



Dijkversterking Zeeburgereiland

Onderbouwing vergunning afrit camping Zeeburg | Amsterdam

1219-0012-003 | 10 februari 2021

Definitief

Gemeente Amsterdam



Documentbeheer

Documentgegevens

Projectnaam	Dijkversterking Zeeburgereiland
Documentnaam	Onderbouwing vergunning afrit camping Zeeburg
Fugro-projectnr.	1219-0012-003
Fugro-documentnr.	1219-0012-003.R01v2.0
Versienummer	2.0
Versiestatus	Definitief
Fugro entiteit	Fugro NL Land B.V.
Adres Fugro-kantoor	Blaeulaan 60A 3528 AD Utrecht T 030 60 28175

Klantgegevens

Klant	Gemeente Amsterdam
Adres klant	Weesperstraat 430, 1100 AR Amsterdam
Contactpersoon klant	F. Pantano
Documentnr. klant	

Versiebeheer

Versie	Datum	Status	Omschrijving	Opgesteld door	Gecontroleerd door	Goedgekeurd door
1.0	16-12-2020	Definitief	Eerste versie	MIL	JHX	JHX
2.0	10-2-2021	Definitief	Opmerkingen Waternet verwerkt	MIL	JHX	JHX

Projectteam

Initialen	Naam	Rol
JHX	Johan Hockx	Senior consultant Waterbouw
MIL	Mitchell Vollering	Adviseur Waterbouw

Inhoudsopgave

1. Inleiding	1
1.1 Projectbeschrijving	1
1.2 Doel van het document	1
1.3 Beschikbare informatie	2
2. Uitgangspunten	3
2.1 Normen en richtlijnen	3
2.2 Geometrie	3
2.3 Bodemopbouw	3
2.4 Grondparameters	4
2.5 (Grond)waterstanden en stijghoogten	5
2.6 Bovenbelastingen	5
2.7 Partiële factoren stabiliteitsberekeningen	6
2.7.1 Materiaalfactoren	6
2.7.2 Schadefactor en schematiseringsfactor	6
2.7.3 Modelfactoren	7
3. Geotechnische analyses	8
3.1 Zettingen	8
3.2 Stabiliteit buitenwaarts	9
3.3 Uitvoeringsstabiliteit	11
4. Conclusie	13

Bijlagen

A.1 Beschikbaar grondonderzoek	
--------------------------------	--

1. Inleiding

In november 2020 ontving Fugro van Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam de opdracht voor het uitbrengen van een advies voor zetting- en stabiliteitsberekening ter onderbouwing van een vergunningsaanvraag voor het realiseren van een tijdelijke nieuwe afrit naar Camping Zeeburg.

1.1 Projectbeschrijving

In het kader van de Dijkversterking Zeeburgereiland wordt de Zuider IJdijk vanaf het Zeeburgereiland afgesloten in zuidelijke richting. Camping Zeeburg is dan alleen bereikbaar vanuit het zuiden (Diemerzeedijk), zie Figuur 1-1. Om de Camping Zeeburg te bereiken dient dan een scherpe haarspeldbocht gemaakt te worden. Deze bocht is voor grote voertuigen moeilijk te maken. Om dit te voorkomen wordt een tijdelijke nieuwe inrit vanaf de Zuider IJdijk gerealiseerd die gemakkelijk vanuit het zuiden is te bereiken.



Figuur 1-1 Situatietekening locatie nieuw te realiseren afrit voor Camping Zeeburg.

Om deze afrit vanaf de dijk aan te kunnen leggen is een vergunning van Waternet benodigd. In deze vergunning dient de invloed van de aanleg van de afrit op de zettingen en stabiliteit van de dijk te worden beschouwd.

1.2 Doel van het document

In dit rapport worden te verwachten zettingen bepaald die optreden ten gevolge van het aanbrengen van een tijdelijk inrit. Daarnaast is de invloed van het aanbrengen van de inrit op de buitenwaartse stabiliteit van de dijk beschouwd.

1.3 Beschikbare informatie

Bij het opstellen van dit rapport is gebruik gemaakt van onderstaande informatie:

- [1] „Tijdelijke inrit Dwarsdoorsnede (Camping Zeeburg),” Gemeente Amsterdam, 20 oktober 2020.
- [2] „Tijdelijke inrit (Camping Zeeburg),” Gemeente Amsterdam, 20 oktober 2020.
- [3] „Landmaken oksel A10-Dijkverzwaring Zeeburgereiland 2e fase,” Gemeente Amsterdam, Kenmerk 32837d_nfp_v2.0, 9 februari 2018.
- [4] „Zeeburgereiland Projectplan primaire waterkering,” Gemeente Amsterdam, kenmerk 28983d_PPfpv2.1, versie 2, 6 juni 2017.
- [5] „Digitale legger Primaire kering,” Waterschap Amster, Gooi en Vecht.
- [6] „Zetting- en stabiliteitsberekeningen (DO) Dijkversterking Zeeburgereiland,” Fugro, 1218-0022-000, 17 april 2018.
- [7] „Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies,” Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, ISBN: 90-369-3776-0, juni 2001.
- [8] „Addendum bij het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies,” Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, juli 2007.
- [9] „Schematiseringshandleiding macrostabiliteit,” Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 28 november 2019.

Fugro staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens.

2. Uitgangspunten

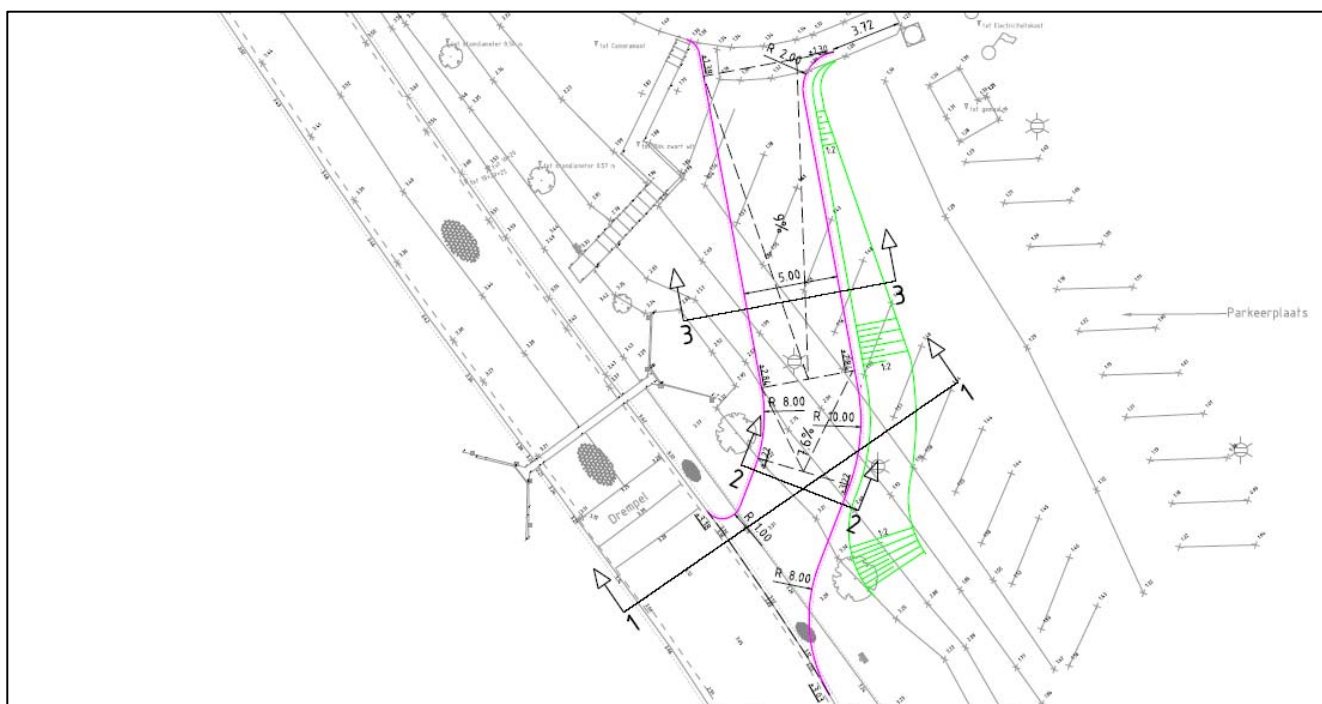
De uitgangspunten voor het beoordelen van de waterveiligheid van de Zuider IJdijk ten gevolge van het aanbrengen van de inrit staan beschreven in dit hoofdstuk.

2.1 Normen en richtlijnen

De Zuider IJdijk en de Diemerzeedijk zijn primaire waterkeringen en maken deel uit van normtraject 44-2. Dit normtraject heeft een lengte van 26,21 kilometer. In de Waterwet is de signaleringswaarde voor dit normtraject vastgesteld op 1/300 per jaar en een maximale toelaatbare overstromingskans van 1/100 per jaar.

2.2 Geometrie

Voor de zettings- en stabiliteitsanalyse zijn 2 profielen beschouwd. Voor de geometrie van de inrit is gebruik gemaakt van de dwarsprofielen uit tekening [1]. De analyse is uitgevoerd voor dwarsprofiel 1 en 3. Voor de geometrie van het maaiveld in de huidige situatie is een dwarsprofiel uit AHN3 gehanteerd. In Figuur 2-1 is een situatietekening [2] opgenomen van de tijdelijke afrit met daarin de beschouwde dwarsprofielen.



Figuur 2-1 Situatietekening tijdelijke afrit Camping Zeeburg [2]

2.3 Bodemopbouw

Op basis van beschikbaar grondonderzoek is de globale bodemopbouw bepaald. De bodemopbouw is geschematiseerd op basis van het grondonderzoek dat door Waternet beschikbaar is gesteld en dat is opgenomen in bijlage A.1. De bodemopbouw is bepaald op basis van sondering E08-670_1-B en boring E08-284_01A die zijn uitgevoerd in 2002.

In overleg met Waternet is voor de grondlaag onder het ophoogzand een humeuze kleilaag geschematiseerd. De tijdelijke afrit wordt gedeeltelijk aangebracht ter plaatse van de huidige parkeerplaats (bestaande uit een klinkerverharding) direct naast de waterkering. Hierbij wordt aangenomen dat de klinkerverharding is aangelegd op een zandbed van 0,5 m.

Tabel 2-1: Globale bodemgesteldheid o.b.v. sondering E08-670_1-B en boring E08-284_01A

Bovenkant laag [m NAP]		Laagdikte [m]	Bodembeschrijving
Maaiveld	à +1,5	-	Zand (losgepakt)
+1,5	à -6,8	8,25	Klei humeus
-6,8	à -7,6	0,78	Klei
-7,6	à -8,0	0,47	Wadzand
-8,0	à -8,3	0,30	Wadklei
-8,3	à -10,0	1,70	Wadzand
-10,0	à -13,1	3,03	Klei
-13,1	à -13,5	0,47	Basisveen
-13,5	à Max. verkende diepte	-	Zand (watervoerend)

2.4 Grondparameters

De grondparameters zijn overgenomen uit de algemene proevenverzameling van de Gemeente Amsterdam opgenomen in [3]. Voor klei humeus zijn de parameters conform tabel 2b van NEN9997-1 gehanteerd.

Tabel 2-2: Representatieve waarden samendrukkingsparameters

Bovenkant laag [m NAP]	Grondsoort	γ/γ_{sat} [kN/m ³]	C_p [-]	C_s [-]	C_p' [-]	C_s' [-]	C_v [m ² /s]	$\frac{POP}{OCR/\sigma_p}$
MV	Zand (losgepakt)	17,0 / 19,0	1800	1.0 ^E +07	760	1.0 ^E +07	-	5 (POP)
+1,5	Klei humeus	13,0 / 13,0	28	320	7	80	1.10 ^E -07	5 (POP)
-6,8	Klei	17,5 / 17,5	69	288	24	187	1.00 ^E -07	5 (POP)
-7,6	Wadzand	17,0 / 17,0	69	288	24	187	-	5 (POP)
-8,0	Wadklei	16,2 / 16,2	69	288	24	187	1.00 ^E -07	1,0 (OCR)
-8,3	Wadzand	17,0 / 17,0	69	288	24	187	-	5 (POP)
-10,0	Klei	17,5 / 17,5	69	288	24	187	1.00 ^E -07	5 (POP)
-13,1	Basisveen	10,5 / 10,5	25	85	10	40	9.26 ^E -07	5 (POP)
-13,5	Zand (watervoerend)	18,0 / 20,0	1800	1.0 ^E +07	760	1.0 ^E +07	-	1,3 (OCR)

Opmerkingen

γ en γ_{sat} = volumiek gewicht; sat = verzadigd

C_p = primaire samendrukkingsconstante voor grensspanning

C_s = secundaire samendrukkingsconstante voor grensspanning

C_p' = primaire samendrukkingsconstante na grensspanning

C_v = secundaire samendrukkingsconstante na grensspanning

C_v = consolidatiecoëfficiënt

Bovenkant laag [m NAP]	Grondsoort	γ/γ_{sat} [kN/m ³]	C_p [-]	C_s [-]	C_p' [-]	C_s' [-]	C_v [m ² /s]	$\frac{POP}{OCR/\sigma_p}$
POP = Pre Overburden Pressure (= grensspanning – terreinspanning) OCR = Over Consolidation Ratio (verhouding tussen grensspanning en terreinspanning) σ_p = grensspanning								

In Tabel 2-3 staan de representatieve en rekenwaarden zoals gebruikt voor de stabiliteitsberekeningen, de materiaalfactoren volgen uit Tabel 2-4.

Tabel 2-3: Representatieve en rekenwaarden sterkteparameters

Bovenkant laag [m NAP]	Grondsoort	γ/γ_{sat} [kN/m ³]	C'_{rep} [kPa]	ϕ'_{rep} [°]	$\gamma_{m,c'}$ [-]	$\gamma_{m,\phi'}$ [-]	c' [kPa]	ϕ [°]
MV	Zand (losgepakt)	17,0 / 19,0	0,0	30,0	-	1,20	0,0	25,69
+1,5	Klei humeus	13,0 / 13,0	0	25,0	1,25	1,20	0	21,24
-6,8	Klei	17,5 / 17,5	5,0	17,5	1,25	1,20	3,33	14,72
-7,6	Wadzand	17,0 / 17,0	0,0	30,0	-	1,20	0,0	25,69
-8,0	Wadklei	16,2 / 16,2	3,0	25,0	1,25	1,20	2,4	21,24
-8,3	Wadzand	17,0 / 17,0	0,0	30,0	-	1,20	0,0	25,69
-10,0	Klei	17,5 / 17,5	5,0	17,5	1,25	1,20	3,33	14,72
-13,1	Basisveen	10,5 / 10,5	5,0	18,0	1,50	1,25	3,33	14,57
-13,5	Zand (watervoerend)	18,0 / 20,0	0,0	32,5	-	1,20	0,0	27,96
Opmerkingen γ en γ_{sat} = volumiek gewicht; sat = verzadigd c' = effectieve cohesie ϕ' = effectieve hoek van inwendige wrijving								

2.5 (Grond)waterstanden en stijghoogten

Voor het waterpeil van het IJmeer wordt het winter streefpeil van NAP -0,4 m aangehouden [4]. Binnendijs van de Zuider IJdijk bevindt zich ter hoogte van Camping Zeeburg, het Amsterdam Rijnkanaal. Ook hier bedraagt het waterpeil NAP -0,4 m.

Het maatgevend hoogwater op het IJmeer bedraagt volgens de legger NAP +0,6 m [5]. Voor de freatische lijn wordt een opbolling van 0,5 m ter plaatse van het dijklichaam aangehouden [6]. De eerste watervoerende zandlaag heeft een stijghoogte van NAP -1,3 m [6].

2.6 Bovenbelastingen

Voor maatgevende omstandigheden wordt conform het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies [7] uitgegaan van een ongedraineerde bovenbelasting van 13,3 kN/m² over een breedte van 2,5 m. Daarbij is uitgegaan van een belastingspreiding van 45 graden en een aanpassingspercentage (consolidatiegraad) in de slecht waterdoorlatende cohesieve lagen van 20%.

2.7 Partiële factoren stabiliteitsberekeningen

2.7.1 Materiaalfactoren

De stabiliteitsberekeningen worden uitgevoerd met gedraineerde parameters. Dit uitgangspunt is gehanteerd na overleg met de Gemeente Amsterdam.

De rekenwaarden voor de grondparameters zijn verkregen door de representatieve waarden te delen door de materiaalfactoren γ_m conform [8].

Tabel 2-4: Materiaalfactoren conform [8]

Grondsoort en parameter			Variatiecoëfficiënt V	γ_m
alle grondsoorten	Volumieke massa nat/droog	(ρ)		1,0
klei	(TP-CU-5%)	(c)	0,45	1,25
	- cohesie	($\tan \phi$)	0,20	1,20
	- inwendige wrijving			
veen	(TP-CU-5%)	(c)	0,80	1,50
	- cohesie	($\tan \phi$)	0,25	1,25
	- inwendige wrijving			
zand	(TP-CD)	(c)	n.v.t.	n.v.t.
	- cohesie	($\tan \phi$)	0,15	1,20
	- inwendige wrijving			

2.7.2 Schadefactor en schematiseringsfactor

De schadefactor brengt de effecten van de overstromingskansnorm en het lengte-effect in rekening.

$$\gamma_n = 1 + 0,13 * (\beta_{eis,dsn} - 4,0) \text{ met } \beta_{eis,dsn} = -\phi^{-1}(P_{eis,dsn})$$

Waarin:

γ_n	Schadefactor voor het faalmechanisme macrostabiliteit [-]
$\beta_{eis,dsn}$	Geëiste betrouwbaarheidsindex voor een doorsnede [-]
$P_{eis,dsn}$	Faalkanseis per doorsnede voor macrostabiliteit [per jaar]

Tabel 2-5 Faalkanseis op doorsnedeniveau voor STBU [4]

Beschrijving	STBU	Eenheid
Toelaatbare overstromingskans	1/100	1/jaar
Faalkansruimte	0,04	-
$L_{traject}$	26.210	m
A	0,033	-
B	50	m
Lengte effect factor N	18,3	-
Kans op falen gegeven instabiliteit	0,1	1/jaar
Faalkanseis op doorsnede niveau	$2,19^E-04$	1/jaar

Met de gegevens uit Tabel 2-5 en bovenstaande formule wordt conform OI2014v4 voor de buitenwaartse stabiliteit een schadefactor van 0,94 berekend.

De schematiseringsfactor verdisconteert onzekerheden in de schematisering van geometrie, bodemopbouw en waterspanningen. De waarde varieert tussen 1,3 (veilige waarde) en 1,0. Voor de schematiseringsfactor is een waarde van 1,3 gehanteerd, omdat zeer beperkt grondonderzoek beschikbaar is.

2.7.3 Modelfactoren

De modelfactor is afhankelijk van het rekenmodel en het toegepaste model voor grondgedrag. Bij de werkwijze met gedraineerd grondgedrag wordt aanvullend onderscheid gemaakt in het al dan niet optreden van opdrijven/opbarsten van de deklaag in het achterland. Voor de stabiliteitsanalyse is uitgegaan van Bishop rekenmodel. Hierbij is een modelfactor van 1,0 van toepassing [9].

3. Geotechnische analyses

3.1 Zettingen

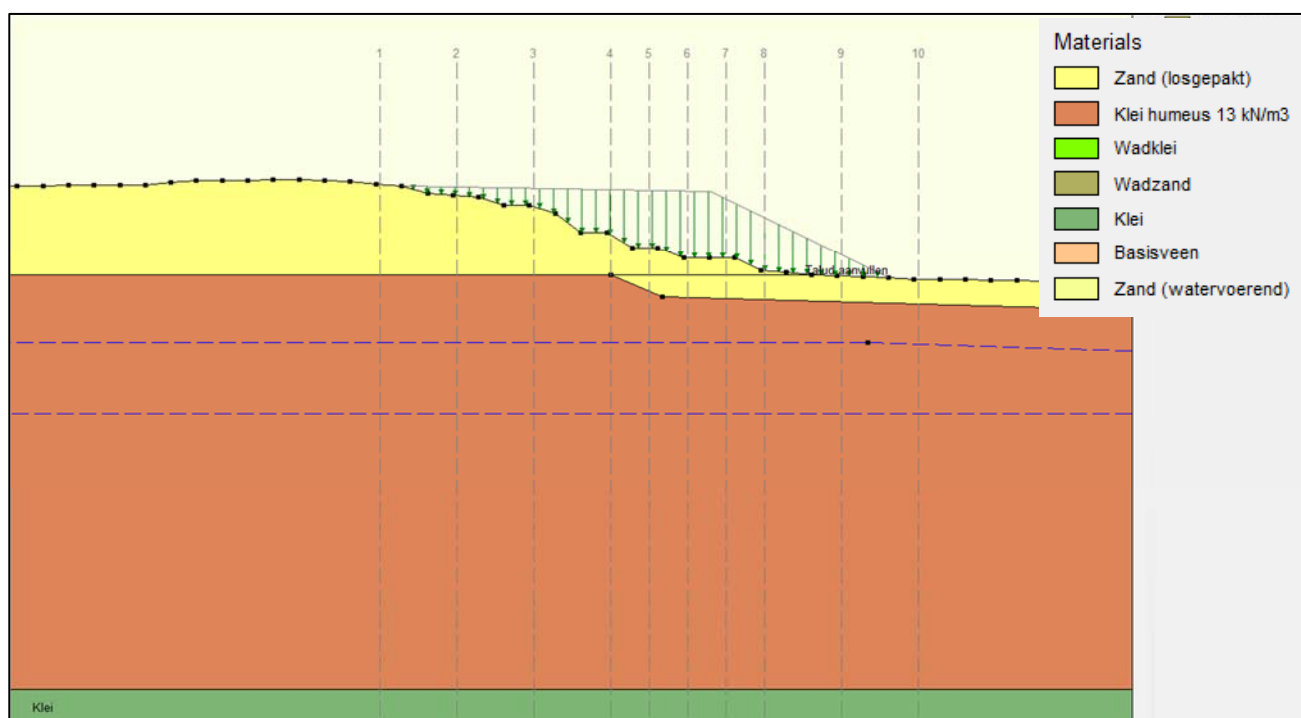
Ten gevolge van het aanbrengen van de ophoging ten behoeve van de afrit zullen er zettingen optreden door het toenemen van de belasting. De zettingen zijn berekend met behulp van de methode van Koppejan volgens het consolidatiemodel van Darcy.

De zettingsberekening is uitgevoerd met het programma D-Settlement, versie 20.1. De berekeningen zijn uitgevoerd onder dagelijkse omstandigheden, bij een freatisch grondwaterstand gelijk aan het peil in het IJmeer, namelijk NAP -0,4 m. Voor de freatisch grondwaterstand in het dijklichaam wordt uitgegaan van een opbolling van 0,5 m tot NAP +0,1 m. Voor het volumiek gewicht van het aangebrachte grondlichaam op het talud is uitgegaan van $\gamma/\gamma_{\text{nat}} = 18/20 \text{ kN/m}^3$. Bij de berekeningsopties is gekozen voor maintain profile (behoud van gedefinieerd bovenoppervlak). De nieuwe inrit heeft een tijdelijke functie voor een periode van circa 2 jaar. Daarom worden de optredende zettingen na 2 jaar gepresenteerd. Bij de berekening van de zettingen is geen rekening gehouden met autonome bodemdaling.

In Tabel 3-1 zijn de zettingen per verticaal weergegeven uit de dwarsdoorsnede van profiel 1, zie Figuur 3-1.

Tabel 3-1 Zettingen per verticaal

Verticaal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zettingen [m]	0.02	0.03	0.06	0.17	0.20	0.23	0.22	0.22	0.11	0.04

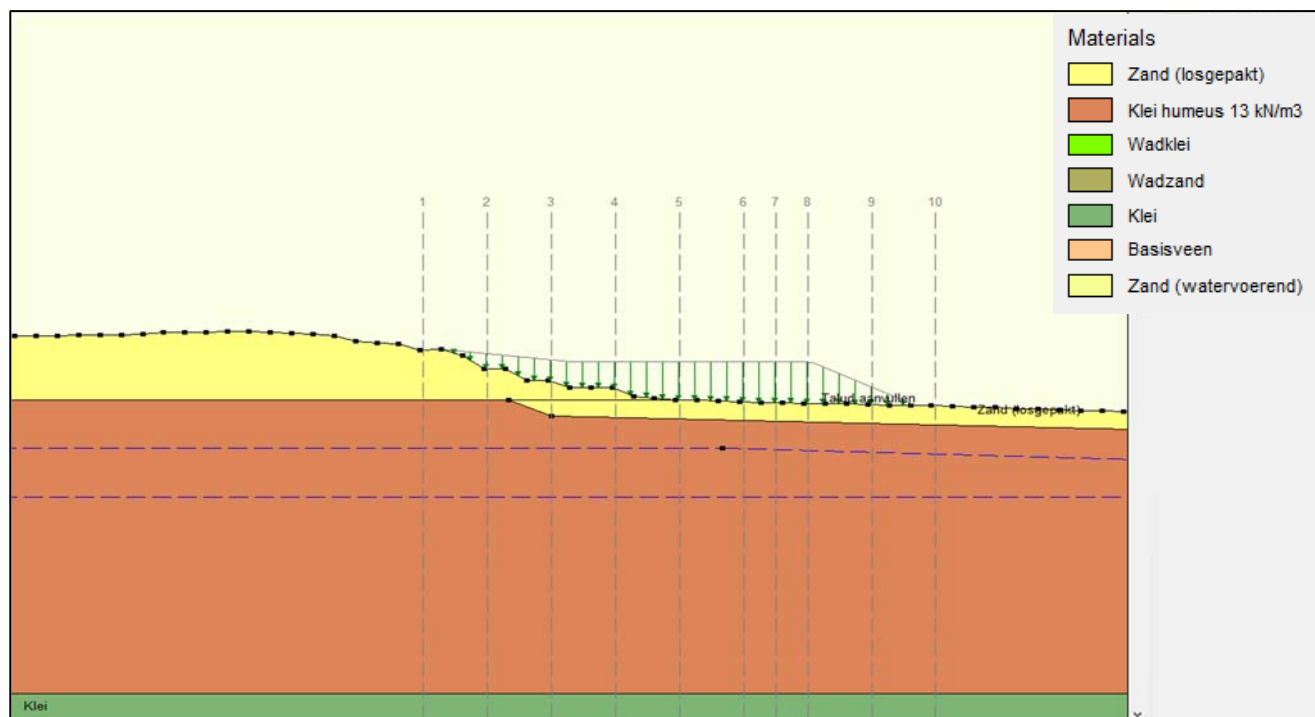


Figuur 3-1 Dwarsprofiel 1, verticalen t.b.v. zettingsberekeningen

In Tabel 3-2 zijn de zettingen per verticaal weergegeven uit de dwarsdoorsnede van profiel 3, zie Figuur 3-2.

Tabel 3-2 Zettingen per verticaal

Verticaal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zettingen [m]	0.02	0.05	0.12	0.18	0.26	0.27	0.27	0.24	0.13	0.04



Figuur 3-2 Dwarsprofiel 3, verticaal t.b.v. zettingsberekeningen

Volgens de zettingsberekeningen moet door het aanbrengen van het grondlichaam van de tijdelijke inrit over een periode van ongeveer 2 jaar, rekening worden gehouden met zettingen tot ca. 0,27 m.

3.2 Stabiliteit buitenwaarts

De stabiliteitsberekening is uitgevoerd met het programma D-GEO Suite Stability 2020.03. In de berekening zijn de rekenwaarde van de sterkteparameters gebruikt en volgt een stabiliteitsfactor. Deze stabiliteitsfactor is een maat voor de veiligheid tegen afschuiven. Bij toetsing van de stabiliteit wordt getoetst aan de vereiste stabiliteitsfactor.

De vereiste veiligheidsfactor voor buitenwaartse macrostabiliteit is conform OI2014v4 berekend met onderstaande formule:

$$SF \geq SF_{\min} = \gamma_n * \gamma_d * \gamma_b$$

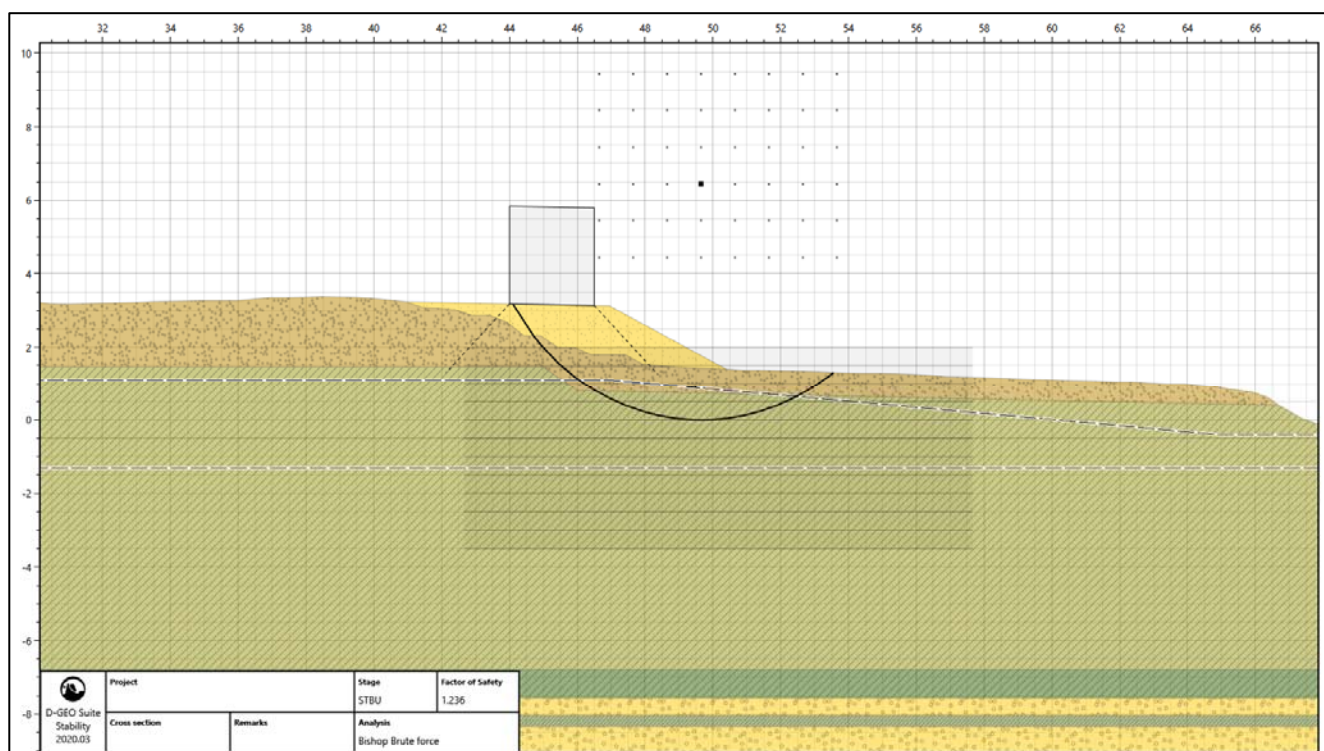
Waarin:

- γ_n Schadefactor [-]; Partiële factor die verband houdt met de normhoogte, het al dan niet falen door hoogwater en het lengte-effect
- γ_d Modelfactor [-]; Partiële factor voor de modelonzekerheid
- γ_b Schematiseringsfactor [-]; Partiële factor voor de onzekerheid over de ondergrondopbouw en water(over)spanningen

De minimaal vereist veiligheidsfactor bedraagt:

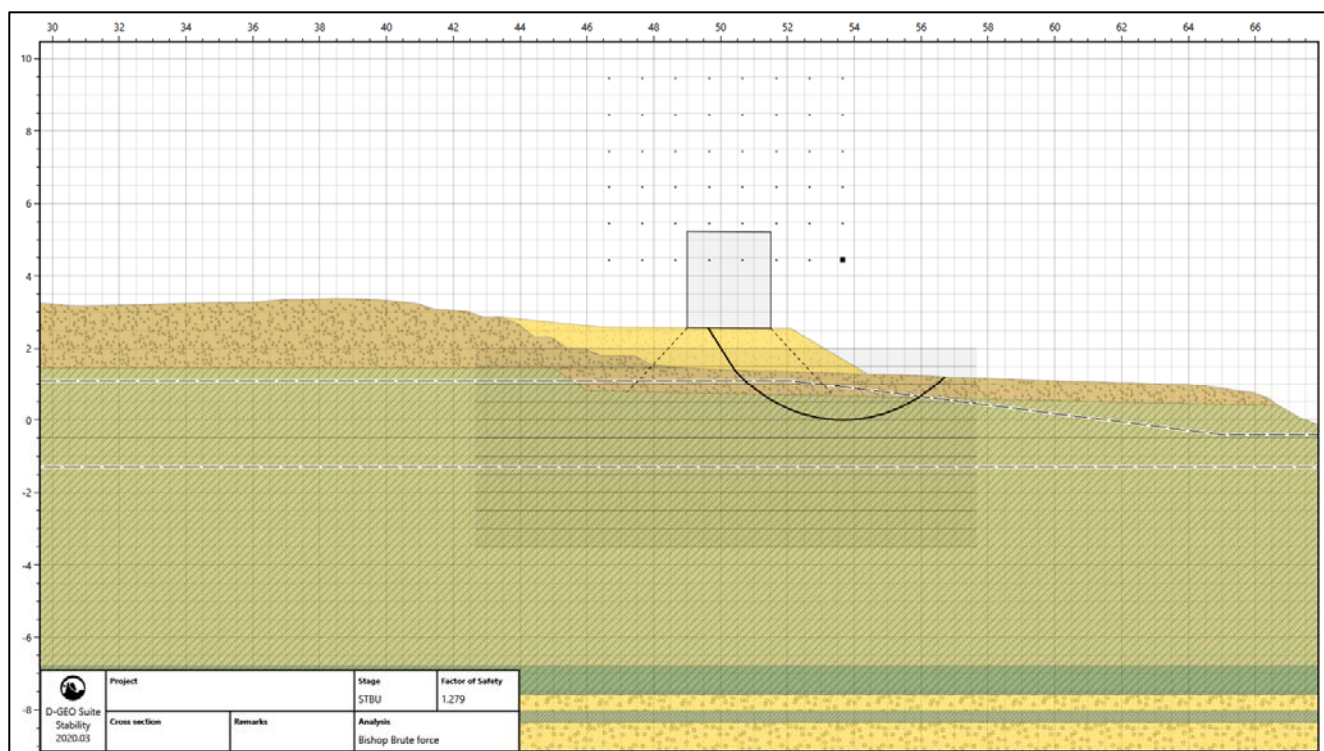
$$SF \geq SF_{\min} = \gamma_n * \gamma_d * \gamma_b = 0,94 * 1,0 * 1,3 = 1,22$$

De berekende stabiliteitsfactor voor dwarsprofiel 1 voldoet aan de stabiliteitseis ($1,24 > 1,22$). In het dijklichaam is een freatische lijn gehanteerd van NAP +1,1 m. Hierbij is uitgegaan van een maatgevend hoogwater op het IJmeer van NAP +0,6 m en een opbolling van 0,5 m.



Figuur 3-3 Dwarsprofiel 1, buitenwaartse stabiliteit (S.F. = 1.24)

De berekende stabiliteitsfactor voor dwarsprofiel 3 voldoet aan de stabiliteitseis ($1,28 > 1,22$). De waterkerende veiligheid van de waterkering blijft gewaarborgd.



Figuur 3-4 Dwarsprofiel 3, buitenwaartse stabiliteit (S.F. = 1.28)

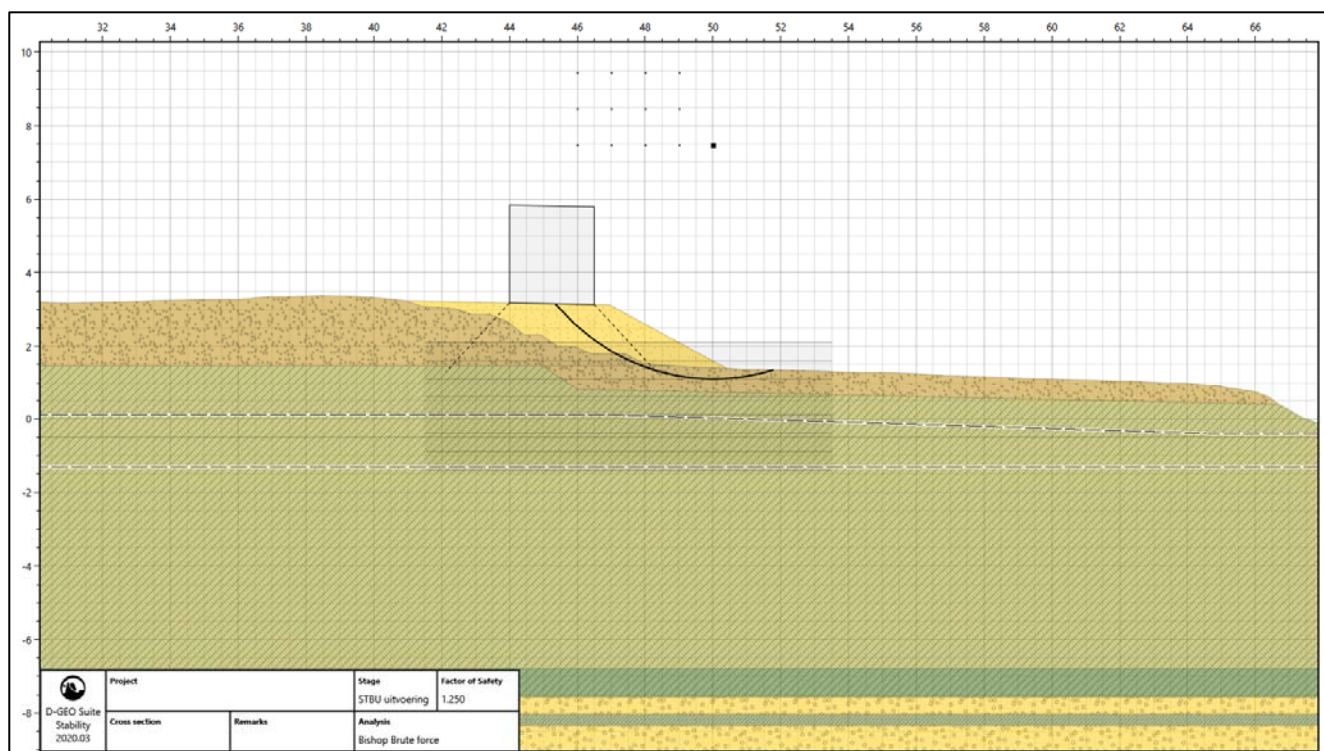
3.3 Uitvoeringsstabiliteit

Tijdens de uitvoering zullen er wateroverspanningen optreden in de cohesieve lagen ten gevolge van het aanbrengen van het grondlichaam voor de tijdelijke inrit. Voor de wateroverspanningen in de cohesieve lagen als gevolg van het aanbrengen van een ophoging is een aanpassingspercentage van 20 % aangehouden.

Voor beide dwarsprofielen is de uitvoeringsstabiliteit beoordeeld. Voor de uitvoeringssituatie wordt een schadefactor van 0,9 gehanteerd. De minimaal vereist veiligheidsfactor bedraagt:

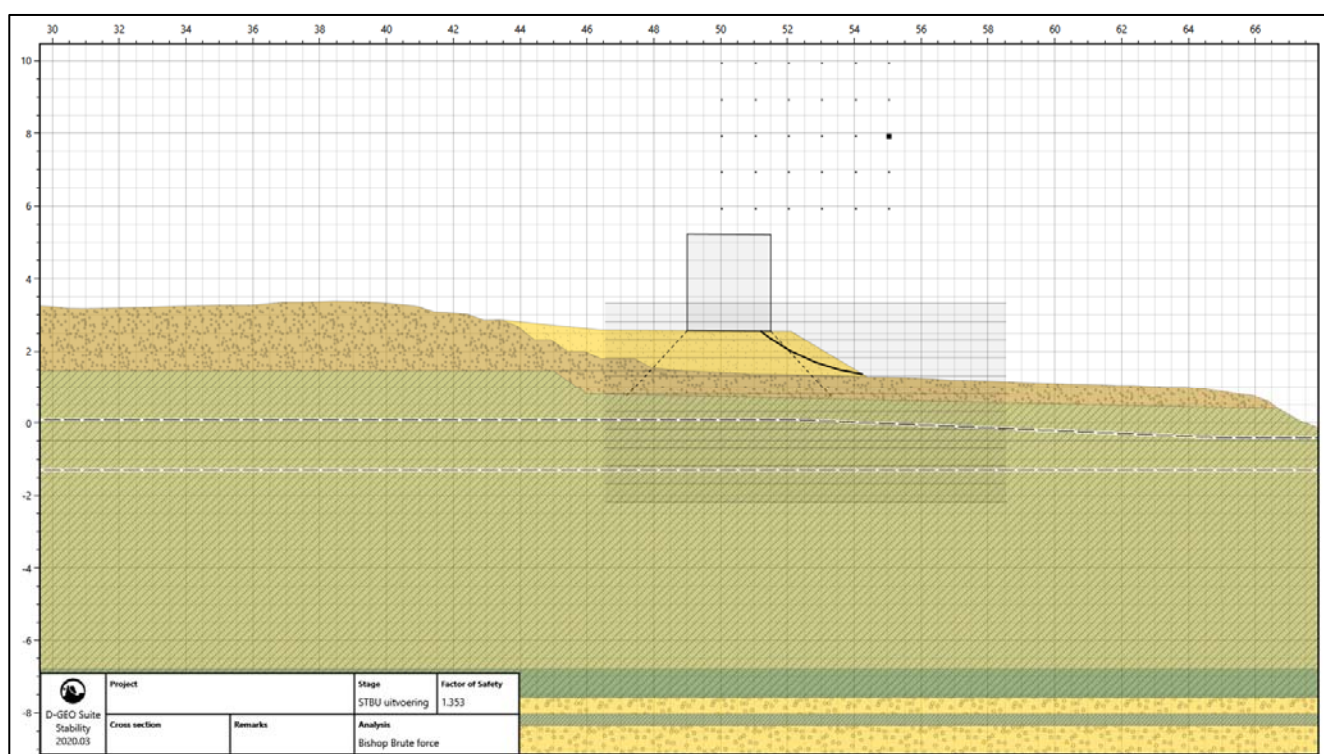
$$SF \geq SF_{\min} = \gamma_n * \gamma_d * \gamma_b = 0,9 * 1,0 * 1,3 = 1,17$$

De berekende stabiliteitsfactor voor dwarsprofiel 1 voldoet aan de stabiliteitseis ($1,25 > 1,17$).



Figuur 3-5 Dwarsprofiel 1, uitvoeringsstabiliteit (S.F. = 1.25)

De berekende stabiliteitsfactor voor dwarsprofiel 3 voldoet aan de stabiliteitseis ($1,35 > 1,17$).



Figuur 3-6 Dwarsprofiel 3, uitvoeringsstabiliteit (S.F. = 1.35)

4. Conclusie

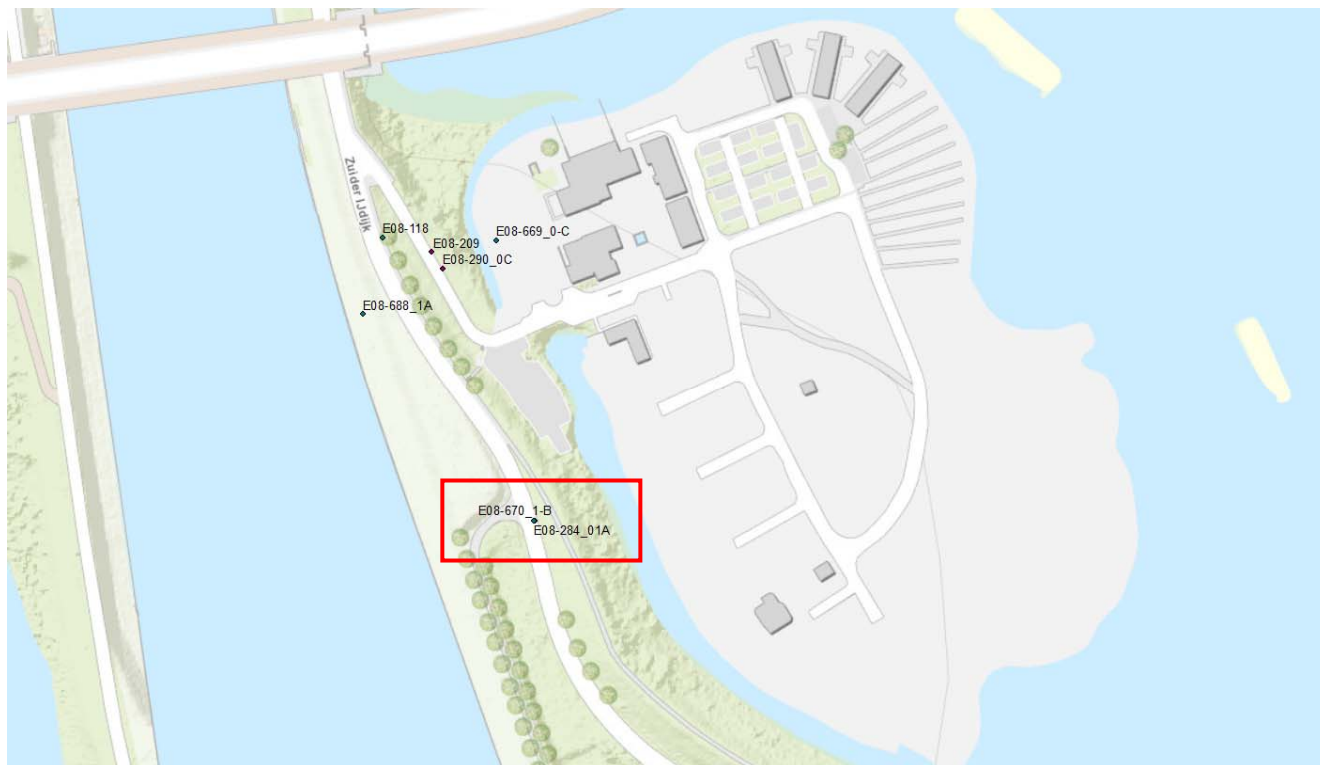
In het kader van de Dijkversterking Zeeburgereiland wordt de Zuider IJdijk vanaf het Zeeburgereiland afgesloten in zuidelijke richting. Om deze reden wordt voor de bereikbaarheid van Camping Zeeburg een tijdelijke, nieuwe afrit gerealiseerd langs de waterkering. Voor deze werkzaamheden is een vergunning van Waternet benodigd. Voor de onderbouwing van de vergunning is een zettings- en stabiliteitsanalyse uitgevoerd.

Door het aanbrengen van afrit zullen zetting optreden door het toenemen van de belasting. Volgens de zettingsberekeningen moet langs de afrit rekening worden gehouden met zettingen tussen de 0,1 en de 0,3 m over een de gebruiksperiode van de afrit van circa 2 jaar.

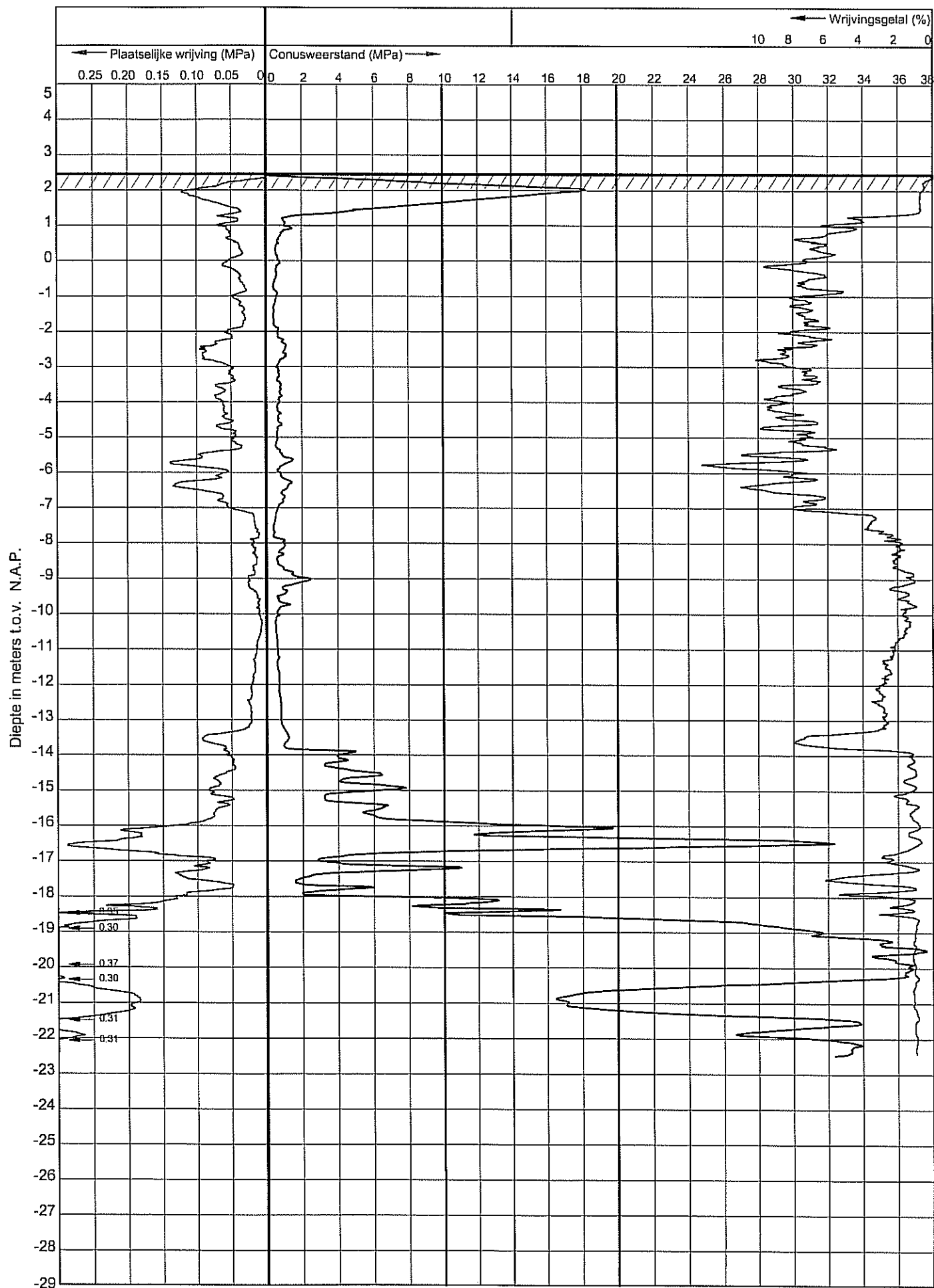
Voor zowel de buitenwaartse stabiliteit als de uitvoeringsstabiliteit geldt dat de maatgevende glijcirkels voldoen aan de gestelde stabiliteitseisen. De waterkerende veiligheid blijft gewaarborgd.

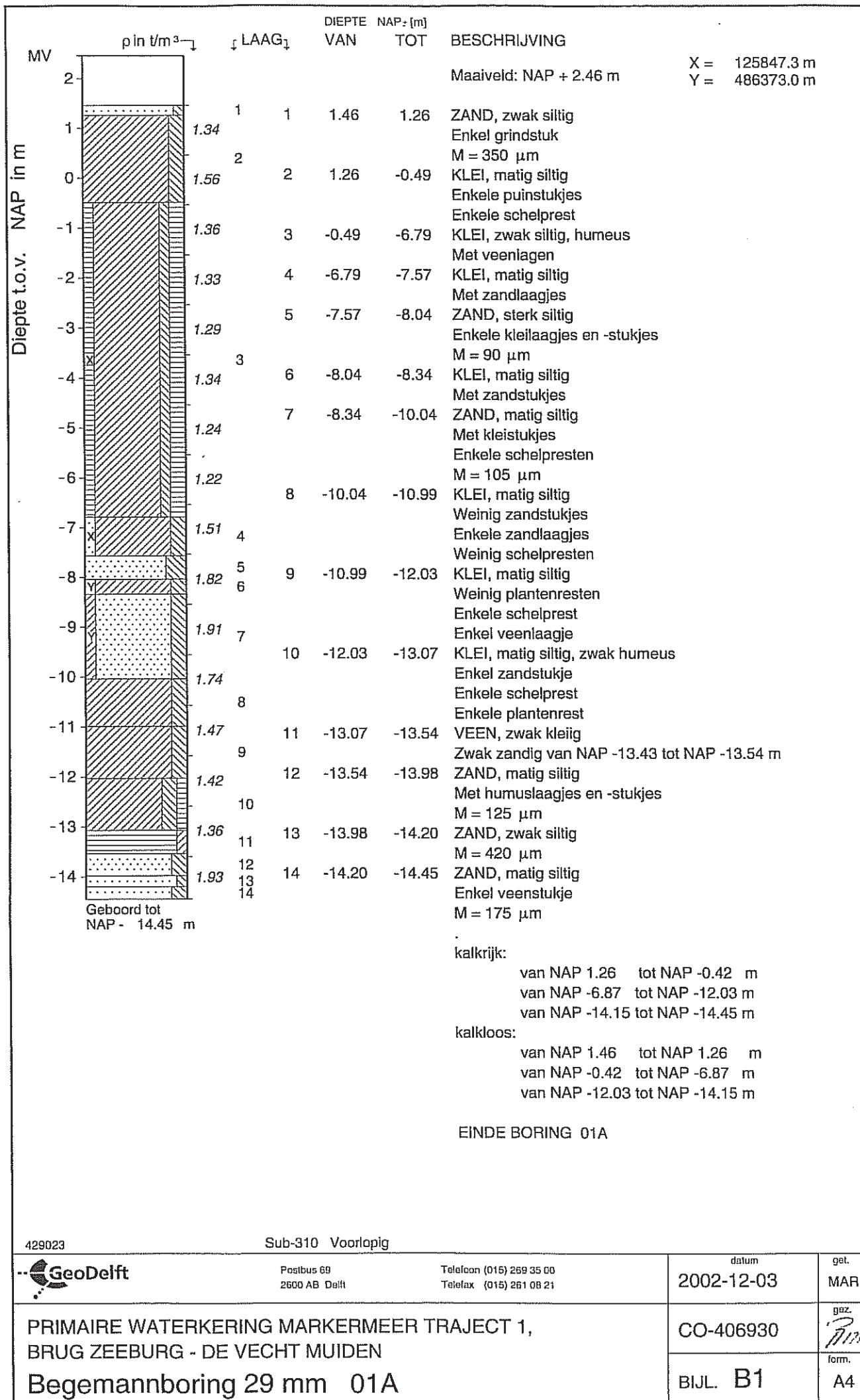
A.1 Beschikbaar grondonderzoek

In Figuur A-1 staat een overzicht met het beschikbare grondonderzoek. Het gehanteerde grondonderzoek is rood gearceerd.



Figuur A-1 Overzicht beschikbaar grondonderzoek inrit Camping Zeeburg





429023

Sub-310 Voorlopig



Postbus 69
2600 AB Delft

Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

datum
2002-12-03

get.
MAR

PRIMAIRE WATERKERING MARKERMEER TRAJECT 1,
BRUG ZEEBURG - DE VECHT MUIDEN

CO-406930

gez.
[Handwritten signature]

Begemannboring 29 mm 01A

BIJL. B1

form.
A4