



Memo

Aan

Kopie aan

Datum

22 maart 2021

Contactpersoon

Ons kenmerk

21.011638

Projectnummer

01.2536-001

Onderwerp

Herijking Geuzensloot

Naar aanleiding van de scopebepaling P033 (corsa nummer: 19.034770) is een vraag gesteld om een herijking uit te voeren van het oordeel met inclusie van aanvullend grondonderzoek. Er is bekend dat er een versterking heeft plaatsgevonden op het traject, echter deze documenten konden niet achterhaald worden tijdens de scope fase. Daarom is besloten om extra grondonderzoek uit te voeren op de locaties waar een dijkversterking mogelijk is toegepast in het verleden. Tevens bied dit extra mogelijkheden om ook onderzoek uit te voeren naar aanvullende relevante parameters voor de stabiliteitsberekeningen, onder andere: stijghoogte, sterkte op veen en volumiek gewichten. In deze memo is uiteen gezet wat het nieuwe oordeel is inclusief de resultaten van het grondonderzoek, uitgevoerd in december 2020.

In de scopebepaling zijn de volgende dijkvakken afgekeurd op stabiliteit:

1. Dijkvak 29, 30, 30A, metrerings 2811 tot 3456
2. Dijkvak 32, metrerings 1997 tot 2726
3. Dijkvak 34, metrerings 584 tot 761

De opzet van de memo volgt de bovenstaande drie punten. Per punt wordt eerst het grondonderzoek beschreven met de parameters die aangepast zijn en vervolgens het effect op de stabiliteitsanalyse. Indien een dijkvak alsnog afgekeurd is, dan volgt een beschrijving van het schetsontwerp. Eerst wordt het veldwerk per dijkvak beschreven inclusief de parameters die nader onderzocht zijn. Daarna wordt het effect op de stabiliteitsanalyse beschreven per dijkvak.

Ter informatie is een tabel opgenomen met de metrerings van alle dijkvakken van de Geuzensloot.

Tabel 1: Dijkvaknummering Geuzensloot

Memo

Dijkvak	Traject (nieuw) [m]	
	Van	Tot
38 ¹	0	45
37	45	250
36	250	433
35	433	584
34	584	761
33B	761	1067
33A	1067	1159
33	1159	1889
32B ¹	1889	1966
32A	1966	1997
32	1997	2726
31	2726	2811
30B ¹	2811	2950
30A ¹	2950	3304
30	3304	3387
29	3387	3456

Datum
22 maart 2021

Ons kenmerk
21.011638

Pagina
2 van 16

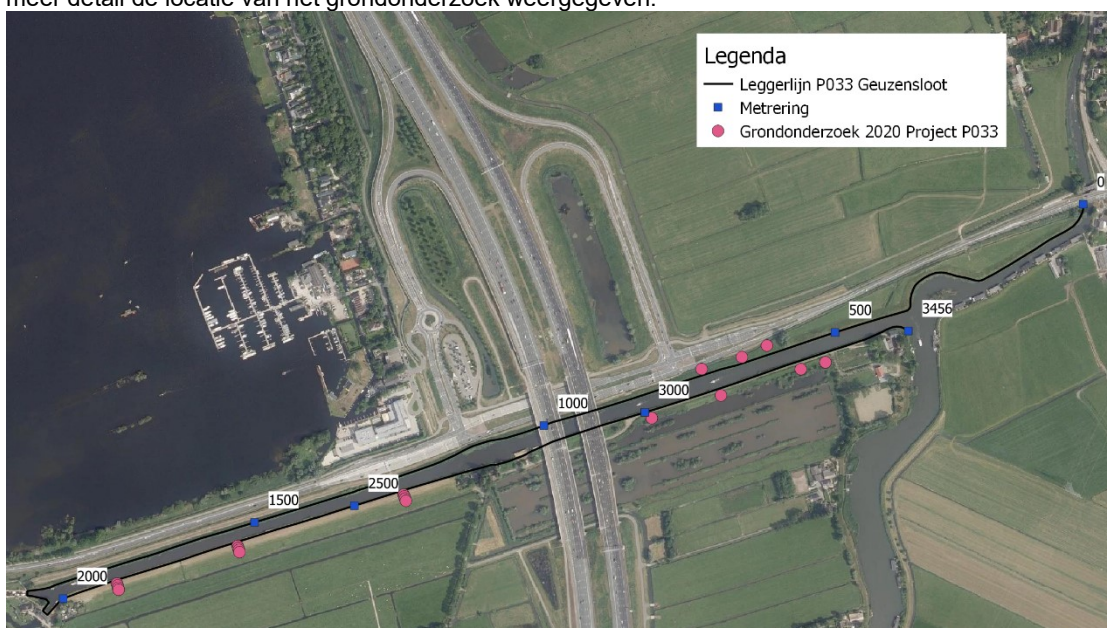
1: betreft een toegevoegd dijkvak ten opzichte van de toetsing uit 2012.

1. Dijkvak 29, 30, 30A

Grondonderzoek Dijkvak 29, 30, 30A en sterkteparameters

In dijkvak 30A zijn drie handboringen uitgevoerd en één Ackermannboring met een peilbuis. Wekelijks is hier sinds uitvoering van het veldwerk de stijghoogte in het watervoerende pakket gemeten. Er zijn monster uit de handboringen en Ackermannboringen geanalyseerd om het volumiek gewicht te bepalen van veen en klei. Tevens zijn met behulp van een Geonor ter plaatse van de drie handboringen Vin-proeven uitgevoerd om de sterkte van het veen te bepalen.

In Figuur 1 is de locatie weergegeven van het grondonderzoek. In de bijlage is in meer detail de locatie van het grondonderzoek weergegeven.



Figuur 1: Locatie uitgevoerd grondonderzoek P033

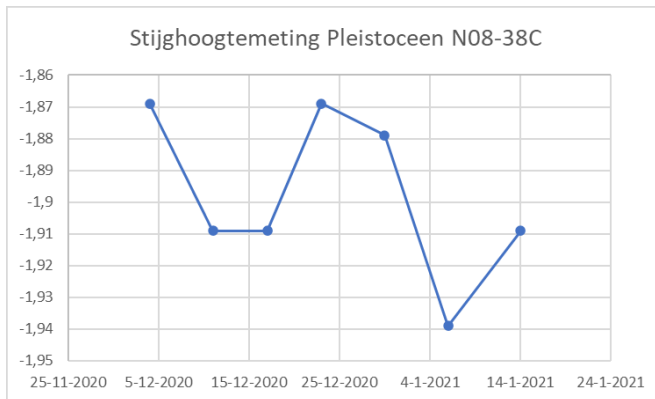
Memo

De gemiddelde stijghoogte is in Figuur 2 weergegeven. Dit toont een licht verschil met de huidige stijghoogte die aangehouden is in de berekeningen. In de huidige berekeningen is een stijghoogte van NAP-1,95 m aangehouden. Conform de metingen wordt dit bijgesteld naar de gemiddelde waarde van NAP-1,90m.

Datum
22 maart 2021

Ons kenmerk
21.011638

Pagina
3 van 16



Figuur 2: Stijghoogtemeting N08-38C, gemiddeld NAP-1,90 m, filterdiepte op NAP - 8,82 m (7,25 m onder maaiveld)

De sterkte op het veen is bepaald door middel van een Geonor. Deze is in de grond gestoken tot een diepte van MV-3m, MV-3,5 en MV-4m. De geonor is eerst op diepte gedrukt. Daarna is de ongedraineerde schuifweerstand bepaald door de vin rond te draaien in de grond. De ongedraineerde schuifweerstand kan dan, afhankelijk van de grootte van de vin afgelezen op de binnenste of buitenste schaal van het meetinstrument. Dit gebeurt met een constante snelheid. De kracht die daarvoor benodigd is, is gemeten. Bij het toenemen van de rotatie neemt de daarvoor benodigde kracht toe, tot een maximum wordt overschreden. Deze piekwaarde wordt de ongeroerde sterkte of ongedraineerde schuifsterkte genoemd, f_{undr} . Nadat de pieksterkte is overschreden, wordt de Geonor/vin meerdere malen snel rondgedraaid. De sterkte die dan maximaal wordt bereikt wordt aangeduid met de geroerde sterkte of verknechte sterkte $f_{\text{undr,rem}}$ (undrained remoulded strength). Het veen is dan bezweken, en de vezelstructuur gescheurd. In de huidige analyse is de vin 25 keer rondgedraaid. De $f_{\text{undr,rem}}$ is lager ten opzichte van de f_{undr} . Deze waarden zijn gemeten in tons/square, dit is omgerekend naar de gebruikelijke eenheid kPa.

Vervolgens zijn de waarden vergeleken met de karakteristieke waarden van de regionale proevenverzameling. Daarvoor is de effectieve spanning benodigd op de dieptes waar de proef is uitgevoerd. Voor de effectieve spanning is het volumiek gewicht benodigd en de grondwaterstand.

De volumieke gewichten zijn gebruikt die bepaald zijn door Omegam. Voor veen is het gemiddelde bepaald van alle labproeven die op het veen zijn uitgevoerd. Voor klei is het gemiddelde bepaald per dijkvak/per soort klei.

De grondwaterstand is opgenomen in de Ackermannboring. Hierbij is aangenomen dat deze grondwaterstand ook heerst ter plaatse van de drie handboringen die verderop zijn uitgevoerd.

De analyse van de effectieve spanning en het volumiek gewicht is in de bijlage opgenomen van deze memo. De schuifspanning is uitgezet tegen de effectieve spanning en deze is in de grafiek uitgezet van de regionale proevenverzameling.

Memo

Hierbij is de remoulded strength gebruikt, zodat de sterkte op het veen niet overschat worden, dus een conservatieve methode is hierin gehanteerd.

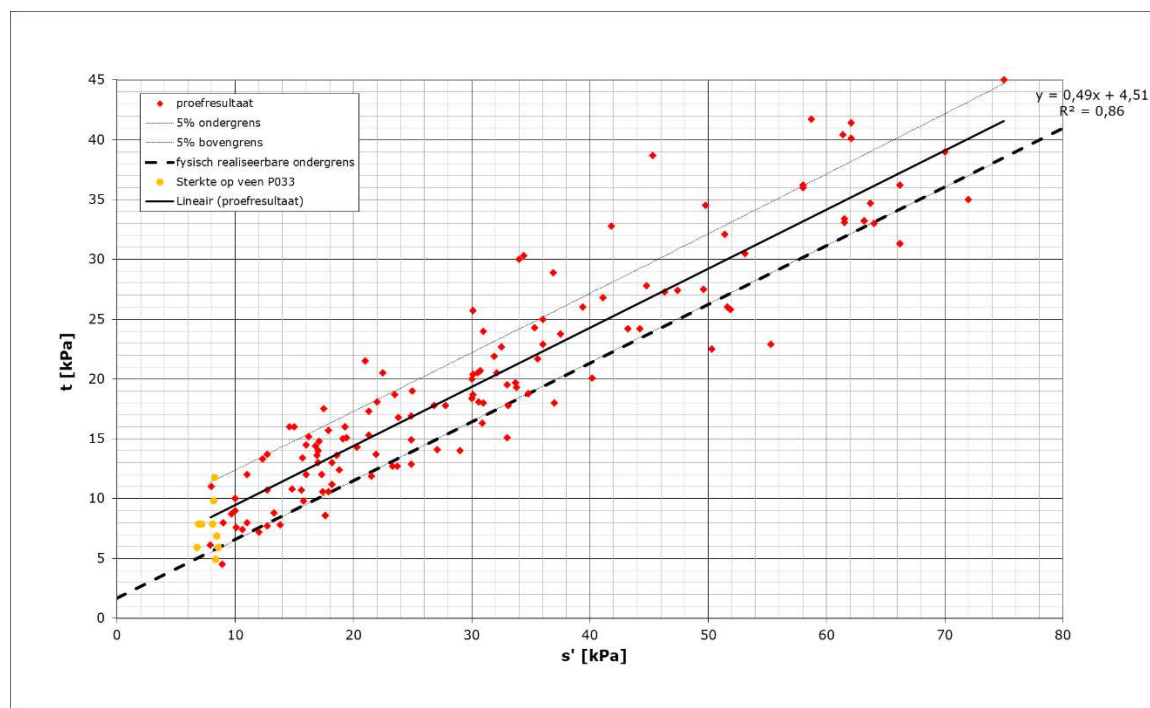
Datum
22 maart 2021

Het resultaat is te zien in Figuur 3. Hieruit is af te leiden dat de waarden passen binnen de gemeten waarden van de regionale proevenverzameling. Tevens is hieruit af te leiden dat het de fysisch realiseerbare ondergrens niet zal beïnvloeden en dus de sterkte op het veen niet geoptimaliseerd kan worden. In de bijlage is een vergrootte versie opgenomen van de grafiek.

Ons kenmerk
21.011638

Pagina
4 van 16

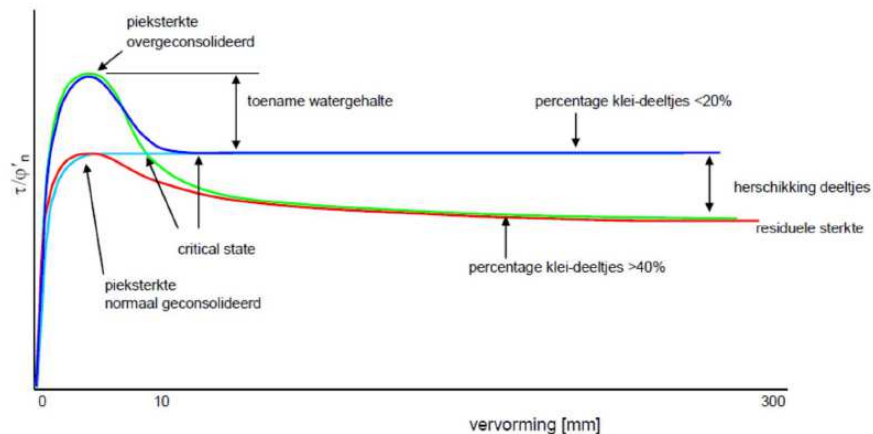
Figuur 3: schuifspanning tegen de effectieve spanning, in geel: metingen P033, in rood: bestaande metingen uit triaxiaalproeven, gestreepte lijn: fysisch realiseerbare ondergrens



Noot bij de analyse

De resultaten van de vintesten kunnen niet één op één vergeleken worden, omdat de bestaande proefresultaten verkregen zijn uit triaxiaalproeven. Deze proeven zijn uitgevoerd op veenmonsters waarbij de schuifsterkte is afgelezen bij een rekniveau (axiale rek) van 5% rek. Voor veen zal een rekniveau van 5 % veelal altijd liggen voor de piekwaarde (de werkelijke maximaal te mobiliseren schuifsterkte) van het materiaal wat betekend dat het veen nog niet volledig bezweken is. De waardes die in de huidige analyse zijn onderzocht betreft de remoulded strength, dus de sterkte op veen wat bezweken is. Hoe de geroerde sterkte zich verhoudt tot de piekwaarde is hieronder weergegeven (figuur geldt voor de ongedraineerde schuifsterkte volgens het Critical state Soil mechanics *(CSSM) model in combinatie met overconsolidatie (shancep))

Memo



Datum
22 maart 2021

Ons kenmerk
21.011638

Pagina
5 van 16

In bovenstaande figuur ligt de piekwaarde op een rekkniveau van circa 7 mm vervorming (dus geen rek) en de remoulded strength op circa 300 mm. Duidelijk zichtbaar is de afname van de piekwaarde naar de residual of remoulded strength

De vinproef geeft dus een ongedraineerde schuifsterkte aan, waarbij de sterkte wordt bepaald door de spanningsgeschiedenis die in de grond aanwezig is (state). Deze spanningsgeschiedenis wordt bij een gedraineerde MC benadering niet meegenomen, de schuifsterkte kent bij deze beschouwing altijd een lineair verband met de effectieve spanning. Bij de ongedraineerde beschouwing is in het overgeconsolideerde deel geen lineair verband met de effectieve spanning aanwezig.

Momenteel is er binnen de gehanteerde parametersbepalingen voor regionale keringen geen methode beschikbaar om deze proeven op een juiste manier uit te werken. Een veiligheidsbenadering hiervoor ontbreekt. De set van materiaal factoren (factoren op de cohesie en hoek van inwendige wrijving) is gebaseerd op een parameterbepaling met Triaxiaalproeven. De set van materiaal-, model- en schadefactoren is gebaseerd op een gedraineerde Mohr Coulomb benadering en niet op een CSSM benadering waardoor de vintest resultaten niet één op één kunnen worden vertaald naar de rekenwaarde voor de sterkte.

De resultaten van de vintesten geven echter wel een goede orde van grootte van de aanwezige schuifsterkte en is wel kwalitatief te vergelijken met de schuifsterkte die bij een gedraineerde beschouwing wordt gevonden. Om dit resultaat te benaderen is de volgende methode gebruikt:

De piekspanning, f_{undr} , is gemiddeld ca. 23kPa, bij een gemiddelde effectieve spanning van ca. 8 kPa. De empirische waarde van de schuifsterkte die afgeleid is uit de proefresultaten (bij een effectieve spanning van ca 8kPa) is gemiddeld 8,5kPa. Hierin zit een verschil van een factor 2,7. (23/8,5). Dit zou duiden op sterkere veenparameters. Om dit te vertalen naar de rekenwaarde voor de schuifsterkte van veen is de factor 2,7 gebruikt om de cohesie te vergroten van veen.

Gevoeligheidsanalyse

In de stabiliteitsberekening is een gevoeligheidsanalyse opgenomen van deze 'sterkere veenparameters'. De cohesie is vergroot van 1,44 kPa naar 3,88 kPa. Uit de gevoeligheidsanalyse bleek dat dit wel leidt tot een hogere stabiliteitsfactor maar dat de verhoging onvoldoende groot is om effect te hebben op het eindresultaat van

Memo

de stabiliteitsberekening in termen van voldoet wel of voldoet niet aan de gestelde eisen.

Datum
22 maart 2021

Ons kenmerk
21.011638

Pagina
6 van 16

De originele stabiliteitsberekening had een resultaat van $FoS=0,54$ en de gevoeligheidsberekening toont een FoS van 0,84. Het dijkvak scoort nog steeds onvoldoende ten opzichte van de vereiste veiligheidsfactor $FoS=1,13$ (zonder robuustheid). Het heeft daarmee geen effect op de scope op Macrostabiliteit om de veenparameters te optimaliseren. De huidige parameterset van de regionale proevenverzameling blijft gehanteerd in de stabiliteitsberekeningen. Er is te zien dat de verhoogde cohesie tot een verhoogde veiligheidsfactor leidt in de stabiliteitsanalyse. De gevonden stabiliteitsfactor van 0,54 (wat eigenlijk zou moeten leiden tot falen van de waterkering) is daarmee vermoedelijk wel wat te laag voor de werkelijk aanwezige sterkte, de stabiliteitsfactor zou eerder richting de 0,84 gaan. Omdat toch maatregelen nodig zijn om te versterken en deze maatregelen altijd een deels weer aanvullen van de waterpartij zal betekenen, wordt aanbevolen om robuust te versterken met de huidige parameterset uit de regionale proevenverzameling.

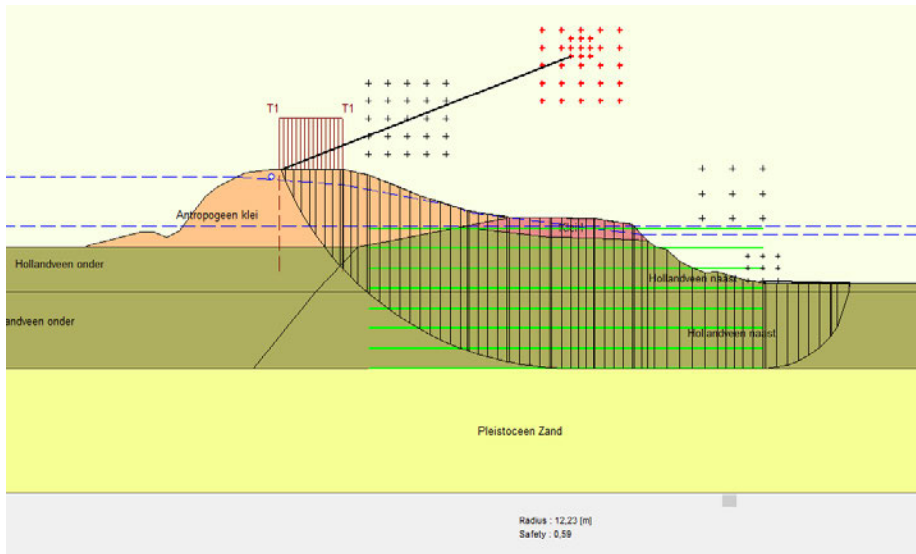
Naast de sterkte op het veen is gebleken dat een toplaag van klei aanwezig is in de teen van de dijk van ca 0,75 m. In de originele schematisatie was enkel veen tot het maaiveld geschematiseerd. Tevens is in de Ackermann boring tot wel 2,3 m klei gevonden met een tussenlaagje van veen. Dit wordt verwerkt in combinatie met het geotechnisch lengteprofiel. Optimalisatie is ook nog mogelijk in combinatie met de DTM meting voor dijkvak 29 en 30.

Het gehanteerde grondonderzoek voor dit dijkvak zijn: het bestaande geotechnisch lengteprofiel in combinatie met N08-35 tot en met N08-38.

Stabiliteitsanalyse dijkvak 30A

Dijkvak 30A: het volumiek gewicht van veen is gewijzigd en iets lager ten opzichte van de scopebepaling. (van 10,15 naar 10,02). Daarnaast is een toplaag van klei aangebracht met een dikte van ca 0,75 m, dit betreft klei I met een volumiek gewicht van ca. 11,85 kg/m³. Tevens is de stijghoogte van PL2 gewijzigd naar NAP-1,90 m. Het nieuwe toetsoordeel conform de regionale proevenverzameling uit 2019 geeft een veiligheidsfactor van 0,59 (Uplift Van) en 0,68 (Spencer). Dit voldoet niet aan de stabiliteitseisen. Deze berekening betreft de toetssituatie en niet het schetsontwerp.

Memo



Datum
22 maart 2021

Ons kenmerk
21.011638

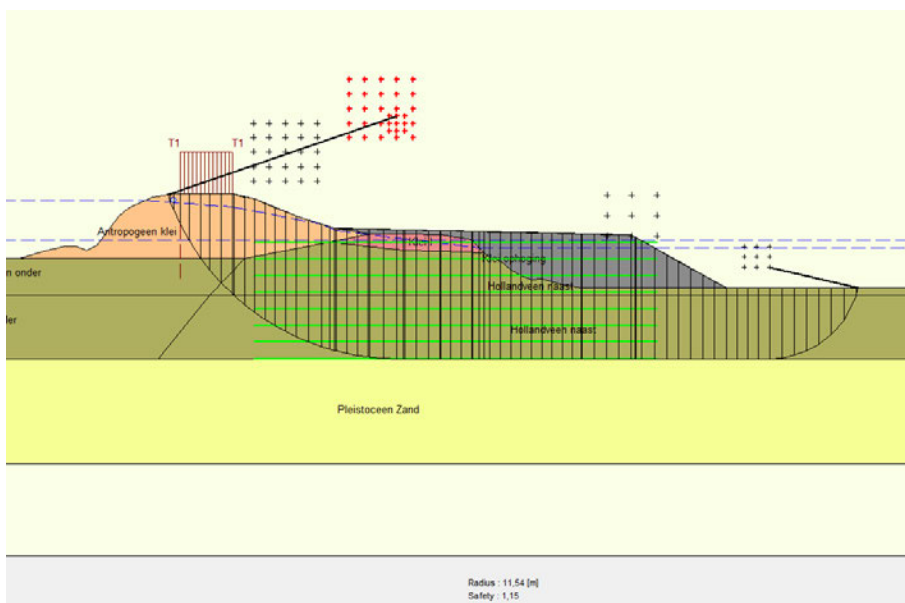
Pagina
7 van 16

Figuur 4: Glijcirkel model Uplift Van, stabiliteitsfactor: 0.59

Dit oordeel is geldig voor dijkvak 30A. In de scopebepaling is dijkvak 30A ook representatief voor dijkvak 29 en 30. Echter, het is mogelijk om optimalisatie door te voeren in dijkvak 30 en 29. In het geotechnisch lengteprofiel is hier meer klei aanwezig. Dit is in een eerder stadium niet geschematiseerd omdat er te summier grondonderzoek aanwezig was. Uit de recente Ackermannboring N08-38 blijkt dat hier ook meer klei aanwezig is. Daarom is in de herijking wel een optimalisatie doorgevoerd voor dijkvak 29 en 30 en is in voorliggende memo opgenomen.

Schetsontwerp dijkvak 30A

Om het dijkvak wel te laten voldoen dient een berm aangebracht te worden met een hoogte van 2,6 m ter hoogte van de watercompensatie. De breedte is ca. 14,5 tot 18,5 m (14,5 tot de insteek van de berm, de berm loopt door onder het water tot 18,5 m). Het schetsontwerp is weergegeven in Figuur 5.



Figuur 5: Schetsontwerp dijkvak 30A

Memo

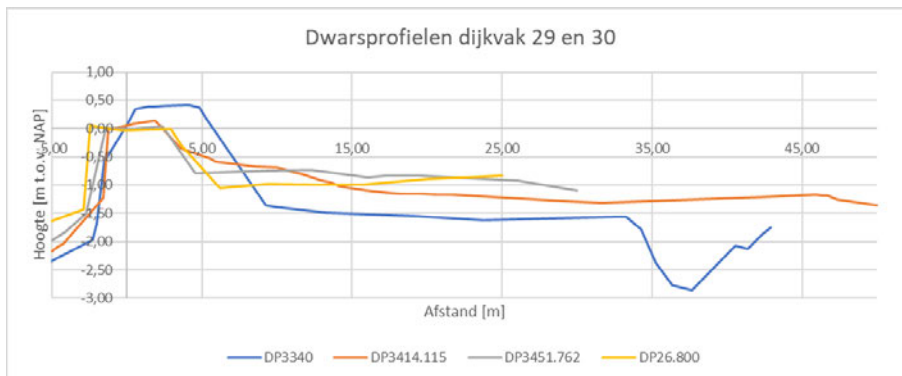
Stabiliteitsanalyse dijkvak 29 en 30

Dijkvak 29 en 30 zijn aanvullend beoordeeld door middel van nieuwe ingemeten dwarsprofielen. Er zijn vier dwarsprofielen getrokken uit een DTM meting. De profielen zijn over elkaar heen gelegd en het maatgevende profiel is gekozen. Dit betreft DP 3340, omdat dit het profiel betreft met de hoogste kruin, het steilste binnentalud en het laagste achterland. De dwarsprofielen zijn in Figuur 6 weergegeven. Hier volstaat één berekening van dijkvak 29 en 30 samen, omdat de grondopbouw hier uniform is. Daarnaast is de lengte van de twee dijkvakken niet groot.

Datum
22 maart 2021

Ons kenmerk
21.011638

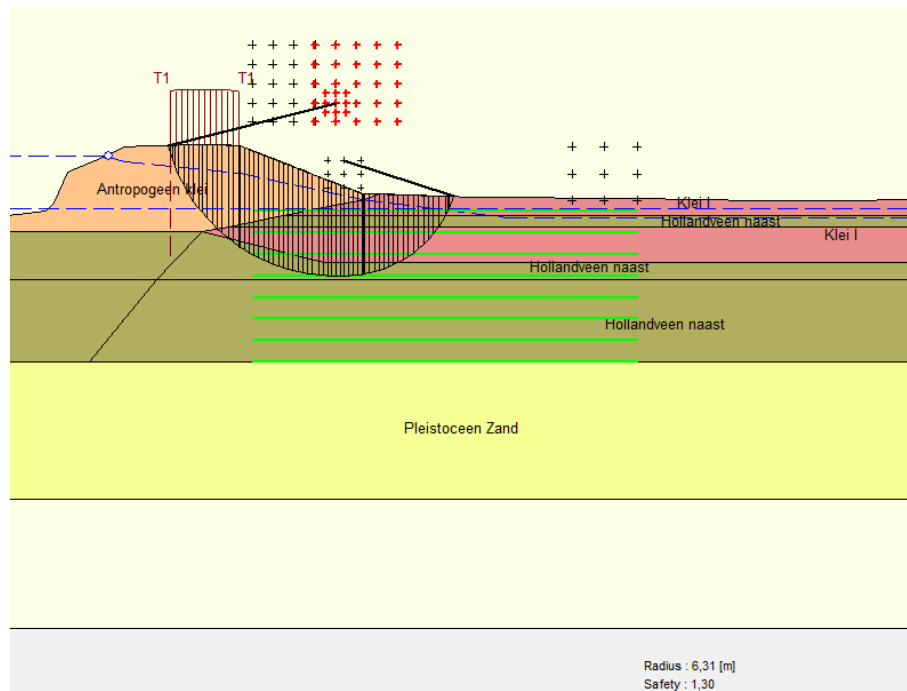
Pagina
8 van 16



Figuur 6: Dwarsprofielen op basis van de DTM meting, DP3340 is maatgevend

Het volumiek gewicht van veen is gewijzigd en iets lager ten opzichte van de scopebepaling. (van 10,15 naar 10,02). Daarnaast is de grondopbouw gewijzigd op basis van de Ackermann boring N08-38. Er is een toplaag van klei aanwezig, met een dikte van ca 0,70 m, dit betreft klei I met een volumiek gewicht van ca. 11,85 kg/m³. Tevens is de stijghoogte van PL2 gewijzigd naar NAP-1,90 m. Het nieuwe toetsoordeel conform de regionale proevenverzameling uit 2019 geeft een veiligheidsfactor van 1,30 (Uplift Van) en 1,43 (Spencer). Dit voldoet aan de stabiliteitseisen. Deze berekening betreft de toetssituatie en niet het schetsontwerp

Memo



Datum
22 maart 2021

Ons kenmerk
21.011638

Pagina
9 van 16

Figuur 7: Glijcirkel model Uplift Van dijkvak 29 en 30 DP3340, stabiliteitsfactor: 1.30

2. Dijkvak 32

Grondonderzoek dijkvak 32

In dijkvak 32 zijn drie raaien uitgezet met handboringen. In elke raai zijn vier handboringen uitgevoerd tot het veen. Er zijn monster uit de handboringen geanalyseerd om het volumiek gewicht te bepalen van veen en klei.

De verwachting is dat hier in het verleden een versterking is uitgevoerd. Door middel van de handboringen is inderdaad aangetoond dat hier niet enkel veen aanwezig is. De grondopbouw bestaat uit klei, zand en dan veen. Dit heeft veel effect op de stabiliteitsanalyse.

Uit de drie raaien is een gemiddelde dikte bepaalde van de klei en zanddiktes op elke locatie in de raai. Dit is vervolgens geschematiseerd in het maatgevende dwarsprofiel van dijkvak 32. De gemiddelde lengte in dwarsrichting van de dijk is vanaf de teen ca. 12,3 m. Daarbij is toplaag gehanteerd van ca. 0,7 m klei. Daaronder is een zandlaag aanwezig van gem. 1,2 m.

Het volumiek gewicht van klei is geanalyseerd en dit betreft Klei III: ca. 15,97 kg/m³, het volumiek gewicht van veen naast is aangepast naar 10,02 kg/m³. Tevens is de stijghoogte van PL2 gewijzigd naar NAP-1,90 m.

Het gehanteerde grondonderzoek voor dit dijkvak zijn: het bestaande geotechnisch lengteprofiel in combinatie met N08-23 tot en met N08-34.

Stabiliteitsanalyse dijkvak 32

In Figuur 8 is de schematisatie weergegeven. Het model Uplift Van geeft een stabiliteitsfactor van 1,14 en Spencer 1,36. Dit voldoet net aan de toetseisen van FoS=1,13. Daarmee voldoet dit dijkvak op stabiliteit. Hierbij is rekening gehouden

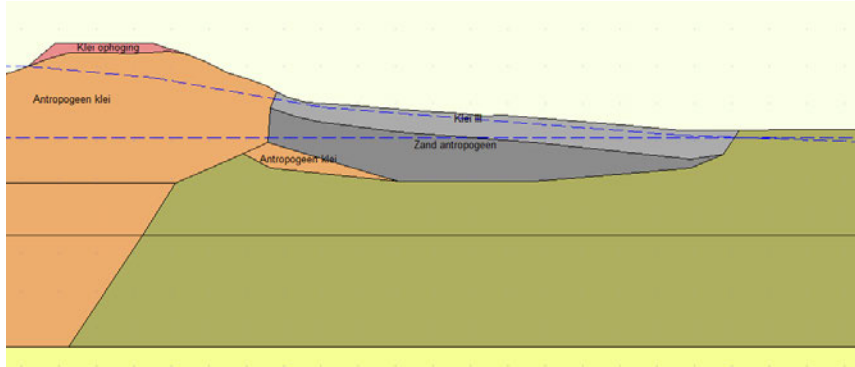
Memo

met een eventuele ophoging tot NAP +0,6 m. Het resultaat is weergegeven in Figuur 9

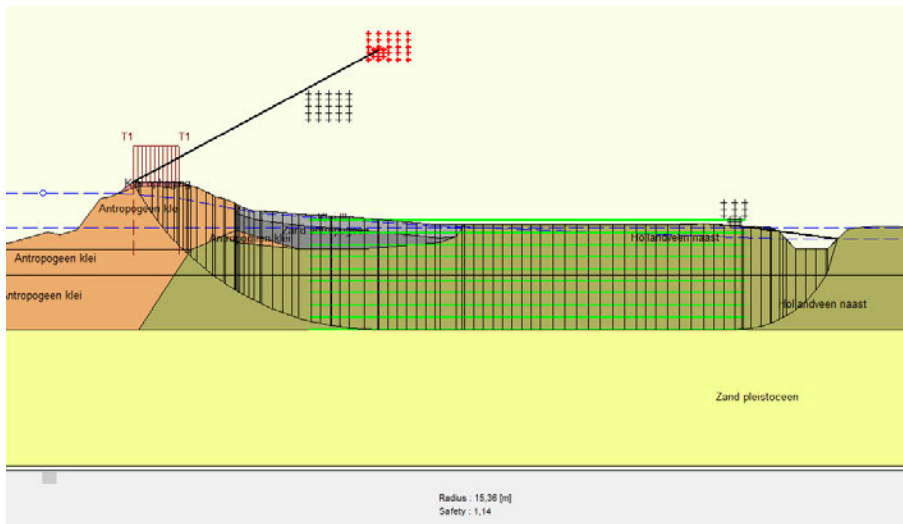
Datum
22 maart 2021

Ons kenmerk
21.011638

Pagina
10 van 16



Figuur 8: Schematisatie van de versterking dijkvak 32, Klei III als toplaag (lichtgrijs) en daaronder zand (donkergrijs)



Figuur 9: Glijcirkel model Uplift Van, dijkvak 32 DP2500, stabiliteitsfactor: 1.14

3. Dijkvak 34

Grondonderzoek dijkvak 34

In dijkvak 34 zijn drie handboringen uitgezet tot MV-5m. Er zijn monsters uit de handboringen geanalyseerd om het volumiek gewicht te bepalen van veen en klei. Het doel was om te controleren of er veen aanwezig is nabij de kwelsloot. Indien dit (zwarte) klei is, dan is er een kans op goedkeuren van het profiel. Uit de handboringen is gebleken dat hier klei aanwezig is en soms een enkel laagje veen. Tevens is gebleken dat niet overal het zandlaagje aanwezig is, wat in het originele profiel geschematiseerd was. Het grondonderzoek wat in 2019 is uitgevoerd is tevens geraadpleegd op deze locatie. Het profiel is aangepast aan de nieuw verkregen informatie.

Het volumiek gewicht van klei is geanalyseerd en dit betreft Klei I: ca. 13,50 kg/m³, het volumiek gewicht van veen naast is aangepast naar 10,02 kg/m³. Het volumiek gewicht van klei zit op het grensgeval tussen Klei I en Klei II. Er is bewust gekozen

Memo

voor Klei I, omdat hier veel veen aanwezig is en de klei ook sporen veen en resten riet bevat. Tevens is de stijghoogte van PL2 gewijzigd naar NAP-1,90 m.

De toplaag van veen in de originele berekening is vervangen voor een toplaag van Klei I. De zandlaag is daarnaast gewijzigd naar klei, omdat dit conservatiever is en de klei laag is vaker aangetroffen dan zand. Ditzelfde argument geldt voor de veenlaag die vervangen is voor Klei I.

Het gehanteerde grondonderzoek voor dit dijkvak zijn: het bestaande geotechnisch lengteprofiel in combinatie met N08-20 tot en met N08-22 en N08-14, N08-17 en N08-19.

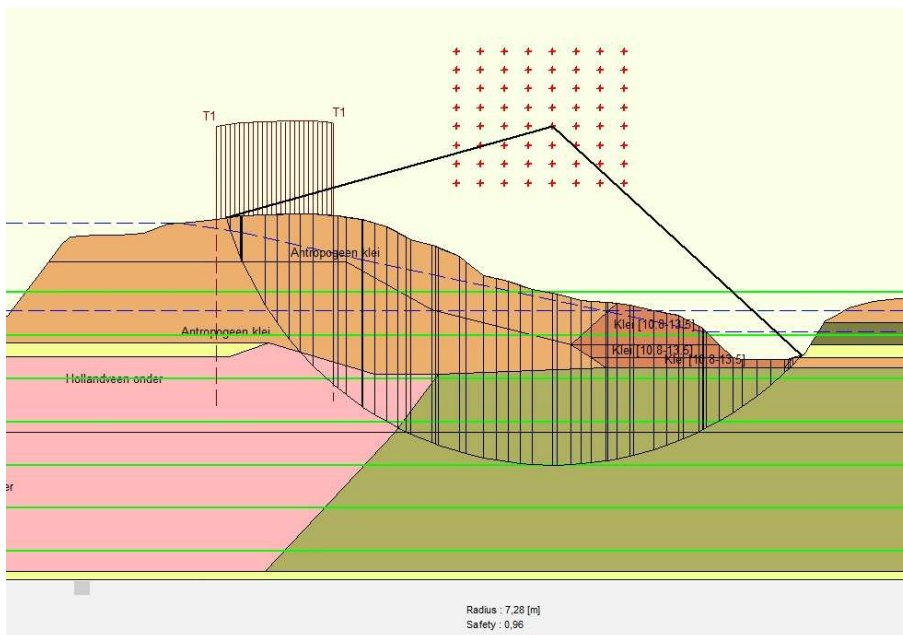
Datum
22 maart 2021

Ons kenmerk
21.011638

Pagina
11 van 16

Stabiliteitsanalyse dijkvak 34

In Figuur 10 is de schematisatie weergegeven met de glijcirkel. Het model Bishop geeft een stabiliteitsfactor van 0,96 en Spencer 1,02. Dit voldoet niet aan de toetseisen van 1,13. Daarmee voldoet dit dijkvak niet op stabiliteit. Tevens voldoet het dijkvak ook niet als de schematiseringsfactor wordt bijgesteld voor het model Bishop.

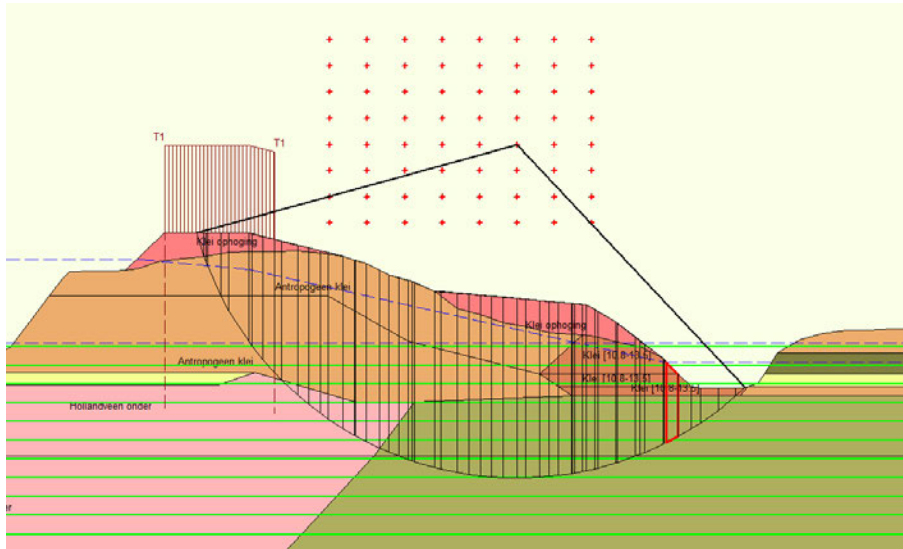


Figuur 10: Schematisatie dijkvak 34 en glijcirkel model Bishop, stabiliteitsfactor: 0.96

Schetsontwerp dijkvak 34

Om het dijkvak wel te laten voldoen dient een berm aangebracht te worden met een hoogte van 0,7 m. Deze kan ingepast worden tussen de bestaande teensloot en de kruin in. De breedte is ca. 3,5 m. De benodigde hoogte is ook opgenomen in het schetsontwerp. Het is weergegeven in Figuur 11.

Memo



Figuur 11: Schetsontwerp dijkvak 34

Datum
22 maart 2021

Ons kenmerk
21.011638

Pagina
12 van 16

Conclusie

Dijkvak 30a en dijkvak 34 zijn afgekeurd op stabiliteit. Dijkvak 29 en 30 zijn goedgekeurd op stabiliteit binnenwaarts op basis van de DTM meting en boring N08-38 in combinatie met het geotechnisch lengteprofiel. Dijkvak 32 is ook goedgekeurd op stabiliteit binnenwaarts op basis van de handboringen die hebben aangetoond dat er een versterking heeft plaatsgevonden in het verleden.

Bijlage

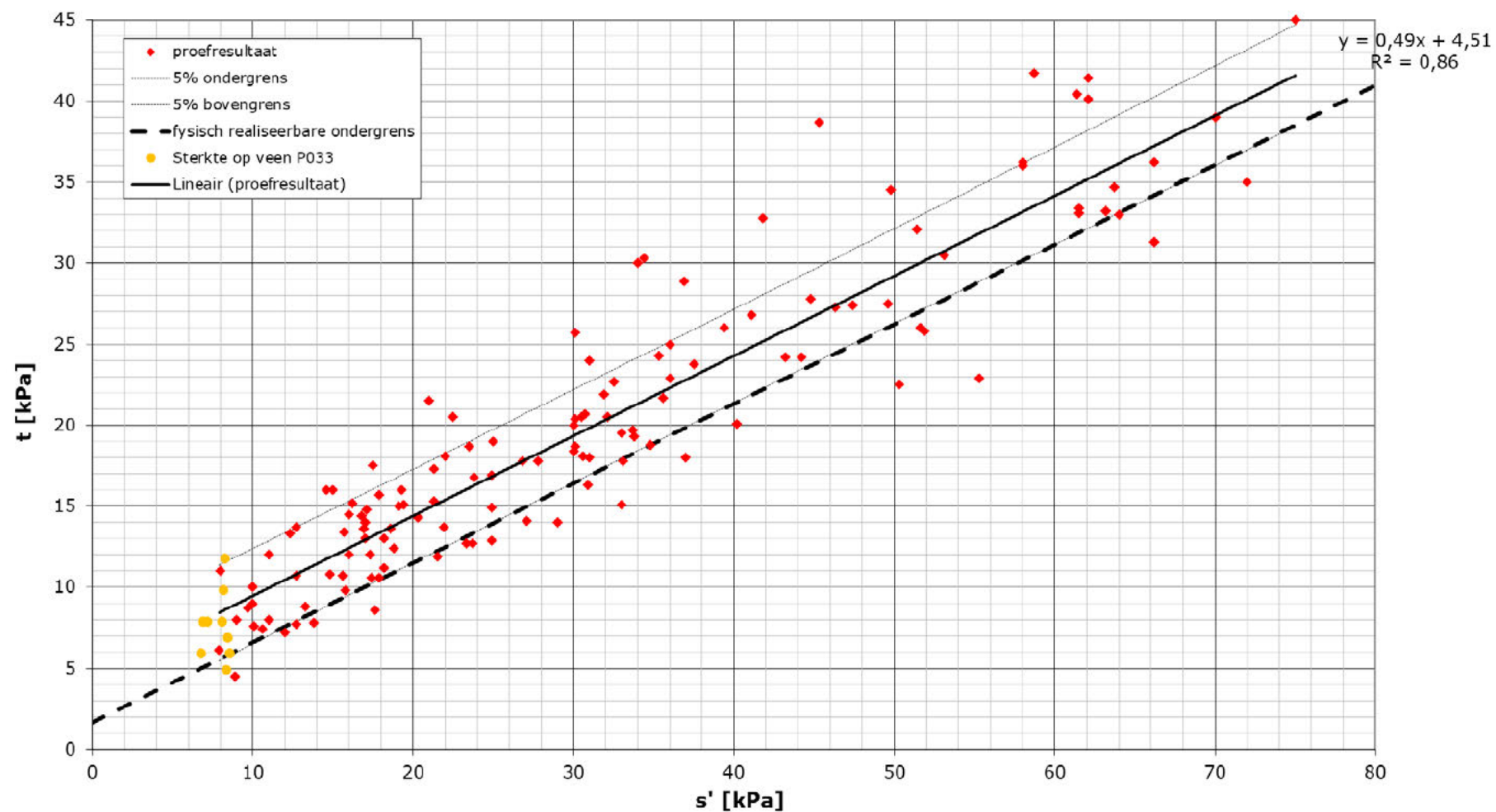
- Grafiek schuifspanning vs effectieve spanning
- Drie detail weergaves van het uitgevoerde grondonderzoek



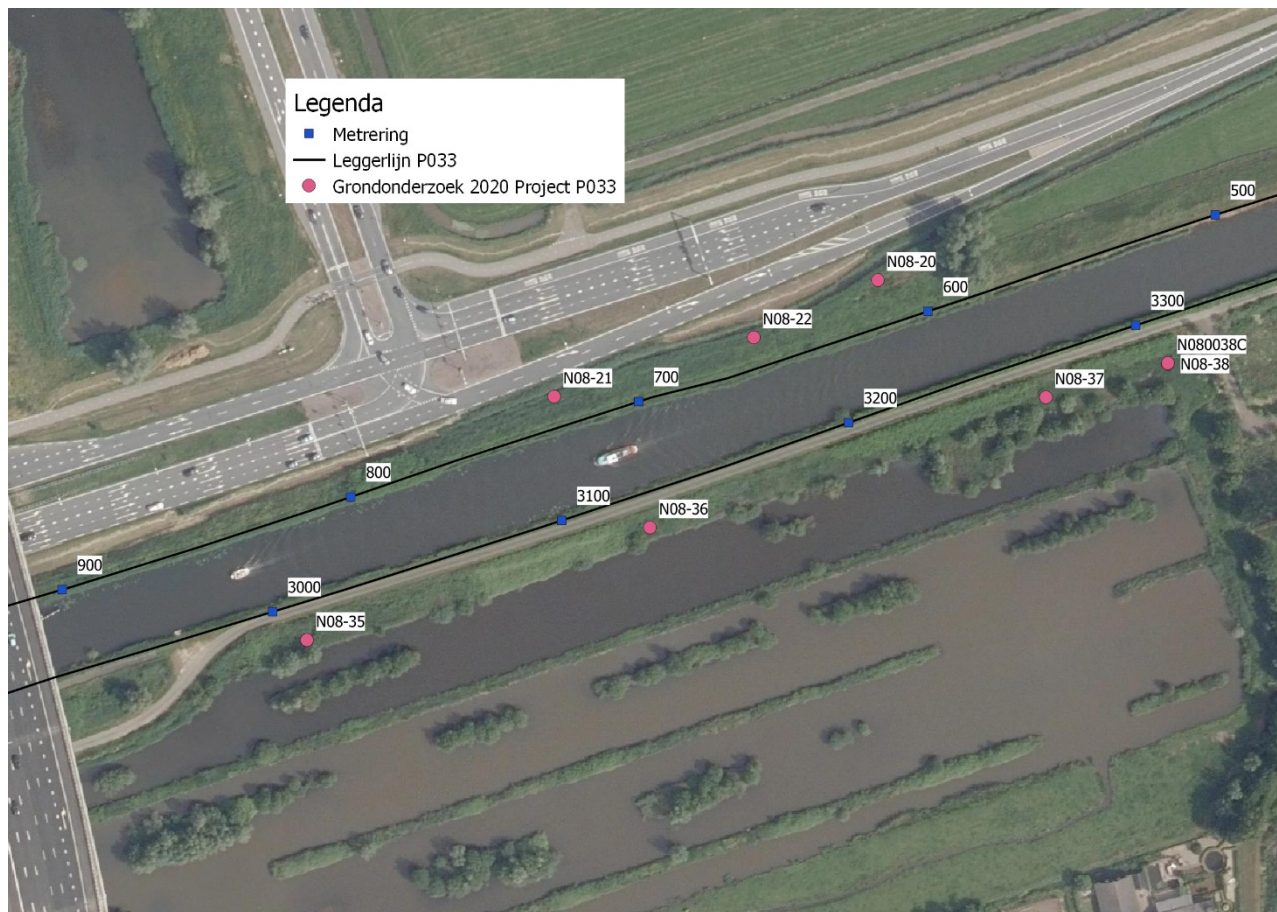
Memo

Aan

Datum



Memo



Memo



Memo





Memo

Aan



Kopie aan



Datum

9 maart 2021

Contactpersoon



Ons kenmerk

21.011600

Projectnummer

01.2536-001 Geuzensloot P033

Onderwerp

Hoogte analyse ontwerp P033
Geuzensloot

Inleiding

Naar aanleiding van de scopebepaling P033 (corsa nummer: 19.034770) is een vraag gesteld om een analyse uit te voeren naar de hoogte-eis met betrekking tot het ontwerp. In de scopebepaling is een relatief hoge achtergrondzetting van 1,6 cm per jaar aangehouden. In voorliggende memo is een analyse opgezet om te onderzoeken of deze waarde is te optimaliseren. Daarnaast is een doorkijk gegeven naar de hoogteligging met de geoptimaliseerde achtergrondzetting als een ontwerpperiode van 30 jaar wordt gehanteerd. Hieruit volgt een advies of deze periode gehandhaafd moet worden om het ontwerp op te baseren.

Achtergrondzetting in de scopebepaling

Er is in de scopebepaling een analyse opgezet naar de achtergrondzetting. Deze analyse is in de bijlage opgenomen van deze memo. Er zijn verschillende hoogte data met elkaar vergeleken, dit betrof metingen uit 1990, 1999 en 2009. Tevens is het AHN3 gebruikt gemeten in 2014. De achtergrondzetting is gebaseerd op metingen uit 1999 en 1990, dit resulteerde in een waarde van 1,6 cm per jaar. Een vergelijking tussen 2009 en de AHN3 (2014) resulteerde in extreem hoge achtergrondzetting van 2,83 cm per jaar. Deze werd niet waarschijnlijk geacht en daarom is de waarde van 1,6 cm per jaar aangenomen. In de bijlage is de volledige analyse te vinden.

Aanscherpen van achtergrondzetting en aanleghoogte

In 2020 is een DTM ingemeten van de Geuzensloot. De DTM meting is omgezet naar een lengteprofiel. Op deze manier is de meting vergeleken met de data in 2009 en met de data van AHN3 uit 2014. In Tabel 1 zijn de verschillende waardes weergegeven.

Tabel 1: Gemiddelde achtergrondzetting per jaar o.b.v. verschillende datasets

Gemiddelde achtergrondzetting per jaar in centimeters, verkregen door verschillende data sets met elkaar te vergelijken.			
Data	2009	AHN3 (2014)	2020
2009	n.v.t.	2,83	2,68
AHN3 (2014)	2,83	n.v.t.	3,50
2020	2,68	3,50	n.v.t.

Uit bovenstaande gegevens blijkt dat de achtergrondzetting hoger is dan 1,6 cm/jaar. In februari 2006 is een revisie opgesteld van de versterking die in 2005 heeft plaatsgevonden. De restzettingen veroorzaakt door deze ophoging zal invloed hebben op de kruindaling, dus alle gemeten kruindaling toekennen aan een vorm van autonome kruindaling leidt tot een overschatting van de jaarlijkse kruindaling. Daarom is ook een analyse gemaakt tussen de DTM meting en AHN3. Deze analyse leidt eveneens tot een grote kruindaling per jaar.



waternet

waterschap amstel gooi en vecht
gemeente amsterdam

Korte Ouderkerkerdijk 7
Amsterdam

Postbus 94370
1090 GJ Amsterdam

T 0900 93 94
KvK 41216593

waternet.nl

Memo

De eis waaraan de waterkering moet voldoen is NAP+0,1 m. Indien een ontwerplevensduur van 30 jaar wordt aangehouden, dan is de minimale aanleghoogte, uitgaande van 3,5 cm achtergrondzetting per jaar, als volgt opgebouwd:

$$\begin{aligned} & NAP + 0,1m + 30 * 0,035 + \textit{primaire zettingen} \\ & = \textit{NAP + 1,15 m + primaire zettingen} \end{aligned}$$

Datum
9 maart 2021

Ons kenmerk
21.011600

Pagina
2 van 7

NAP+1,15 m is het minimum en hierboven komt nog een overhoogte ten gevolge van de restzettingen die zullen optreden na het ophogen van de waterkering. Dit is een extreem hoog niveau. Een aanleghoogte van NAP + 0,75 m wordt in het beheergebied vaak als maximum beschouwd omdat de hoger aanleggen vanuit de omgeving vaak niet mogelijk of wenselijk is. De laatste jaren is het gebruikelijk binnen het beheergebied van Waternet om een waterkering op te hogen tot gemiddeld NAP +0,4 m. Daarom wordt geadviseerd om een achtergrondzetting van 1,6 cm per jaar te blijven hanteren, in combinatie met een terugkeertijd voor onderhoud welke korter is dan 30 jaar, namelijk 15 of 10 jaar. In 2003 is een ontwerp opgesteld waarbij ook een ophoging tot NAP+0,4 m is gehanteerd. [1] Dit is een keuze die gemaakt moet worden op basis van het te versterken deel. Hier is inzage in gegeven onder het kopje: 'Terugkeertijd'

Als het advies wordt opgevolgd met een achtergrondzetting van 1,6 cm in combinatie met een terugkeertijd van 15 jaar, dan is de aanleghoogte als volgt opgebouwd:

$$\begin{aligned} & NAP + 0,1m + 15 * 0,016 + \textit{primaire zettingen} \\ & = \textit{NAP + 0,34 m + primaire zettingen} \end{aligned}$$

De gemiddelde hoogte van de Geuzensloot is NAP+0,15m, gebaseerd op de DTM meting uit 2020. Dat betekent dat er een minimale ophoging benodigd is van gemiddeld 0,20m tot het zichtjaar 2036 (zichtperiode van 15 jaar). Uitgaande van een zetting van 25% van de ophoging, komt er 5 cm primaire zetting bij. De gemiddelde aanleghoogte is in dit geval ca. NAP+0,40 m. Dit kan op dijkvakniveau afwijken en dient per dijkvak bepaald te worden in de ontwerpfase. Een methode om de zetting te bepalen is het opzetten van een zettingsberekening met de parameters uit de proevenverzameling. Vervolgens wordt ingeschat dat na het afwerken van de dijk op hoogte de restzetting ongeveer 30 % van de eindzetting bedraagt. Een voorbeeld in getallen: een netto hoogte op NAP + 0,40 m is gewenst. Als gevolg van dit netto profiel is een zetting van 0,30 m voorspeld, er wordt vanuit gegaan dat 0,21 m tijdens de bouwphase optreedt (voor afwerken) en 0,09 m restzetting. De echte aanleghoogte zou dan uitkomen op NAP+0,49 m.

Terugkeertijd

In de scopebepaling zijn verschillende dijkvakken afgekeurd op hoogte, dit betreft de volgende dijkvakken: 29, 31 en 32, 32B tot en met 35 en 37. Echter, deze zijn getoetst met het peiljaar 2019 en 2029. Het officiële peiljaar voor de toetsing is 2024. Het ontwerp werkt met een andere zichtperiode. Hier kan een keuze in gemaakt worden tussen 10 of 15 jaar, of langer dit is een economische keuze. Inpasbaarheid kan ook meespelen. Er is een nieuwe hoogteanalyse opgesteld, waarin inzichtelijk is gemaakt welke secties nog voldoende hoogte bevatten na 10 en na 15 jaar als het traject in zijn geheel niet wordt opgehoogd. Dit betreft een zichtperiode van 10 of 15 jaar na de aanleg van de komende versterking/groot onderhoud. De verwachting is dat de versterking in 2022 uitgevoerd gaat worden. Daarom is de hoogteanalyse

Memo

opgezet voor het jaar 2032 en 2037. Tevens is een doorkijk gegeven naar de jaartallen 2042 en 2052, een zichtperiode van respectievelijk 20 en 30 jaar. Het oordeel is specifiek opgenomen voor de zichtperiodes van 10 en 15 jaar, dus voor het jaartal 2032 en 2037.

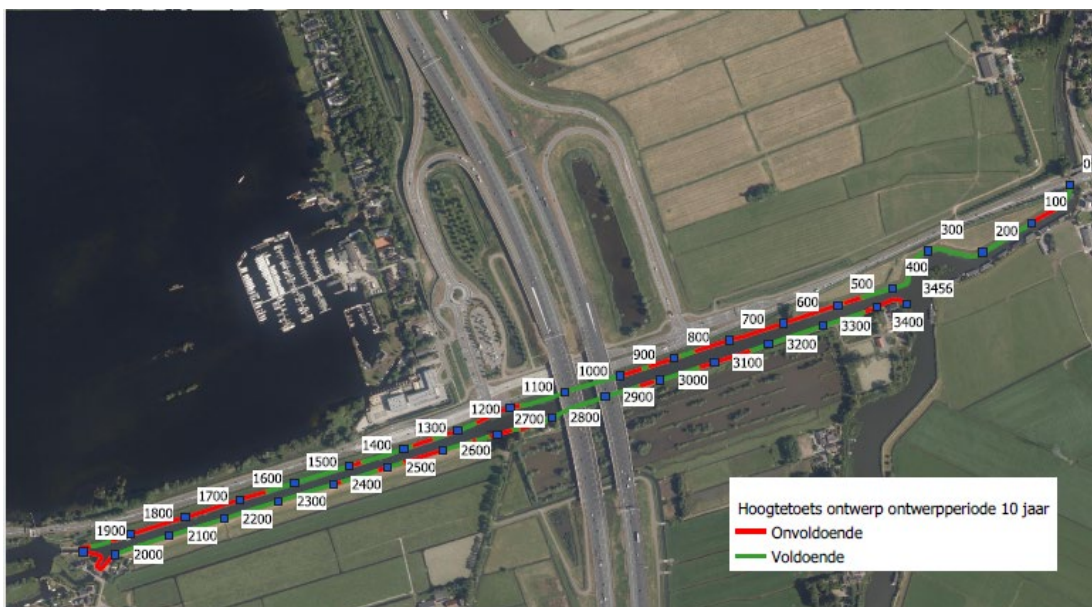
Datum
9 maart 2021

Ons kenmerk
21.011600

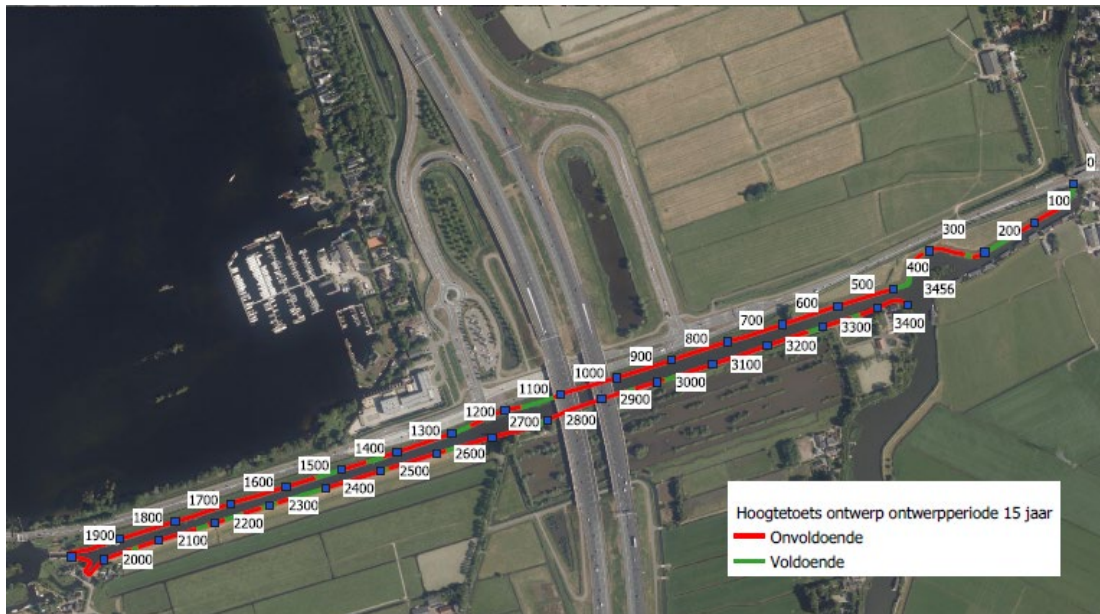
Pagina
3 van 7

Dit is relevant om te beoordelen of er nog aanvullende dijkvakken opgehoogd moeten worden ten opzichte van de dijkvakken die al in de scopebepaling zijn afgekeurd op hoogte. Eventuele dijkvakken die goedgekeurd waren in de scopebepaling, kunnen in de ontwerp goedgekeurd blijven, maar het kan ook voorkomen dat deze toch opgehoogd moeten worden. Deze analyse geeft daar inzicht in.

De kaarten zijn in de bijlage opgenomen, hierin is een overzicht opgenomen welke delen na 10 en 15 jaar niet voldoen aan de hoogte eis van NAP+0,1 m. Tevens is dit opgenomen in Figuur 1



Memo



Figuur 1: hoogte analyse ontwerpperiode van 10 jaar boven en 15 jaar onder (gebaseerd op AHN3)

Er zit een aanzienlijk groot verschil in lengte wat afgekeurd is na 10 jaar en na 15 jaar. Na 10 jaar zou zonder versterking de dijk op 2120 m voldoen aan de eis van NAP+0,1 m. Na 15 jaar zou enkel 622 m voldoen aan de eis van NAP+0,1 m. Dit betekent dat er tussen 2032 en 2037 het grootste gedeelte wordt afgekeurd.

Door een terugkeertijd van 10 jaar toe te passen wordt de hoogte opgave voor het komende jaar beperkt tot ca. 1336 m wat afgekeurd is. Door een terugkeertijd van 15 jaar toe te passen dient 2834 m opgehoogd te worden in het komende jaar.

Het advies is daarom om na tien jaar terug te keren en een onderhoudsslag uit te voeren voor de volgende 10 of 15 jaar. Eenzelfde analyse zou te zijner tijd uitgevoerd moeten worden om opnieuw te bekijken wanneer onderhoud uitgevoerd moet worden.

Er is gekozen in samenspraak met de opdrachtgever om een terugkeertijd van 15 jaar toe te passen, zodat het gehele dijktraject zoveel mogelijk in één keer opgehoogd kan worden. Dit is efficiënter met betrekking tot de kosten, ten opzichte van een terugkeertijd van 10 jaar.

Afgekeurde dijkvakken op basis van een terugkeertijd van 15 jaar:

Op basis van een terugkeertijd van 15 jaar blijkt dat alle dijkvakken zijn afgekeurd op hoogte met uitzondering van dijkvak 32A met metrerings 1966 tot en met 1997. Er zijn locaties waar de dijk lokaal op hoogte is, echter dit is te verspreid over het traject om de dijkvakken op te delen.

In de ontwerpfase is een nieuwe dijkvakindeling voorgesteld. Deze is hieronder weergegeven inclusief het oordeel van de herijking. In de bijlage is het oordeel ook opgenomen in een overzichtstekening inclusief metrerings en dijkvakindeling.

Memo

Datum
9 maart 2021

Tabel 2: Oordeel P033 na herijking en inclusief hoogteoordeel met een terugkeertijd van 15 jaar.

Ons kenmerk

Dijkvak	Dijkvak-indeling nieuw	Traject (nieuw) [m]		Hoogte	Piping/heave	Stabiliteitstoetsing		
		Van	Tot			Macrostabiliiteit binnentalud	Macrostabiliiteit buitentalud	Microstabiliiteit
38	1a	0	45	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende
37	1b	45	250	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende
36	2	250	433	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende
35	3	433	584	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende
34	4	584	761	Onvoldoende	Voldoende	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende
33B	5	761	1067	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende
33A	6	1067	1159	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende
33	7	1159	1889	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende
32B	8	1889	1966	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende
32A	9	1966	1997	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende
32	10	1997	2726	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende
31	11	2726	2811	Onvoldoende	Voldoende	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende
30B	12	2811	2950	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende
30A	13	2950	3304	Onvoldoende	Voldoende	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende
30	14	3304	3387	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende
29	15	3387	3456	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende

Memo

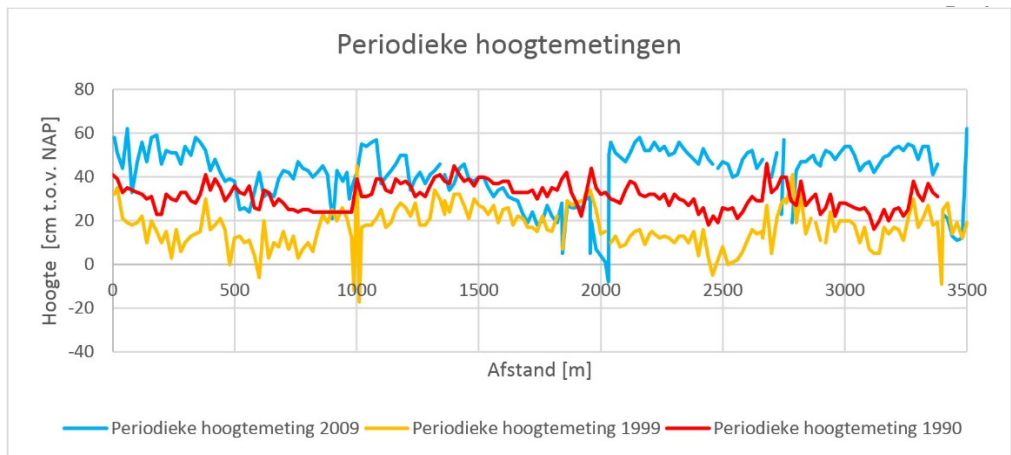
Bijlage – Analyse achtergrondzetting in scopebepaling

Figuur 2 geeft de periodieke hoogtemetingen weer van 1990, 1999 en 2009. Hieruit is ook af te leiden dat tussen 1999 en 2009 een ophoogslag is uitgevoerd.

Datum
9 maart 2021

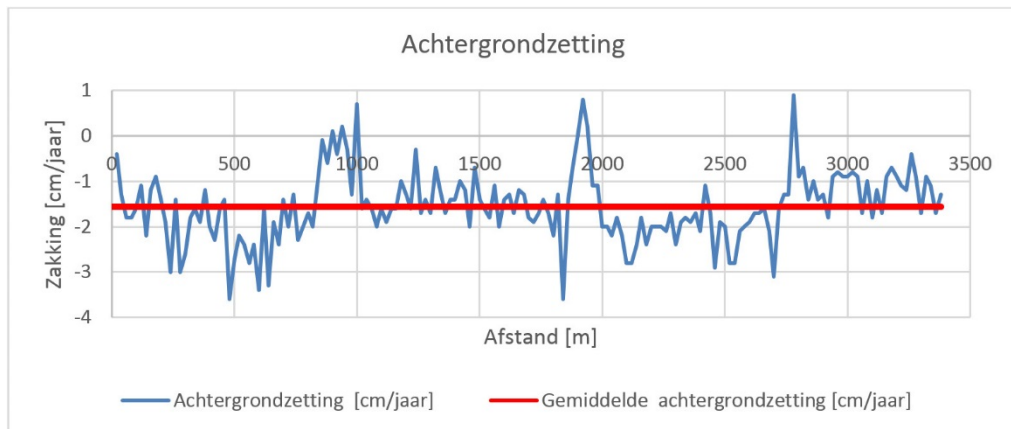
Ons kenmerk
21.011600

Figuur 2: Periodieke hoogtemetingen Geuzensloot 1990, 1999 en 2009



Voor de achtergrondzetting is het verschil berekend tussen de hoogten die zijn gemeten in 1990 en in 1999. Vervolgens is de gemiddelde achtergrondzetting per jaar berekend. Dit is gevisualiseerd in **Figuur 3**.

Figuur 3: Achtergrondzetting Geuzensloot, op basis van periodieke hoogtemetingen in 1990 en 1999

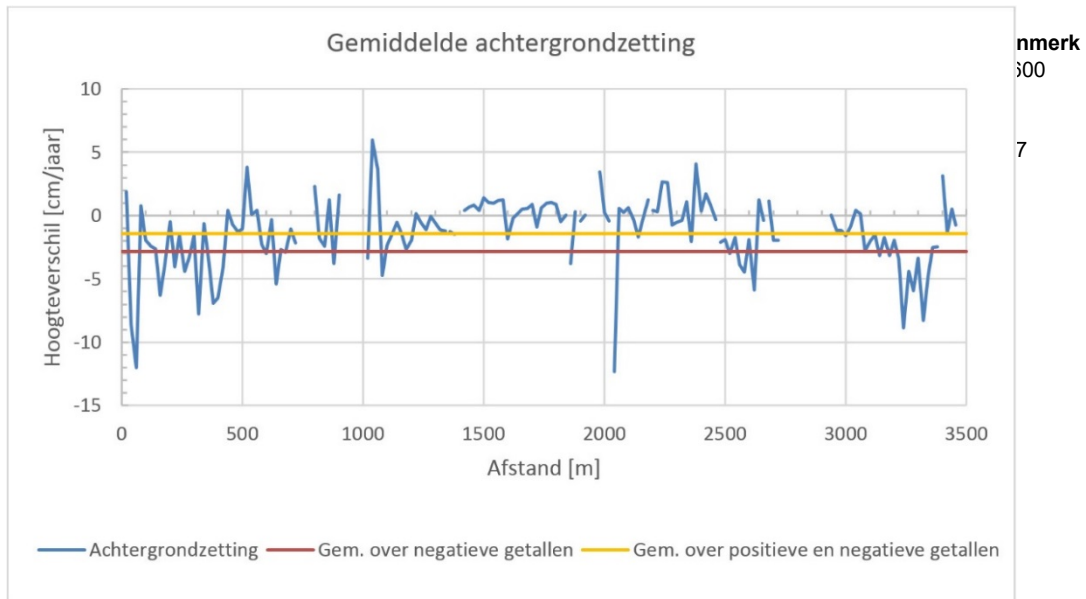


Er is een gemiddelde achtergrondzetting van 1,6 cm per jaar. Dit is in de grafiek weergegeven met een rode lijn. Het gemiddelde is ook aangehouden om de achtergrondzettingen te verwerken als een ontwerp wordt gemaakt met een planperiode van 30 jaar. Deze hoge waarde van de achtergrondzetting is nader geanalyseerd. Wellicht is er sprake van primaire zettingen die nog optreden door een ophoging in 1988. Hiertoe zijn de gegevens van AHN3 uit 2014 vergeleken met de gegevens van de periodieke hoogtemeting uit 2009. Het verschil in hoogte is uitgezet over de trajectlengte en gemiddeld over vijf jaar (2009-2014). Dit leidt eveneens tot een hoge achtergrondzetting. Hier is een grafiek van geplot, die is weergegeven in **Figuur 4**. Er volgen positieve en negatieve waarden met betrekking tot de verschillen in hoogte. De negatieve waarden zijn relevant voor de achtergrondzetting.

Memo

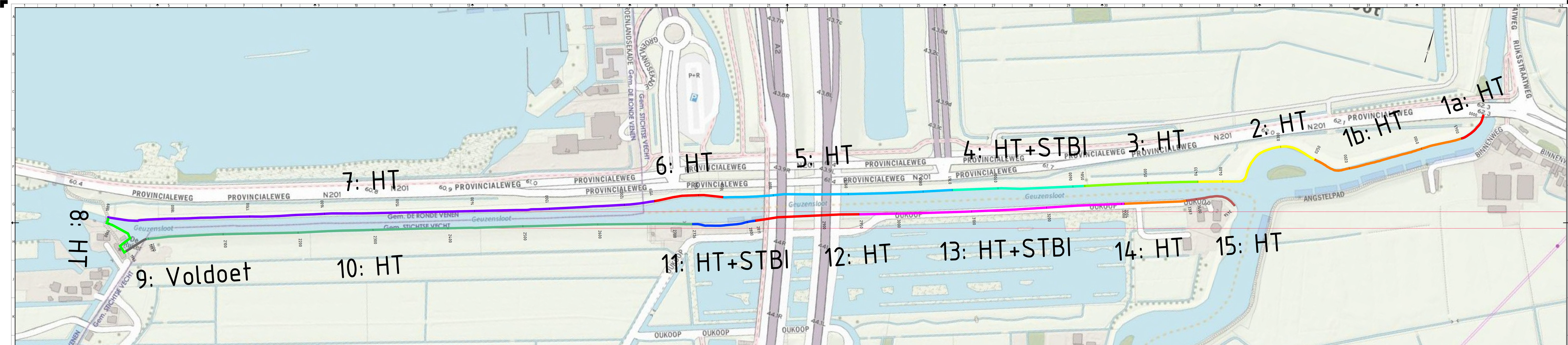
Figuur 4: Achtergrondzetting Geuzensloot op basis van periodieke hoogtemetingen in 2009 en in AHN3 (2014)

Datum
9 maart 2021



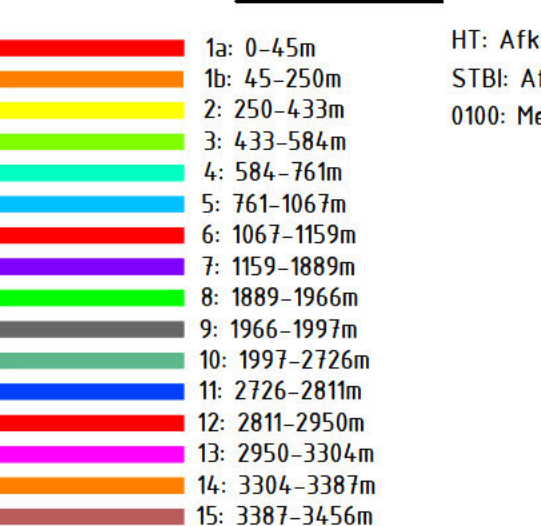
Twee gemiddelde waarden zijn bepaald. Het betreft een gemiddelde waarde van alle positieve en negatieve getallen (-1,4 cm per jaar) en een gemiddelde over alleen de negatieve getallen (-2,83 cm per jaar). De gemiddelde waarde van -2,8 cm per jaar is extreem groot. De gemiddelde waarde van 1,4 cm per jaar sluit meer aan bij een achtergrondzetting van 1,6 cm per jaar. Daarom wordt een achtergrondzetting van 1,6 cm per jaar aangehouden.

Voor een versterking zijn zettingsberekeningen uitgevoerd. Deze tonen een hoge zetting in de ordegrootte van 0,75 m tot 1,4 m. Dit toont aan dat het een zettingsgevoelige ondergrond is, ondanks het gegeven dat hij voor een groot deel uit primaire zettingen bestaat [1].



BOVENAANZICHT

Schaal: 1:1000



Uitsluitend	Gevoelbaar	Rechtvaardig			
Uitsluitingsperiode: Watersystemen	01.2536	toetsnr./ n.l.b.	formaat: A0-2100	datum: 30-03-2021	titel: CONCEPT tekening: XXXXXX-xx-xx
Locatie: Project:	Geuzensloot - P033 Geuzensloot				bladnr: 01
Onderwerp:	Overzichtstekening				
Soort tekening:	Inventarisatie				
Sector TOP					
Techniek/Civiele Techniek & Bouwkunde			 waternet waterschap amstel gooi en vecht gemeente amsterdam		
Korte Oudekerkendijk 7 1006 AC Amsterdam tel. 0900 0294					

