bestaande sloot geen consolidatie van cohesieve lagen heeft veroorzaakt. In de eindsituatie (na zetting en consolidatie als gevolg van de ophoging) zal de veiligheidsfactor nog hoger zijn.

Opgemerkt wordt dat de belasting als gevolg van de woningen niet in de berekeningen is meegenomen, mede doordat geen gegevens over de fundering bekend zijn. Schetsmatig is de achtergevel van de woningen in de bijlagen met de berekende glijcirkels aangegeven. Hieruit blijkt dat de woningen zich aan de rand van de berekende glijcirkels bevinden. Rekening houdend met een funderingsdiepte van tenminste 1 m –mv ligt de funderingsbelasting buiten de berekende glijcirkels.

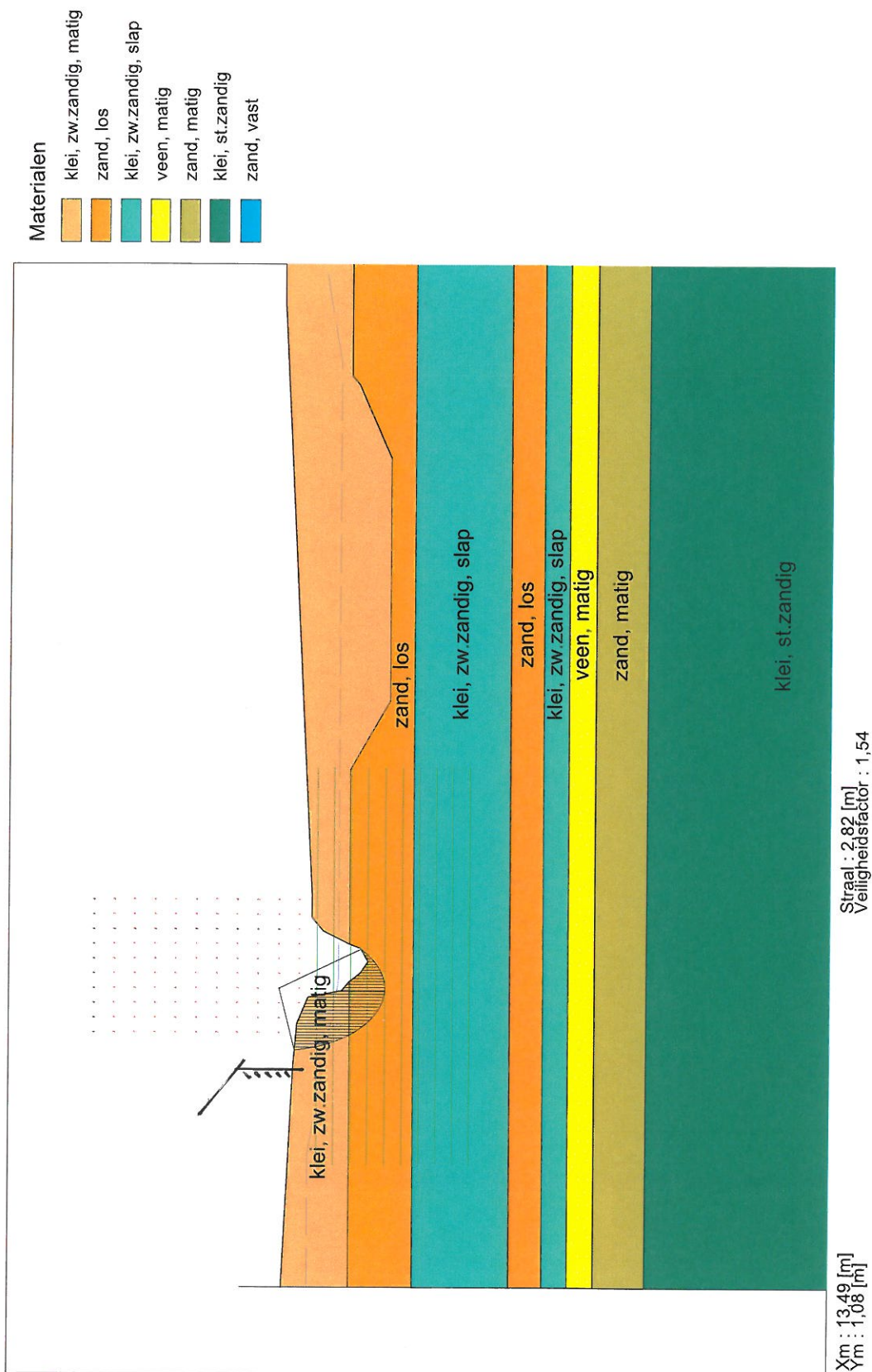
Conclusies en advies

Op basis van het uitgevoerde grondonderzoek wordt geconcludeerd dat ter plaatse van de nieuwe te graven watergangen een zeer los gepakte zandlaag voor komt tussen circa 1,5 en 3,0 m –mv. De betreffende laag blijkt bij de voorgenomen geometrie van de te graven sloot niet beperkend voor de stabiliteit van de aanwezige woningen te Vijfhuizen. Achter de woningen bevindt zich in de huidige situatie een sloot met steile taluds, waarvan de insteek zich op slechts 3 m achter de woningen bevindt. Deze sloot zal worden gedempt en de insteek van de nieuwe sloot wordt verplaatst tot minimaal 8 m achter de woningen. De nieuwe sloot heeft bovendien flauwere taluds. De kans op macro-stabiliteitsverlies van het nieuwe sloottalud is daardoor aanmerkelijk kleiner dan van de oude sloot.

Een potentieel risico is het ontstaan van erosie rond de toekomstige waterlijn. De waterlijn ligt juist rond de overgang tussen de kleideklaag aan maaiveld en de zeer slecht gepakte zandlaag in de ondergrond. De kans is aanwezig dat rond de waterlijn zand uitspoelt uit het talud, waardoor de bovenliggende kleideklaag wordt ondermijnd en afkalft. Dit proces zal niet snel leiden tot omvangrijke afschuivingen en vormt derhalve geen risico voor de aanwezige woningen. Wel zal afkalving kunnen leiden tot hoge onderhouds-/herstelkosten. Ter beperking van afkalving wordt geadviseerd het onderwatertalud minimaal tot op de plasberm af te dekken met 0,5 m klei. Eventueel zal ook de plasberm kunnen worden voorzien van een dunne kleideklaag, met name om begroeiing hiervan (met riet) te bewerkstelligen. Voor de taluds zonder plasberm wordt het aanbrengen van een kleideklaag in de zone rond de waterlijn technisch niet uitvoerbaar geacht (vanwege het ontbreken van de plasberm die als steunberm fungeert). Geadviseerd wordt om rond de waterlijn minimaal een talud 1:3 toe te passen. Een en ander is schematisch weergegeven in de bijlagen.



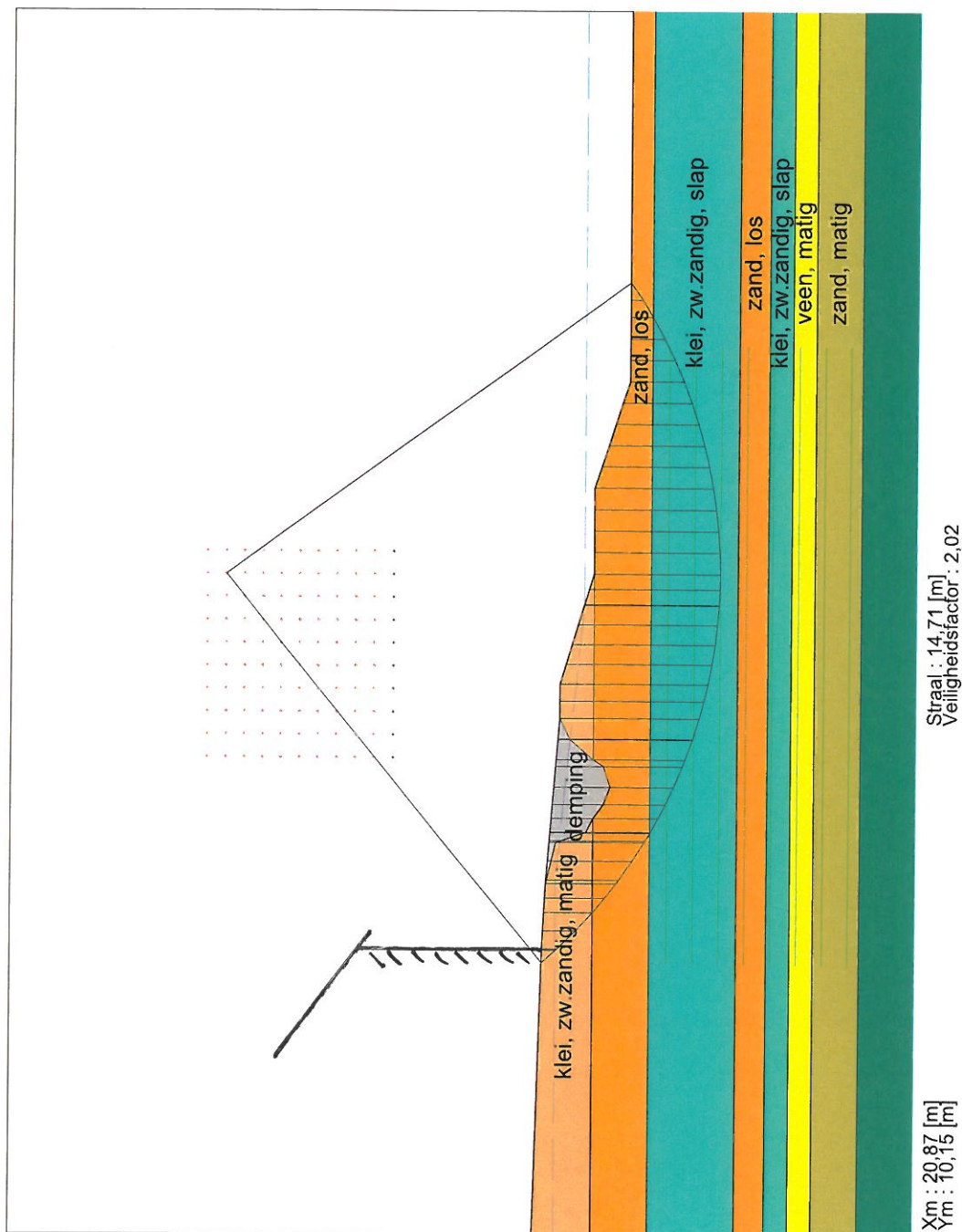
Kritische Cirkel Bishop



Grontmij Postbus 29 9400 AA Assen Tel 0592-338899 Fax 0592-330667	D-Geo Stability 10.1 : profiel 60 met oude sloot.sti	
	datum	get.
	28-5-2012	YH
Gemaal Vijfhuizen - Hallum Dwarsprofiel 60 - sondering 6 Macro-stabiliteit huidige sloot	312890	ctr.
	Bijl.	form. A4

Kritische Cirkel Bishop

- Materialen
- demping
 - klei, zw.zandig, matig
 - zand, los
 - klei, zw.zandig, slap
 - veen, matig
 - zand, matig
 - klei, st.zandig
 - zand, vast



Postbus 29
9400 AA Assen

Tel 0592-338899
Fax 0592-330667

D-Geo Stability 10.1 : profiel 60 sloot gedempt.sti

datum

28-5-2012

get.

YH

Gemaal Vijfhuizen - Hallum
Dwarsprofiel 60 - sondering 6

312890

ctr.

Macro-stabiliteit nieuw te graven sloot

Bijl.

form.

A4