Lingemeer taludwijziging Installatieterrein

Naar: [redacted], K3Delta, [redacted] K3Delta

Van: [redacted], Fugro

Datum: 10 september 2026

Ref nr.: S1025959.M2.1

Onderwerp: Toetsing wijzing ontwerptalud oever verwerkingsinstallatie Lingemeer

Inleiding

K3Delta B.V. is voornemens een wijziging aan te vragen voor het huidige ontwerptalud van de oever ter plaatse van de verwerkingsinstallatie van zandwinning Lingemeren. Ter behoud van het installatieterrein en omdat in deze oeverzone geen zandwinning meer plaatsvindt, wenst K3Delta af te wijken van het oorspronkelijk ontworpen talud van 1v:4h en aan te sluiten bij de huidige, stabiele situatie. Uit recente peilingen (Bijlage A) blijkt dat zich ter plaatse een oevertalud heeft ontwikkeld met een helling van circa 1v:3h tot een diepte van NAP -10 m. Beneden deze diepte verloopt het talud flauwer, met een helling van circa 1v:5h tot aan de bodem op ongeveer NAP -30 m.

Doel en scope

K3Delta B.V. heeft aan Fugro gevraagd op basis van bestaand grondonderzoek en de eerder uitgevoerde analyse [1] een advies uit te brengen ten behoeve van de beoogde wijzigingen. In voorliggende memo wordt het voorgestelde geknikt ontwerptalud (1v:3h &1v:5h) beoordeeld op marcostabiliteit.

Beschikbare informatie

Voor het opstellen van deze memo is gebruik gemaakt van de volgende rapporten, bronnen, normen en richtlijnen

[1] Fugro, „6424-260291.R01 Verdieping zandwinning Lingemeer," 2024.

[2] NEN, „NEN 9997-1+C2, Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels," 2017.

[3] [redacted] „Yield Strength Ratio and Liquefaction Analysis of Slopes and Embankments," *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering,* pp. 727-737, Augustus 2003.

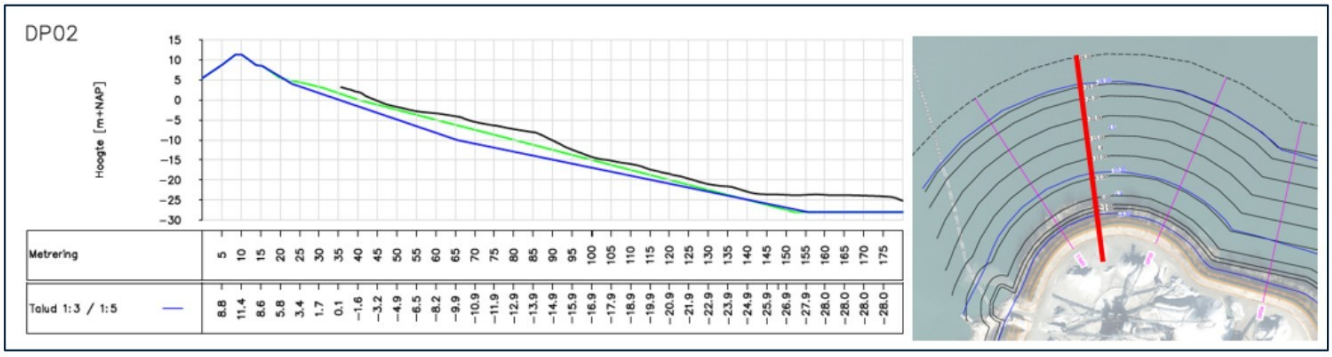
[4] CROW, „CUR 113 Overstabiliteit bij zandwinputten," 2010.

[5] WL | Delft Hydraulics, Oeverstabiliteit in Zandwinputten DV 04 43 11. Rekenmodel HMBreach, 2006.

Uitgangspunten

Geometrie

Voor de geometrie van het ontwerptalud wordt uitgegaan van 1v:3h talud tot NAP-10m en 1v:5h tot NAP-30m (Figuur1). In de figuur is te zien dat het installatieterrein is afgeschermd met een grondwal. Op basis van door K3 aangeleverde informatie is de grondwal in deze memo gekarakteriseerd als zijnde een begroeide grondwal opgebouwd uit sterk zandige klei.



Figuur 1. Taludontwerp Oever installatieterrein

Bodemopbouw

Op basis van het uitgevoerde grondonderzoek is in rapport 6424-260291 [1] een bodemopbouw beschreven en geschematiseerd, zoals hieronder weergegeven (Tabel 1). deze bodemopbouw is toentertijd als maatgevend beschouwd gezien in relatie tot verwekingsvloeiing en bresvloeiing. e.

Tabel 1. Bodemopbouw op basis van DKM01

Diepte bovenkant laag [m NAP]			Bodembeschrijving
5,8	à	4,6	KLEI, plaatselijk humeus, plaatselijk zandig, toplaag. Ter plaatse van DZKM11 en DZKM12 ligt een zandlaag boven op deze kleilaag.
4,0	à	0,0	ZAND, los tot matig vastgepakt, plaatselijk grindig.
-4,5	à	-9,0	ZAND, matig tot vast gepakt, plaatselijk doorsneden leemlaagjes.
-17,0	à	-23,0	ZAND, vastgepakt.
-28,0	à	-32,0	ZAND, lokaal doorsneden met silt-/kleilagen.
Ca. -55,0			Maximaal verkende diepte.

Geotechnische bodemschematisering

Voor het bepalen van de statische stabiliteit van de oevertaluds is de ondergrond geschematiseerd zoals weergegeven in Tabel 2, De dichtheid en de sterkteparameters c en φ zijn gebaseerd op NEN9997-1+c1:2017, [2]

Tabel 2. Sterkteparameters Bron Fugro rapport [1]

Grondlaag	Bovenkant laag [m NAP]	Dichtheid bij natuurlijk en verzadigde situatie γ/γ_{sat} [kN/m^3]	Cohesie c' [kPa]	Wrijvingshoek φ' [°]	S[-]	POP [kPa]
KLEI, sterk zandig, deklaag/ grondwal	11.4	18/20	2,0	27,5	-	
ZAND, matig	3,3	18/20	-	32,50	-	
ZAND, matig/vast	-7,0	18/20	0,0	32,5	-	
ZAND, vastgepakt	-20,0	19/21	0,0	35,0	-	
ZAND, sterk siltig/ leem (verwekings gevoelig)	-28	20/20	-	-	0,2	0
ZAND, sterk siltig	-33	20/20	-	27,5	-	-
ZAND, sterk siltig (verwekings gevoelig)	-37,0	20/20	-	-	0,2	0
ZAND, sterk siltig	-41	20/20	-	27,5	-	-

Uit het Fugro rapport [1] blijkt dat er een eerste verwekingsgevoelige laag aanwezig is tussen NAP -30 m en NAP -33 m en een tweede van NAP -37 m tot NAP -41 m. Voor de stabiliteitsanalyse is voor deze lagen is de ongedraineerde 'yield' sterkte gehanteerd, welk bepaald is op basis van correlaties met de conusweerstand. Hierbij is de ondergrenswaarde (offset van 0,04 ten opzichte van de gemiddelde trendlijn) uit de publicatie [3] gehanteerd als karakteristieke waarde. In D-Stability is deze laag gemodelleerd met het SHANSEP-model, waarbij voor de S ratio $s_{u(yield)}/\sigma'_{v0}$ is gehanteerd. Voor de factor POP is een waarde van nul gehanteerd.

Over de karakteristieke waardes zoals weergegeven in tabel 2 zijn de partiele factoren voor grondeigenschappen weergegeven in volgens tabel A.4a van [2], waarbij uitgegaan wordt van een veiligheidsniveau RC1. Omdat gerekend wordt met rekenwaarden, dient de berekende stabiliteitsfactor te voldoen aan S.F. > 1,0.

Tabel 3. Partiële factoren conform veiligheidsniveau RC1 [2]

Grondparameter	Partiele factor bij veiligheidsklasse RC1 [-]
Tangens van de hoek van inwendige wrijving *tanφ'*	1,2
Effectieve cohesie *c'*	1,3
Volumiek gewicht γ/γ_{sat}	1,0

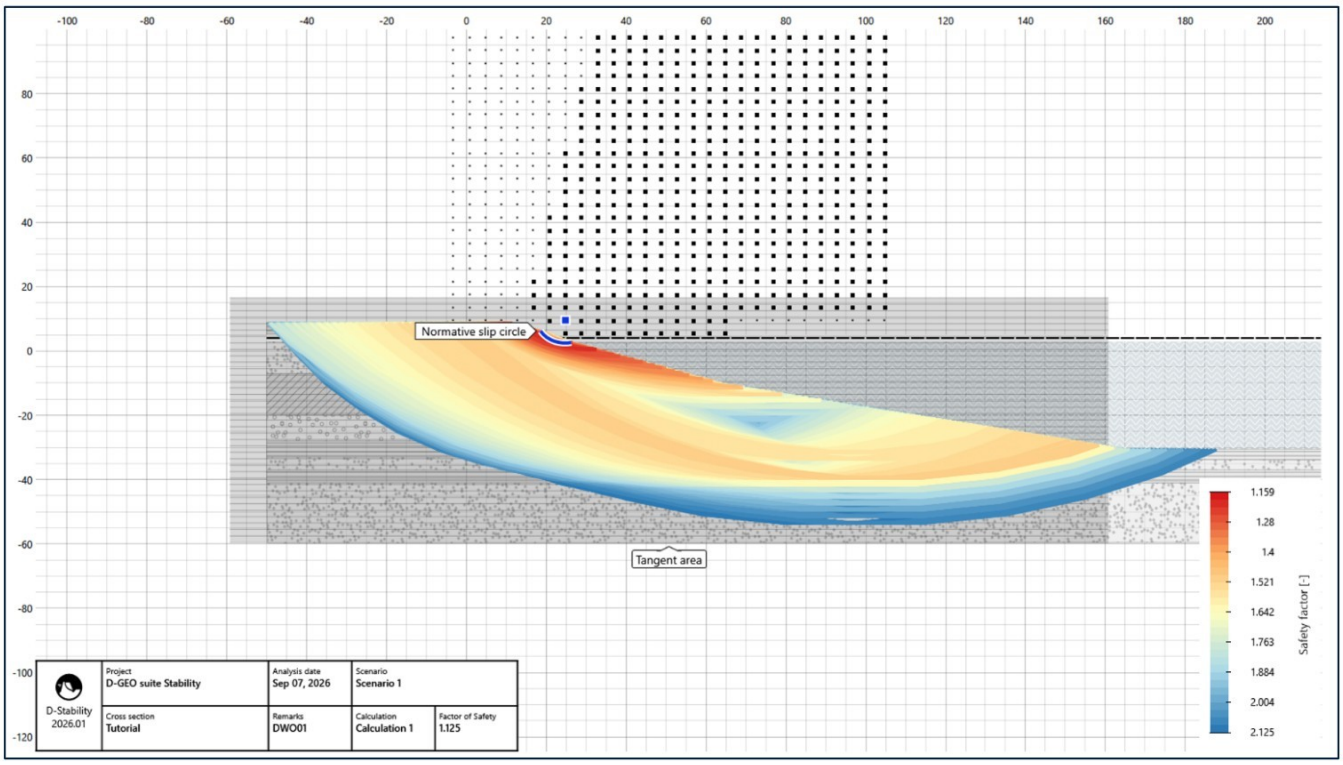
Waterstand

Oppervlaktewater
In [1] is op aangeven van de opdrachtgever een waterpeil in de zandwinput van NAP +4 m aangehouden, wat een gemiddelde situatie is in het gebied. Het peil in de zandwinput fluctueert enigszins (circa 30 cm) gedurende het seizoen als gevolg van neerslag, verdamping en grondwaterstanden.

Grondwaterstand
Aangezien er [1] tot de verkende diepte geen doorgaande waterremmende lagen zijn aangetroffen, is voor het gehele eerste watervoerende pakket de stijghoogte gelijkgesteld aan het waterpeil in de put.

Analyse

Op basis van de hiervoor beschreven uitgangspunten is het ontwerptalud met D-Stability getoetst op stabiliteit. Voor de in de vorige paragraaf beschreven ondergrondopbouw en taludgeometrie werd een stabiliteitsfactor van 1,15 berekend. Hiermee voldoet het talud aan de geldende stabiliteitseis voor SF>1 (Figuur 2).).

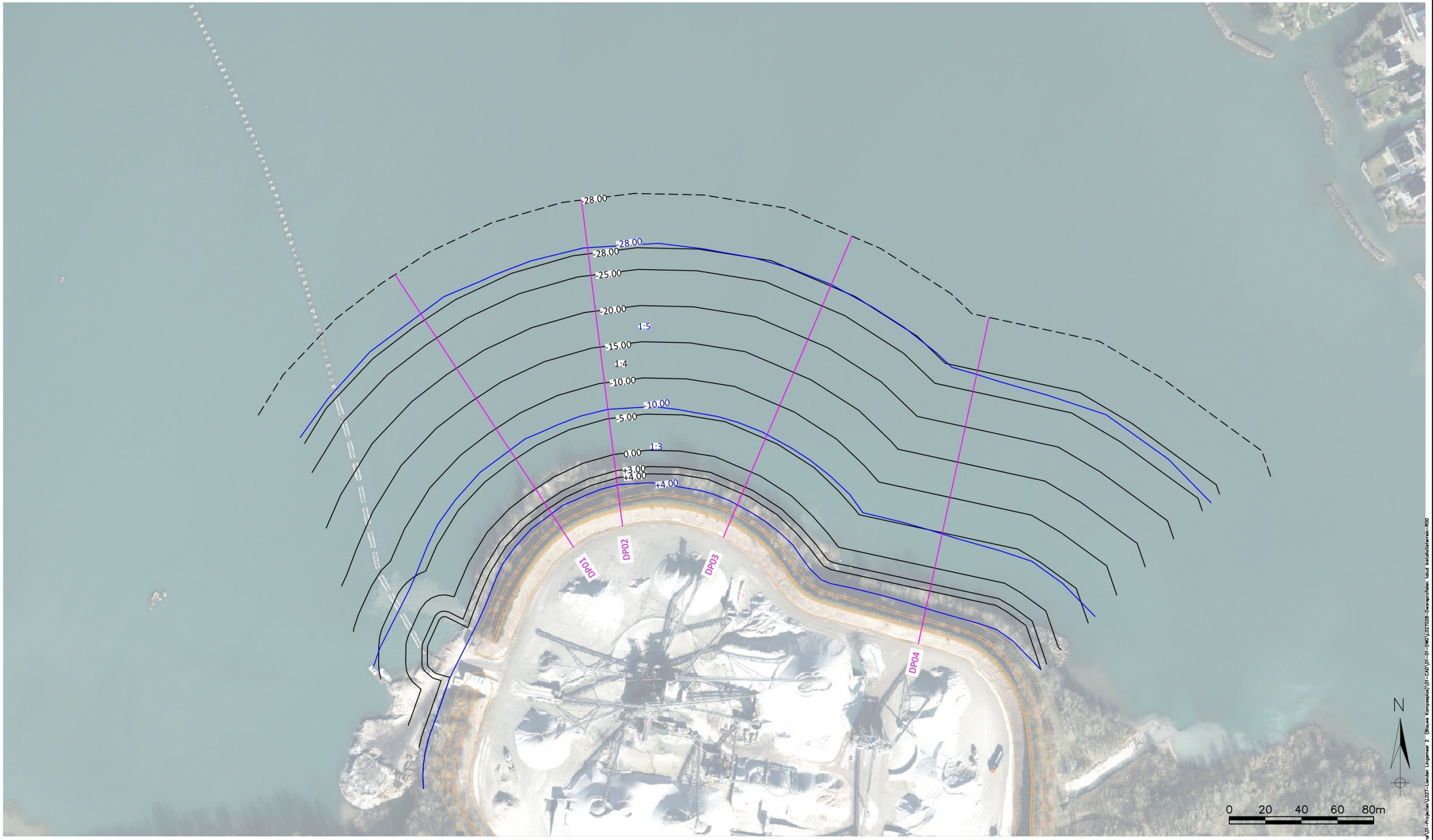


Figuur 2. Berekende glijcirkel voor maatgevend talud

Conclusie

Uit de uitgevoerde stabiliteitsanalyse volgt dat een geknikt ontwerptalud met een helling van 1v:3h tot NAP -10 m en 1v:5h van NAP -10 m tot NAP -30 m een stabiliteitsfactor (SF) van 1,15 behaalt, uitgaande van de bodemopbouw zoals gehanteerd in de analyse uit 2024 [1]. Hiermee voldoet het talud aan de geldende veiligheidseis voor betrouwbaarheidsklasse RC1.

Bijlage A : Dwarsprofielen talud Installatieterrein



Legenda

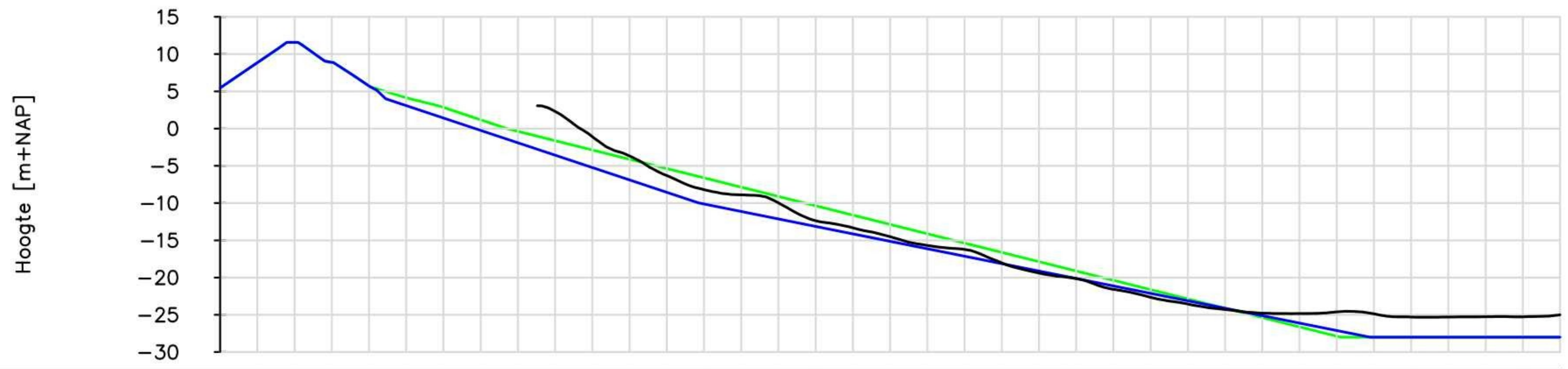
- Inmeting grondwal rondom installatieterrein
- Locatie dwarsprofiel
- Uitsnede ontwerp ontgronding rondom installatieterrein
  conform tekening: L027024–Ontgrondingstekening Blauw Kampse Plas–R03
- Voorstel taludwijziging
  Talud 1:3 tot –10.0mNAP
  Talud 1:5 tot –28.0mNAP
- Hulplijn om bodem op –28.0mNAP te modelleren

Project :	L027 | Lingmeer 1	Datum :	04–09–2026
		Getekend :	
Onderdeel :	Dwarsprofielen talud installatieterrein	Schaal :	1:2.000
Tekening nr. :	L027028	Status :	Concept
Opmerking(en) :	Coördinaatsysteem RD (x,y) en NAP (z) Maten in meters, tenzij anders vermeld	Formaat :	A3
		Blad :	1 van 2
Afdeling	Gebiedsontwikkeling		

03			
02			
01			
R00	04–09–2026	FM	Eerste uitgave

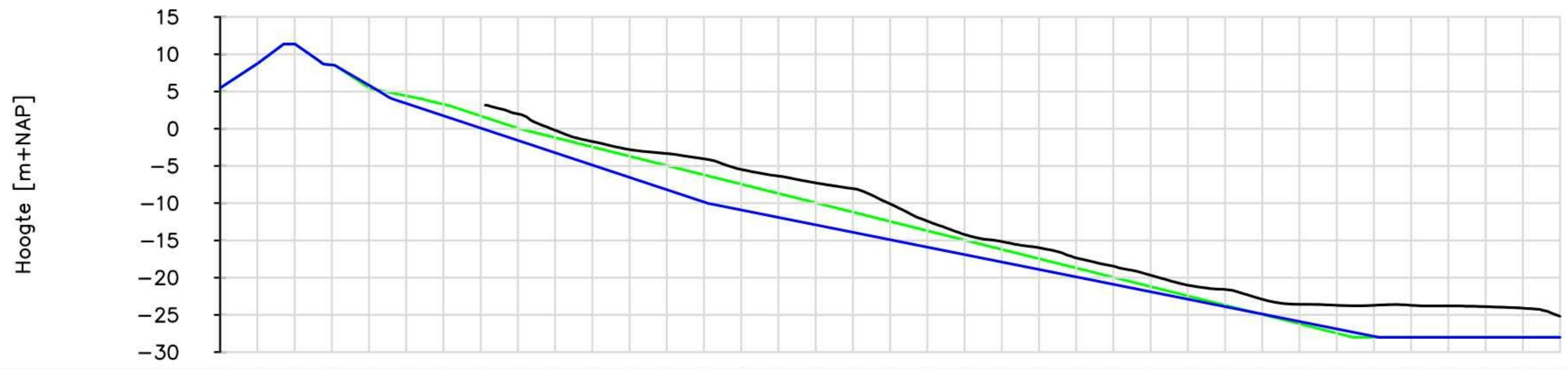
C:\OneDrive–K3–TK\K3 Data\Gebiedsontwikkeling–TK – General\01–Projecten\L027–Lienden Lingmeer 2 (Blauwe Kampseplas)\01–CAD\01–01–DWG\L027028–Dwarsprofielen talud installatieterrein–R00

DP01



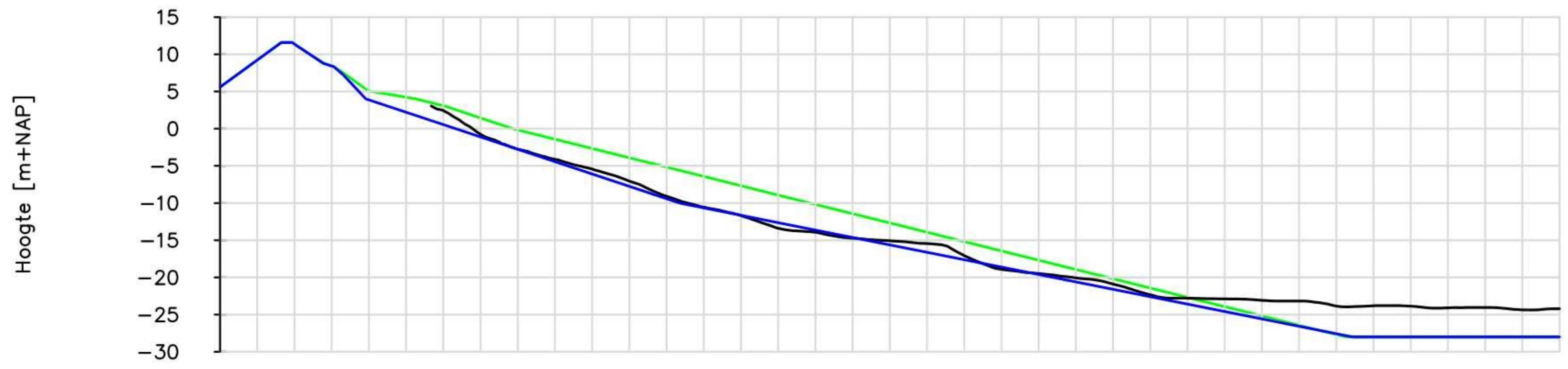
Metrering	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175
Peiling 14−07−2026									2.3	−1.1	−3.7	−6.3	−8.2	−8.9	−10.0	−12.4	−13.3	−14.5	−15.7	−16.2	−18.0	−19.4	−20.1	−21.6	−22.7	−23.5	−24.3	−24.8	−24.8	−24.6	−24.9	−25.3	−25.3	−25.3	−25.3
Talud 1:4	8.9	11.6	8.9	5.7	4.1	2.8	1.2	−0.4	−1.6	−2.9	−4.1	−5.4	−6.6	−7.9	−9.1	−10.4	−11.6	−12.9	−14.1	−15.4	−16.6	−17.9	−19.1	−20.4	−21.6	−22.9	−24.1	−25.4	−26.6	−27.9	−28.0	−28.0	−28.0	−28.0	−28.0
Talud 1:3 / 1:5	8.9	11.6	8.9	5.7	3.1	1.4	−0.2	−1.9	−3.6	−5.2	−6.9	−8.6	−10.1	−11.1	−12.1	−13.1	−14.1	−15.1	−16.1	−17.1	−18.1	−19.1	−20.1	−21.1	−22.1	−23.1	−24.1	−25.1	−26.1	−27.1	−28.0	−28.0	−28.0	−28.0	−28.0

DP02



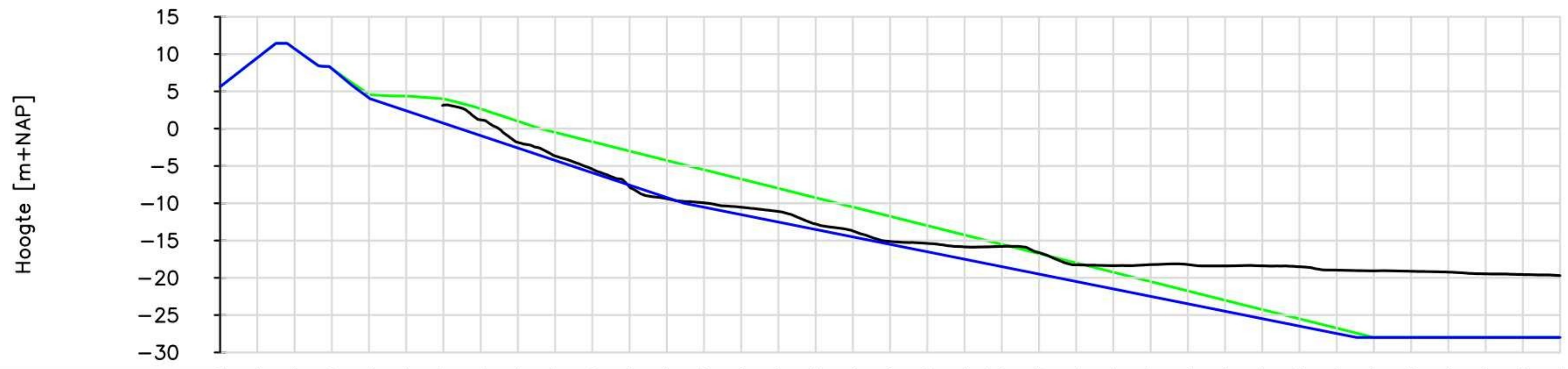
Metrering	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175
Peiling 14−07−2026								2.0	−0.2	−1.7	−2.8	−3.3	−4.0	−5.5	−6.4	−7.3	−8.1	−10.1	−12.4	−14.2	−15.1	−16.0	−17.3	−18.4	−19.7	−21.0	−21.6	−22.9	−23.6	−23.7	−23.7	−23.7	−23.8	−23.9	−24.1
Talud 1:4	8.8	11.4	8.6	5.5	4.4	3.3	1.7	0.1	−1.2	−2.4	−3.7	−4.9	−6.2	−7.4	−8.7	−9.9	−11.2	−12.4	−13.7	−14.9	−16.2	−17.4	−18.7	−19.9	−21.2	−22.4	−23.7	−24.9	−26.2	−27.4	−28.0	−28.0	−28.0	−28.0	−28.0
Talud 1:3 / 1:5	8.8	11.4	8.6	5.8	3.4	1.7	0.1	−1.6	−3.2	−4.9	−6.5	−8.2	−9.9	−10.9	−11.9	−12.9	−13.9	−14.9	−15.9	−16.9	−17.9	−18.9	−19.9	−20.9	−21.9	−22.9	−23.9	−24.9	−25.9	−26.9	−27.9	−28.0	−28.0	−28.0	−28.0

DP03



Metrering	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175
Peiling 14−07−2026						2.4	−0.7	−2.7	−4.1	−5.4	−7.1	−9.1	−10.6	−11.7	−13.4	−13.9	−14.7	−15.1	−15.4	−17.1	−18.9	−19.5	−20.1	−20.9	−22.3	−22.8	−22.9	−23.1	−23.2	−23.8	−23.8	−23.9	−24.1	−24.0	−24.4
Talud 1:4	9.2	11.4	8.4	5.0	4.2	3.1	1.4	−0.2	−1.4	−2.7	−3.9	−5.2	−6.4	−7.7	−8.9	−10.2	−11.4	−12.7	−13.9	−15.2	−16.4	−17.7	−18.9	−20.2	−21.4	−22.7	−23.9	−25.2	−26.4	−27.7	−28.0	−28.0	−28.0	−28.0	−28.0
Talud 1:3 / 1:5	9.2	11.4	8.4	3.9	2.2	0.5	−1.1	−2.8	−4.4	−6.1	−7.8	−9.4	−10.6	−11.6	−12.6	−13.6	−14.6	−15.6	−16.6	−17.6	−18.6	−19.6	−20.6	−21.6	−22.6	−23.6	−24.6	−25.6	−26.6	−27.6	−28.0	−28.0	−28.0	−28.0	−28.0

DP04



Metrering	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175
Peiling 14−07−2026						3.1	1.2	−1.8	−3.7	−5.4	−7.8	−9.4	−9.9	−10.5	−11.1	−12.8	−13.7	−15.1	−15.4	−15.9	−15.8	−16.6	−18.3	−18.4	−18.2	−18.2	−18.4	−18.4	−18.5	−19.0	−19.1	−19.1	−19.2	−19.5	−19.6
Talud 1:4	9.5	10.7	8.1	4.6	4.4	4.0	2.7	1.0	−0.5	−1.8	−3.0	−4.3	−5.5	−6.8	−8.0	−9.3	−10.5	−11.8	−13.0	−14.3	−15.5	−16.8	−18.0	−19.3	−20.5	−21.8	−23.0	−24.3	−25.5	−26.8	−28.0	−28.0	−28.0	−28.0	−28.0
Talud 1:3 / 1:5	9.5	10.7	8.0	4.1	2.4	0.7	−0.9	−2.6	−4.2	−5.9	−7.6	−9.2	−10.5	−11.5	−12.5	−13.5	−14.5	−15.5	−16.5	−17.5	−18.5	−19.5	−20.5	−21.5	−22.5	−23.5	−24.5	−25.5	−26.5	−27.5	−28.0	−28.0	−28.0	−28.0	−28.0

0 10 20 30 40m

Project :	L027 | Lingemeer 1	Datum :	04−09−2026
		Getekend :	[redacted]
Onderdeel :	Dwarsprofielen talud installatieterrein	Schaal :	1:1.000
Tekening nr. :	L027028	Status :	Concept
Opmerking(en) :	Coördinaatsysteem RD (x,y) en NAP (z) Maten in meters, tenzij anders vermeld	Formaat :	A2
		Blad :	2 van 2

Afdeling

03			
02			
01			
R00	04−09−2026	FM	Eerste uitgave

C:\OneDrive−K3−TK\K3 Delta\Gebiedsontwikkeling−TK − General\01−Projecten\L027−Lienden Lingemeer 2 (Blauwe Kampseplas)\01−CAD\01−01−DWG\L027028−Dwarsprofielen talud installatieterrein−R00