

Geotechnisch advies (concept)

Bouwrijp maken terrein aan de Oosterwierum – west
te Farmsum

VN-78729-1 | 18 augustus 2021



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

Raadgevend Ingenieursbureau
Wiertsema & Partners B.V.
Feithspark 6, 9356 BZ Tolbert
Postbus 27, 9356 ZG Tolbert
Tel.: 0594 51 68 64
Fax: 0594 51 64 79
E-mail: info@wieritsema.nl
Internet: www.wiertsema.nl

Onderwerp: Bouwrijp maken terrein aan de Oosterwierum - west te Farmsum
Projectnummer: VN-78729-1

Opdrachtgever: Groningen Seaports NV
Postbus 20004
9930 PA Delfzijl

Versie	Datum	Omschrijving wijziging
1	18 augustus 2021	concept

Opgesteld door:	ing. F. Geertsma
Handtekening:	
Documentnummer:	R78512
Status:	concept
Vrijgegeven door:	ing. F. Geertsma




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Inhoudsopgave

blad

1	Inleiding.....	4
1.1	Aanleiding en doel	4
1.2	Referenties	4
1.3	Normen en richtlijnen	4
1.4	Kwaliteitswaarborging	4
1.5	Projectomschrijving	5
1.6	Leeswijzer	6
2	Bodemopbouw.....	7
2.1	Grond- en laboratoriumonderzoek	7
2.2	Beschrijving	7
3	Uitgangspunten.....	9
3.1	Geometrie	9
3.2	Veiligheidsklasse	9
3.3	Grondparameters	10
3.4	Grondwaterstand.....	11
3.5	Verkeer en werkbelasting	11
3.6	Fasering	12
3.7	Maatregelen ter beperking van de restzetting	12
3.8	Berekeningsmethode	12
3.9	Terminologie.....	13
3.10	Eisen en randvoorwaarden	13
4	Resultaten.....	14
4.1	Zettingen	14
4.2	Stabiliteit	19
5	Conclusies en aanbevelingen.....	24
5.1	Conclusies	24
5.2	Aanbevelingen	24

Bijlagen:

- 1 Situatietekening
- 2 Grondwaterstandsmeting (bron: Dinoloket)
- 3 Zettingsresultaten
- 4 Situatietekening met voorstel uitvoering voorbelasting



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

In opdracht van Groningen Seaports NV te Delfzijl heeft Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. een geotechnisch advies uitgebracht ten behoeve van bouwrijp maken van een terrein aan de Oosterwierum - west te Farmsum.

De werkzaamheden zijn verricht in aanvulling op het eveneens door ons bureau uitgevoerde grondonderzoek gerapporteerd onder 'titel rapport' (zie ons projectnummer VN-787291-, rapportnummer R*, d.d. *). De situatietekening VN-78791-1 met de locaties van de sonderingen en boringen is opgenomen in bijlage 1.

Het doel van dit advies is:

- Het vaststellen van vier geotechnische lengteprofielen;
- Bepalen van grondparameters op basis van uitgevoerd grondonderzoek en gegevens uit het archief van Wiertsema & Partners van projecten uitgevoerd in de directe omgeving;
- Opstellen van een ophoogadvies met de vermelde randvoorwaarden.

1.2 Referenties

De volgende gegevens en/of rapportages zijn gebruikt voor de berekening:

- [1] Rapport "Grond- en laboratoriumonderzoek bouwrijp maken terrein aan de Oosterwierum-west", rapportnr. R..., d.d. xx-08-2021, Wiertsema & Partners;
- [2] Tekening "Nieuwe situatie", tekeningnr. P000057-02-A-1201, concept, versie 2, d.d. 30-07-2021, projectnr. BS2021-105, Bureau Schmidt;
- [3] Tekening "Dwarsprofielen watergangen", tekeningnr. P000057-02-A-8201, concept, versie 3, d.d. 30-07-2021, projectnr. BS2021-105, Bureau Schmidt;

1.3 Normen en richtlijnen

De volgende Normen en Richtlijnen zijn van toepassing voor de berekening:

- [4] NEN 9997-1+C2:2017 Geotechnisch ontwerp van Constructies – Deel 1: Algemene regels, november 2017;
- [5] CUR 162 Construeren met grond, tweede druk, april 1993.

In het rapport zal middels vierkante haken [] worden verwezen naar de genoemde rapporten, referenties en richtlijnen.

1.4 Kwaliteitswaarborging

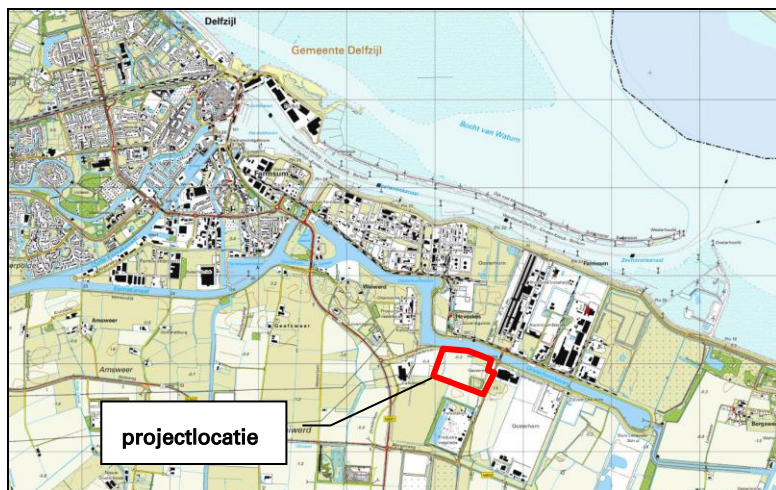
De werkzaamheden zijn verricht onder ons kwaliteitssysteem NEN-EN-ISO-9001 en ons milieumanagementsysteem NEN-EN-ISO-14001. Wiertsema & Partners B.V. is in het bezit van een V&G-beheersysteem VCA**.



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

1.5 Projectomschrijving

Het project betreft het bouwrijp maken van een terrein aan de Oosterwierum –Kloosterlaan. projectlocatie is in figuur 1.1 weer gegeven.



Figuur 1.1 Projectlocatie



Figuur 1.2 Detail bouwrijp maken terrein (bron: ref. [2])

Aan de noordzijde grenst het projectgebied aan de Oosterwierum en de Oosterhornhaven. Tussen het projectgebied en de Oosterwierum ligt nog een 30 tot 40 m brede strook grond (kabel en leidingenstrook). Aan de Oostzijde grenst het gebied aan de Kloosterlaan. In de



noordoosthoek van het terrein ligt een terrein met een gaswinningsput. Aan de zuid- en westzijde ligt (nu nog) bouwland.

Het project bestaat uit het ophogen van het terrein, met een huidig maaiveld op gemiddeld N.A.P. – 0,55 m, naar een hoogte van N.A.P. +0,80 m (ca. 1,35 m ophoging). Op het terrein wordt een verharding aangebracht t.b.v. zwaar verkeer.

1.6 Leeswijzer

Na de inleiding in dit eerste hoofdstuk volgt in het tweede hoofdstuk de beschrijving van de bodemopbouw, het gehanteerde bodemprofiel en waterpeilen. In hoofdstuk 3 zijn de gehanteerde uitgangspunten voor de berekening opgenomen. In hoofdstuk 4 volgen de resultaten van de berekening. Tot slot staan in hoofdstuk 5 de conclusies en aanbevelingen.

In bijlage 1 is de situatietekening met de locatie van het grondonderzoek opgenomen. In de overige bijlagen staan de uitgebreide resultaten van de berekeningen.



2 Bodemopbouw

2.1 Grond- en laboratoriumonderzoek

Het veldonderzoek, uitgevoerd in mei en juni 2021, heeft bestaand uit:

- 124 sonderingen tot een diepte van maximaal 37 m-maaiveld;
- 6 mechanische pulsboringen, waarvan 2 stuks tot 6 m-maaiveld, 2 stuks tot 8 m-maaiveld en 2 stuks tot 12 m-maaiveld.
- Inmeten van veldonderzoekspunten meters ten opzichte van het Rijksdriehoeksstelsel en inmeten van het maaiveld in meters ten opzichte van N.A.P.

Tijdens de pulsboringen is het opgeboorde materiaal in het veld geïdentificeerd. Tijdens de boorwerkzaamheden zijn 24 geroerde en 78 ongeroerde steekmonsters genomen.

Het laboratoriumonderzoek heeft bestaan uit:

- het classificeren van de monsters;
- het bepalen van het volumegewicht en het watergehalte;
- het uitvoeren van 18 samendrukkingsproeven;
- het uitvoeren van 10 triaxiaalproeven (Single-stage);
- het uitvoeren van 10 DSS proeven.

2.2 Beschrijving

De maaiveldhoogte ter plaatse van de onderzoekspunten varieerde ten tijde van het grondonderzoek van N.A.P. -1,05 tot +0,03 m met een gemiddelde van N.A.P. -0,55 m.

Het grondonderzoek toont vanaf het maaiveld een kleitoplaag met dikte variërend van 0,5 tot 3,0 m. Onder de kleitoplaag wordt over het algemeen een slappe tot zeer slappe veenlaag aangetroffen met een dikte variërend van 1 m tot ca. 3 m. De veenlaag ontbreekt plaatselijk aan de oostzijde. Onder de veenlaag wordt zand behorende tot de formatie van Boxtel aangetroffen tot een diepte van N.A.P. -5,0 à -7,5 m. Onder dit zandpakket is een (pot-)kleipakket, behorende tot de formatie van Peelo, zichtbaar. De onderkant van de potklei reikt tot een diepte van N.A.P. -15 à -18 m. Opvallend is dat de potklei in het oostelijk deel ontbreekt. De sonderingen tonen onder de potklei een vast tot zeer vaste zandlaag tot de maximaal verkende diepte van N.A.P. -35 m.

De actuele grondwaterstand werd in de eerste week van juni 2021 vastgesteld op een niveau van 0,80 tot 1,2 m– maaiveld (wat overeen komt met een niveau van N.A.P. -1,50 tot -2,15 m). Deze waarnemingen zijn een momentopname en zeggen niets over het verloop van de grondwaterstand over een langere periode. De grondwaterstand wordt direct na het boren opgenomen. Als de boring volledig in slecht doorlatende grond is uitgevoerd kan het grondwater slecht toestromen naar het boorgat. Ten tijde van de opname van de grondwaterstand behoeft deze zich nog niet aan de werkelijke grondwaterstand te hebben ingesteld. Als de boring tot in het onderliggende zand is gemaakt, zal de waterstand zich vooral richten naar de stijghoogte in



het onderliggende zandpakket. De grondwaterstand is daarom niet direct te herleiden naar de werkelijke freatische grondwaterstand.

Het projectgebied ligt in een gebied met grondwatertrap Vb. Dit houdt in dat de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) zich tussen 0,25 en 0,40 m-maaiveld bevindt. De gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) lager ligt dan 1,20 m-maaiveld. Uitgaande van een gemiddeld maaiveldniveau van N.A.P. -0,55 m, ligt de GHG op ca. N.A.P. -0,85 m. De GLG ligt dan lager dan N.A.P. -1,75 m.

Het projectgebied ligt in het peilgebied W0646 van het Waterschap Hunze en Aa's. In dit peilgebied worden de volgende peilen gehanteerd (bron: website Hunze en Aa's d.d. 5-8-2021):

- Winterpeil: N.A.P. -2,90 m
- Zomerpeil: N.A.P. -2,70 m

Het direct ten noorden van het projectgebied liggende Oosterhornkanaal heeft een streefpeil van N.A.P. +0,53 m.



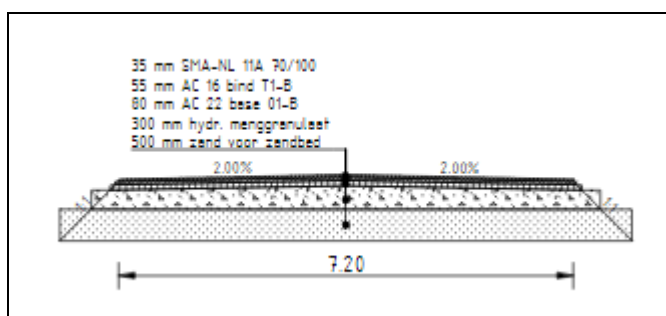
3 Uitgangspunten

3.1 Geometrie

Conform opgave van de opdrachtgever is uitgegaan van een ophoging van het terrein tot N.A.P. +0,80 m. De ophoging moet bestaan uit een goed verdicht zandpakket. Voor dit zandpakket worden de volgende volumegewicht gehanteerd:

- boven de grondwaterstand: $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ (vochtig verdicht zand)
- beneden de grondwaterstand: $\gamma_{\text{sat}} = 20 \text{ kN/m}^3$ (verzadigd volumegewicht).

Uitgaande van een maaiveld van N.A.P. -1,0 m tot N.A.P. 0 m zal er netto 0,80 tot 1,8 m moeten worden opgehoogd. Voor de terreinverharding is de volgende constructie door de opdrachtgever aangegeven:



Figuur 3.1 Constructieopbouw wegen in projectgebied

In de volgende tabel is de constructie nader omschreven:

Tabel 3.1 Constructie opbouw wegen

Materiaal	Dikte [m]	Volumegewicht [kN/m ³]
Asfalt	0,17	25
Menggranulaat	0,30	20
Zand voor zandbed	0,50	18/20

3.2 Veiligheidsklasse

De eventuele voorbelasting is van tijdelijke aard. Het risico op hoge economische kosten en het verlies van mensenlevens is gering. De voorbelasting wordt daarom, met uitzondering van de aansluiting op de gaswininput aan de noordoostzijde, ingedeeld in betrouwbaarheidsklasse RC1.

Langs de oostzijde, ter hoogte van de gaswininput, ligt in het projectgebied langs de sloot een gasleiding (leiding met gevaarlijke inhoud). Voor dit deel is een risicoklasse RC2 gehanteerd.



3.3 Grondparameters

De van toepassing zijnde grondparameters zijn vastgesteld aan de hand van de sonderingen en tabel 2.b van NEN 9997-1 en gelden voor ongestoorde grond. In tabel 3.2 en tabel 3.3 zijn de gehanteerde grondparameters beschreven. Voor de sterkte-eigenschappen zijn de karakteristieke waarden toegepast. Om overschatting van de zetting te voorkomen is voor de samendrukkingsparameters uitgegaan van gemiddelde waarden. Er kunnen daardoor plaatselijk grotere zettingen optreden.

Tabel 3.2 Gemiddelde volumegewichten en karakteristieke sterkteparameters

Grondsoort	$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]
Klei (toplaag)	17,9/17,9	25,7	3,8
Veen	10/10	26,8	4,3
Zand, los	17/19	30	0
Zand, matig vast	18/20	32,5	0
Zand, veenhoudend	17/19	25	0
Zand, sterk kleilig	18/20	25	0
Klei, matig vast	17/17	17,5	5
Klei, vast (potklei)	19,5/19,5	17,5	13
Zand (ophoging)	18/20	30	0

Hierin is: $\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ volumiek gewicht van resp. vochtige grond en verzadigde grond;
 ϕ' effectieve hoek van inwendige wrijving;
 c' effectieve cohesie;
 c_u ongedraineerde schuifsterkte.

Tabel 3.3 Gemiddelde volumegewichten en samendrukkingsparameters

Grondsoort	$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	C_v [m ² /s]	C_p [-]	C_s [-]	C'_p [-]	C'_s [-]	POP/OCR [-]
Klei (toplaag > gws)	17,9/17,9	$7,14 \cdot 10^{-7}$	899	755	89	483	10/-
Klei (toplaag < gws)	16,2/16,2	$9,51 \cdot 10^{-7}$	94	436	17	169	10/-
Veen	10/10	$9,31 \cdot 10^{-7}$	24,3	158	5,6	54	10/-
Klei, zwak zandig, slap	15/15	$1,0 \cdot 10^{-5}$	68	744	17	186	10/-
Zand, matig vast	18/20	Drained	∞	1000	∞	∞	-1,3
Klei, zandig (verweerde potklei)	18/18	$1,0 \cdot 10^{-5}$	140	1600	35	400	-1,3
Klei, vast (potklei)	19,5/19,5	$5,0 \cdot 10^{-7}$	104	500	33,5	343	-4

Hierin is: C_v Verticale consolidatiecoëfficiënt;
 C_p en C_s Primaire en secundaire samendrukkingscoëfficiënt indien grondspanningen lager zijn dan de in de grond aanwezige grensspanning P_g ;
 C'_p en C'_s Primaire en secundaire samendrukkingscoëfficiënt indien grondspanningen hoger zijn dan de in de grond aanwezige grensspanning P_g ;
POP/OCR Pre Overburden Pressure / Over Consolidation Ratio, maat voor de reeds in de grond aanwezige overspanning, wordt gebruikt voor de bepaling van P_g .



Tabel 3.4 Rekenwaarden grondparameters conform NEN 9997-1

Grondsoort	$\gamma/\gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	RC1		RC2	
		ϕ'_{rep} [°]	c_{rep}' [kN/m ²]	ϕ'_d [°]	c_d' [kN/m ²]
Klei (toplaag)	17,9/17,9	21,9	2,9	21,1	2,6
Veen	10/10	22,8	3,3	22,0	3,0
Zand, los	17/19	25,7	0	24,3	0
Zand, matig vast	18/20	28,0	0	27,0	0
Zand, veenhoudend	17/19	21,2	0	20,5	0
Zand, sterk kleiig	18/20	21,2	0	20,5	0
Klei, matig vast	17/17	14,7	3,8	14,2	3,4
Klei, vast (potklei)	19,5/19,5	14,7	10	14,2	9,0
Zand (ophoging)	18/20	25,7	0	24,8	0

Bij de berekening van de stabiliteit moet de veranderlijke verkeersbelasting in RC1 nog worden vermenigvuldigd met $\gamma_Q = 1,3 \times 0,9 = 1,17$ (zie tabel A.3 van NEN 9997-1). In geval RC2: $\gamma_Q = 1,3$.

De constructie is stabiel indien de rekenwaarde van de weerstand R_d groter of gelijk is aan de rekenwaarde van de belasting E_d (zie NEN 9997-1 §2.4.7.3.1)

Dit wordt door D-Geo Stability uitgedrukt in een Safetyfactor = $\frac{R_d}{E_d} \geq 1,0$.

In geval van een kortdurende situatie (uitvoeringsfase) mag een safetyfactor van 0,85 als ondergrens worden gehanteerd.

3.4 Grondwaterstand

De freatische grondwaterstand is in een meetput in de omgeving vanaf 1980 gemonitord (zie meetput B08A0053 bijlage 2). Vanaf ca. 2000 varieert de freatische grondwaterstand van N.A.P. -0,60 tot -1,20 m (filter op N.A.P. -2,41 m tot -3,41 m). De stijghoogte in het diepere zandpakket is tevens gemeten met een filter op circa N.A.P. -39 m. De stijghoogte varieert van N.A.P. -0,60 tot -1,30 m. Deze is vrijwel gelijk aan de freatische grondwaterstand.

Er is geen rekening gehouden met toekomstige polderpeilverlagingen of verlagingen van de grondwaterstand als gevolg van bijvoorbeeld grote verharde waterafvoerende oppervlakken. Een lagere grondwaterstand en een lager polderpeil zorgen voor extra zetting.

De grondwaterstand verloopt in de praktijk vaak mee met het maaiveld. De grondwaterstand is aangehouden op 0,60 m à 0,80 m-maaiveld.

3.5 Verkeer en werkbelasting

In de zettingsberekeningen is, omdat de terreininrichting en de toekomstige belastingen niet bekend zijn, geen terreinbelasting of verkeer op wegen meegenomen. Terreinbelastingen zullen extra zetting veroorzaken en daarmee zettingsverschillen met overige delen van het terrein. Belasting uit verkeer heeft nauwelijks invloed hebben op de zetting omdat deze ten opzichte van permanente of langdurige belasting zeer kortdurend is.



In de stabiliteitsberekeningen is voor de uitvoeringsfase uitgegaan van uitvoeringsmaterieel op de zandophoging. Hiervoor is een belasting van 10 kN/m^2 toegepast met een breedte van 3,0 m op een afstand minimaal 1,0 m uit de kruin van de ophoging.

De rekenwaarde bij berekeningen met RC1 wordt dan $10 \times 1,17 =$ afgerond 12 kN/m^2 . Bij RC2 wordt de rekenwaarde van de terreinbelasting $10 \times 1,3 = 13 \text{ kN/m}^2$ belasting.

Voor de gebruiksfase is een terreinbelasting van 10 kN/m^2 (rekenwaarde) ingevoerd.

3.6 Fasering

Er is geen tijd van het opstellen van dit advies geen inzicht in beschikbare voorbelastingsperiode. Om het verschil in te nemen maatregelen om te voldoen aan de restzettingseis inzichtelijk te maken zullen de zetting en restzettingen worden berekend bij een ligtijd van 3, 6 en 9 maanden.

Als start van de ligtijd wordt het einde van het aanbrengen van voorbelasting aangemerkt. De opdrachtgever dient er rekening mee te houden dat de totale bouwtijd bestaat uit de voorbereidingen, het aanbrengen van de voorbelasting, voorbelastingsperiode, het verwijderen van de voorbelasting en het definitief inrichten van het terrein.

3.7 Maatregelen ter beperking van de restzetting

Indien uit verkennende berekeningen blijkt dat er binnen een periode van 3, 6 of 9 maanden aan de restzettingseis wordt voldaan, zullen er geen zettingsversnellende maatregelen worden toegepast. Als er binnen deze perioden niet aan de restzettingseis wordt voldaan, zullen aanvullende maatregelen worden genomen om wel te voldoen aan de restzettingseis. Aanvullende maatregelen zijn o.a. tijdelijke overhoogte (voorbelasting), verticale drainage, lichtgewicht aanvulmaterialen of ondergrond stijver maken (kalk/cement).

In dit advies wordt vooralsnog alleen uitgegaan van het toepassen van tijdelijk overhoogte (voorbelasting). Gezien de beperkte dikte van de slecht doorlatende lagen en daarmee beperkte of geen invloed op het zettingsverloop hebbende, wordt verticale drainage niet meegenomen in het advies. In de berekeningen is uitgegaan van een voorbelasting van onverdicht zand met een vochtig volumegewicht van 17 kN/m^3 . Er mogen in de praktijk ook andere grondsoorten worden toegepast. De overhoogte (laagdikte) dient dan in de verhouding van de volumegewichten te worden aangepast.

3.8 Berekeningsmethode

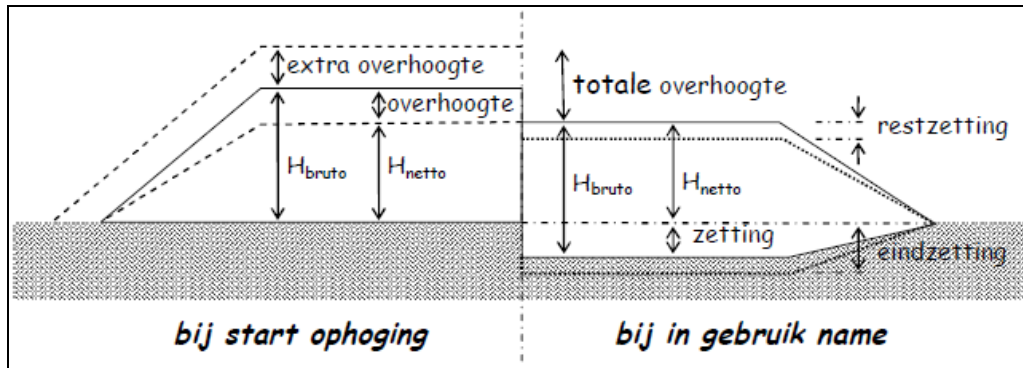
De berekeningen van de zettingen zijn verricht met D-Settlement versie 20.1 met de rekenmethode van NEN-Koppejan en het consolidatiemodel van Darcy.

De berekening van de stabiliteit is uitgevoerd met D-Geo Stability versie 18.1, waarbij gebruik is gemaakt van de berekening volgens de lamellen-methode van Bishop.

De stabiliteit van de grondconstructie wordt berekend met de rekenwaarde van de grondparameters (zie tabel 3.4).

3.9 Terminologie

Er wordt in dit rapport gebruik gemaakt van een aantal termen, die specifiek zijn bij zettingen en het aanbrengen van een ophoging. Om misverstanden te voorkomen worden in figuur 3.2 schematisch de definities weergegeven.



Figuur 3.2 Terminologie bij ophoging

In figuur 3.2 worden de volgende termen (definities) weergegeven:

- **H_{netto}** = Netto ophoging. Gedeelte van de grondconstructie dat bij in gebruik name boven het oorspronkelijk maaiveld uitsteekt (ontwerphoogte).
- **H_{bruto}** = Bruto ophoging. Dit is de hoogte van de aangebrachte grondconstructie. Bruto ophoging = netto ophoging + zetting (overhoogte).
- **overhoogte** = zettingcompensatie. Dit is de zandlaagdikte (hoeveelheid zand) die wordt aangebracht met als doel de zetting van de ondergrond te compenseren.
- **extra overhoogte** = voorbelasting. Extra zandlaagdikte die tijdelijk wordt aangebracht om zetting van het grondlichaam te bespoedigen.
- **totale overhoogte** = overhoogte + extra overhoogte.
- **zetting**. Dit betreft de zetting die reeds is opgetreden bij in gebruik name.
- **eindzetting**. De eindzetting bestaat niet; meestal wordt gerekend met de zetting na 30 jaar.
- **restzetting**. Dit betreft de zetting van de ondergrond die nog optreed na in gebruik name.
restzetting = eindzetting – zetting

3.10 Eisen en randvoorwaarden

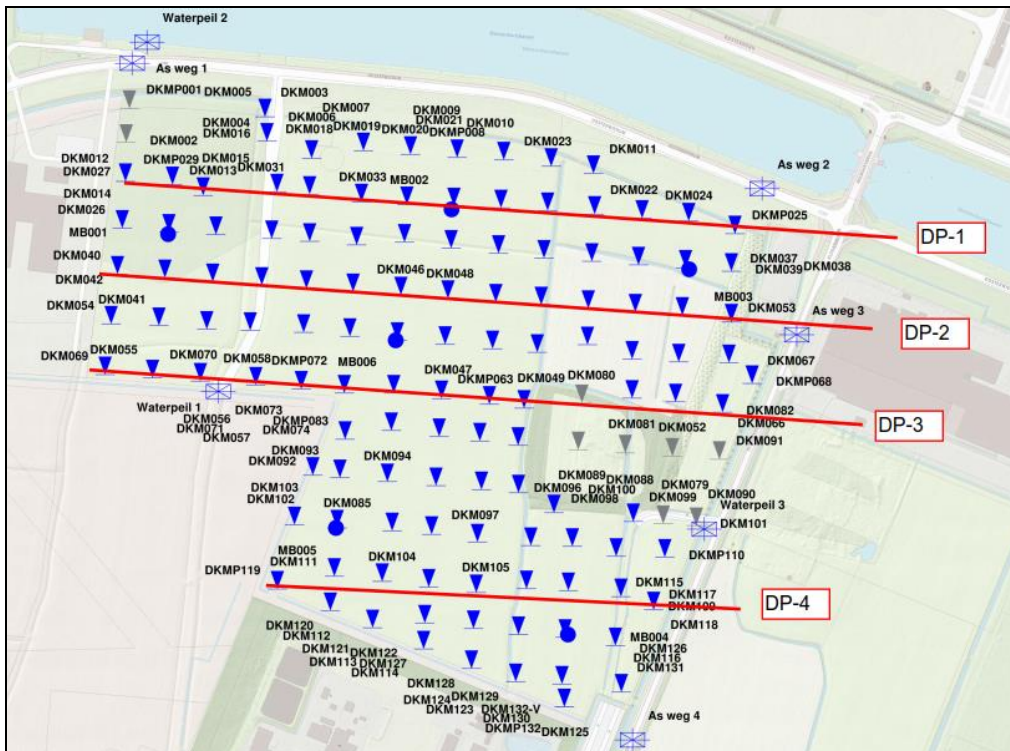
Door de opdrachtgever is, in lijn met de ontwikkeling van terreinen ten noorden van het Oosterhornkanaal, als restzettingseis is 0,07 m in 30 jaar opgegeven. Opgemerkt moet worden dat deze eis geen stringente eis is. Een (iets) hogere restzetting is acceptabel. In dit advies wordt uitgegaan van een lokale restzetting van maximaal 0,09 m in 30 jaar.



4 Resultaten

4.1 Zettingen

De zettingen zijn voor vier lengteprofielen bepaald. De profielen zijn in de volgende figuur weergegeven.



Figuur 4.1 Situatietekening met rekenprofielen

Er is eerst per profiel een verkennende berekening gemaakt om de zettingscompensatie te bepalen en of er aanvullende maatregelen benodigd zijn om het zettingsproces te versnellen.

Conclusie is dat binnen de aangegeven wachtperioden niet wordt voldaan aan de gestelde restzettingseis. Om aan de restzettingseis te voldoen zal een tijdelijke extra overhoogte (voorbelasting) worden toegepast.

Voor de restzettingseis is 7 cm in 30 jaar aangehouden (conform overige projecten bouwrijp maken in Farmsum). Deze restzettingseis is niet strikt. In de analyse is een maximale restzetting van 9 cm gehanteerd, mits de het grootste deel (80 à 90%) van een profiel binnen de eis van 7 cm valt.



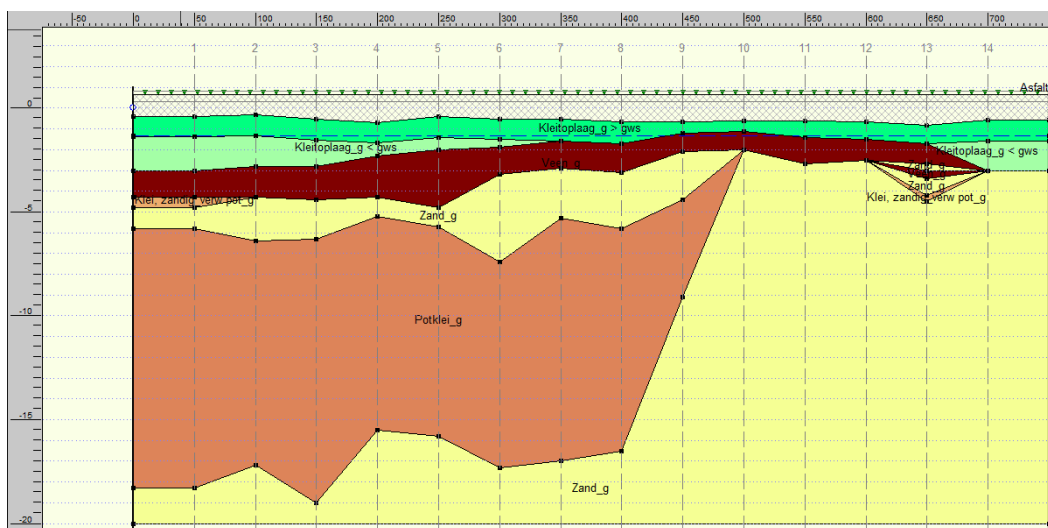
In het vervolg wordt alleen voorbelasting vermeld. Bij het verder uitwerken naar bestekstekeningen dient tevens de zettingscompensatie te worden verwerkt zoals is aangegeven in de tabellen met de samenvatting van de rekenresultaten van de zettingen.

4.1.1 Zettingsberekening lengteprofiel 1

De volgende geometrie is aangehouden voor lengteprofiel 1:

Huidige maaiveldpeil:	variërend van N.A.P. -0,82 tot -0,32 m
Gemiddelde maaiveldpeil:	N.A.P. -0,55 m
Grondwaterstand (rekenwaarde):	N.A.P. -1,35 m
Ontwerppeil verharding:	N.A.P. +0,80 m
Overhoogte (zettingscompensatie):	variërend van 0,30 m tot 0,50 m
Extra ophoging (voorbelasting):	0,5 m en 1,0 m

Het lengteprofiel bestaat uit de sonderingen DKM012 t/m DKMP025. De in de volgende figuur aangegeven verticalen 1 t/m 14 komen overeen met respectievelijk de sonderingen DKM012 t/m DKMP025.



Figuur 4.2 Geometrie lengteprofiel 1

De resultaten van de zettingsberekeningen zijn in bijlage 3 opgenomen. De berekende eindzetting varieert van 0,10 tot 0,57 m. Conclusie is dat bij een voorbelasting van 0,50 m en een ligperiode van 90 dagen de restzettingen variëren van 0,02 m tot 0,17 m. Bij de profielen 3, 4 en 5 wordt niet aan de restzettingseis voldaan. Bij een ligtijd van 180 dagen wordt alleen bij profiel 5 niet voldaan aan de restzettingseis (restzetting is 0,10 m). Bij een ligtijd van 270 dagen of langer wordt bij alle profielen voldaan aan de restzettingseis.

Bij een voorbelasting van 1,0 m zand wordt bij de profielen 4 en 5 nog niet aan de restzettingseis voldaan. Bij een ligtijd van 180 dagen of langer wordt bij alle profielen voldaan.

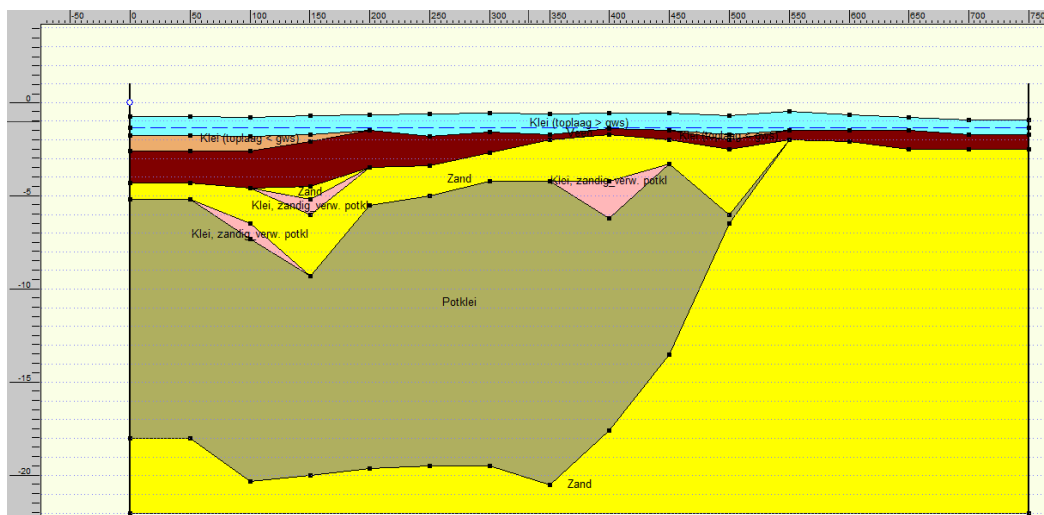


4.1.2 Zettingsberekening lengteprofiel 2

De volgende geometrie is aangehouden voor lengteprofiel 2:

Huidige maaiveldpeil:	variërend van N.A.P. -0,49 tot -0,94 m
Gemiddelde maaiveldpeil:	N.A.P. -0,70 m
Grondwaterstand (rekenwaarde):	N.A.P. -1,35 m
Ontwerppeil verharding:	N.A.P. +0,80 m
Overhoogte (zettingscompensatie):	variërend van 0,30 m tot 0,50 m
Extra ophoging (voorbelasting):	0,5 m en 1,0 m

Het lengteprofiel bestaat uit de sonderingen DKM040 t/m DKMP053. De in de volgende figuur aangegeven verticalen 1 t/m 14 komen overeen met respectievelijk de sonderingen DKM040 t/m DKMP053.



Figuur 4.3 Geometrie lengteprofiel 2

De resultaten van de zettingsberekeningen zijn in bijlage 3 opgenomen. De berekende eindzetting varieert van 0,11 tot 0,62 m. Conclusie is dat bij een voorbelasting van 0,50 m en een ligperiode van 90 dagen de restzettingen variëren van 0,01 m tot 0,14 m. Bij de profielen 1 t/ 4 en 6 wordt niet aan de restzettingseis voldaan. Bij een ligtijd van 180 dagen varieert de restzetting van 0 tot 0,08 m. Bij alle profielen wordt voldaan aan de restzettingseis.

Om de ligperiode mogelijk te verkorten is tevens de situatie met 1,0 m voorbelasting doorge-rekend. Het blijkt dat nog niet wordt voldaan aan de restzettingseis. De restzettingen bij 90 dagen ligtijd zijn bij verticaal 1, 2 en 4 nog altijd hoger dan de restzettingseis. Bij een ligperiode van 180 dagen of langer wordt wel voldaan aan de restzettingseis. Conclusie is dat verhoging van de voorbelasting naar 1,0 m hier niet een tijdsvoordeel oplevert.

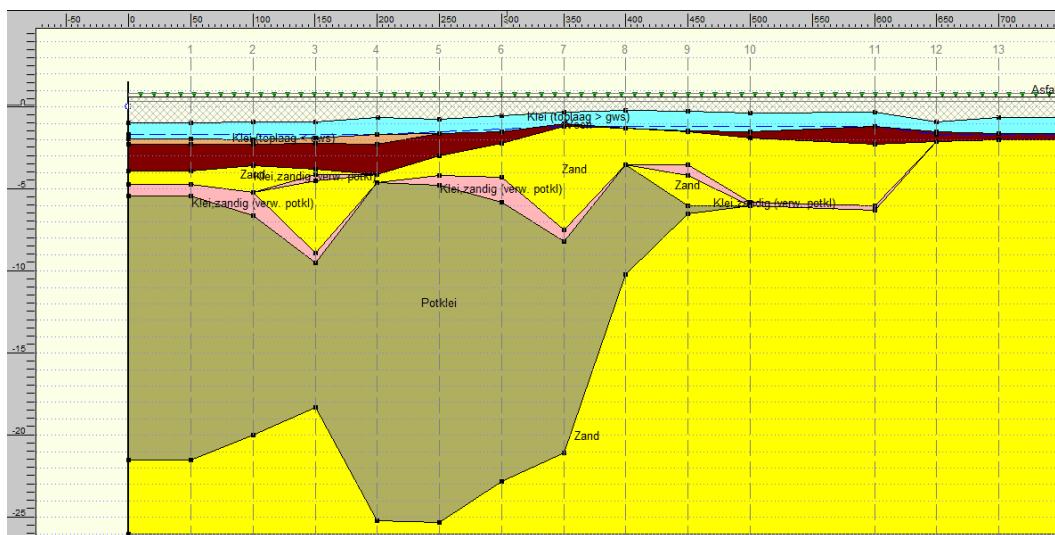


4.1.3 Zettingsberekening lengteprofiel 3

De volgende geometrie is aangehouden voor lengteprofiel 3:

Huidige maaiveldpeil:	variërend van N.A.P. -0,21 tot -0,98 m
Gemiddelde maaiveldpeil:	N.A.P. -0,60 m
Grondwaterstand (rekenwaarde):	N.A.P. -1,35 m
Ontwerppeil verharding:	N.A.P. +0,80 m
Overhoogte (zettingscompensatie):	variërend van 0,10 m tot 0,50 m
Extra ophoging (voorbelasting):	0,5 m en 1,0 m

Het lengteprofiel bestaat uit de sonderingen DKM069 t/m DKM082. De in de volgende figuur aangegeven verticalen 1 t/m 13 komen overeen met respectievelijk de sonderingen DKM069 t/m DKM082.



Figuur 4.4 Geometrie lengteprofiel 3

De resultaten van de zettingsberekeningen zijn in bijlage 3 opgenomen. De berekende eindzetting varieert van 0,03 tot 0,53 m. Conclusie is dat bij een voorbelasting van 0,50 m bij een ligperiode van 90 dagen de restzettingen variëren van 0,01 m tot 0,14 m. Bij de profielen 1, 4 en 5 wordt niet aan de restzettingseis voldaan. Bij een ligtijd van 180 dagen of langer wordt bij elk profiel voldaan aan de restzettingseis.

Om de ligperiode mogelijk te verkorten is tevens de situatie met 1,0 m voorbelasting doorge-rekend. Het blijkt dat nog niet wordt voldaan aan de restzettingseis. De restzettingen bij 90 dagen ligtijd zijn bij verticaal 1 en 4 nog altijd hoger dan de restzettingseis. Bij een ligperiode van 180 dagen of langer wordt wel voldaan aan de restzettingseis. Conclusie is dat verhoging van de voorbelasting naar 1,0 m hier niet een voordeel oplevert ten aanzien van de ligperiode.

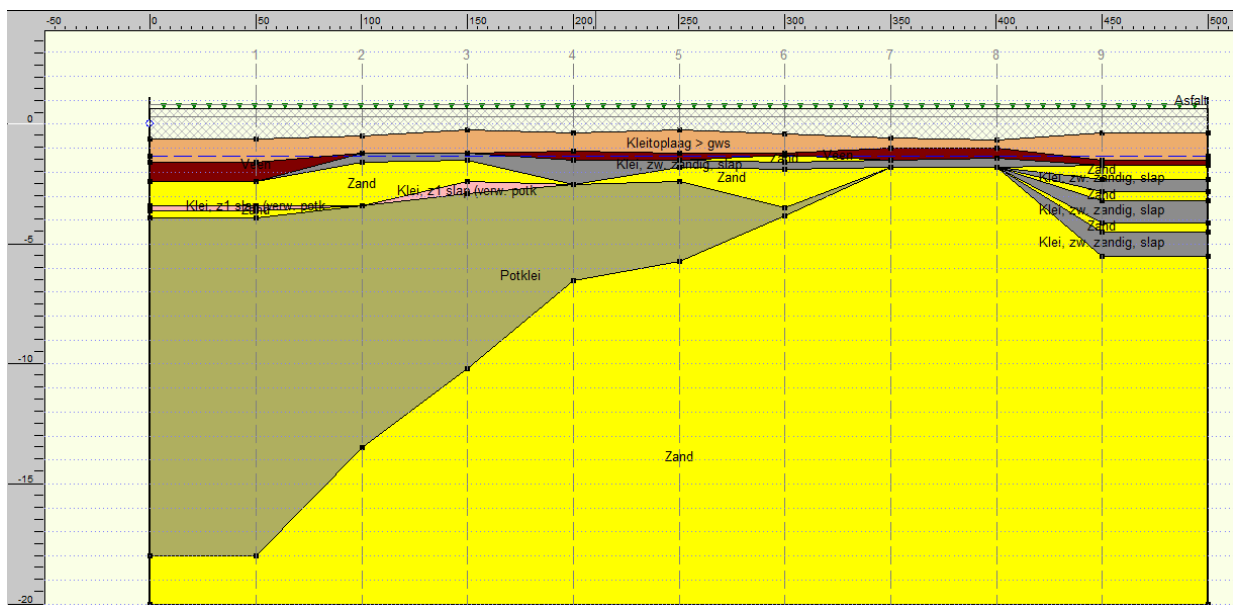


4.1.4 Zettingsberekening lengteprofiel 4

De volgende geometrie is aangehouden voor lengteprofiel 4:

Huidige maaiveldpeil:	variërend van N.A.P. -0,25 tot -0,67 m
Gemiddelde maaiveldpeil:	N.A.P. -0,45 m
Grondwaterstand (rekenwaarde):	N.A.P. -1,35 m
Ontwerppeil verharding:	N.A.P. +0,80 m
Overhoogte (zettingscompensatie):	0,20 m
Extra ophoging (voorbelasting):	0,5 m en 1,0 m

Het lengteprofiel bestaat uit de sonderingen DKM069 t/m DKM082. De in de volgende figuur aangegeven verticalen 1 t/m 13 komen overeen met respectievelijk de sonderingen DKM069 t/m DKMP082.



Figuur 4.5 Geometrie lengteprofiel 4

De resultaten van de zettingsberekeningen zijn in bijlage 3 opgenomen. De veenlaag in dit deel van het projectgebied is dun of ontbreekt zelfs geheel. De berekende eindzettingen blijven daarmee ook beperkt met restzettingen die variëren van enkele cm's tot 11 cm (alleen toepassen zettingscompensatie). Bij een ligtijd van 90 dagen van de aanvulling incl. ca 0,20 m zettingscompensatie (aanvullen tot N.A.P. +0,80 + 0,20 = N.A.P. +1,00 m) worden restzettingen berekend van 1 tot 11 cm. Bij een ligtijd van 180 dagen wordt overal voldaan aan de restzettingseis.

Bij een voorbelasting van 0,5 m zand met een ligtijd van 90 dagen varieert de restzetting van 1 tot 9 cm. De 9 cm geldt voor één profiel. Bij de overige 8 profielen wordt een restzetting berekend van minder dan 7 cm.



4.1.5 Samenvatting berekeningsresultaten en zettingsversnellende maatregelen

In de voorgaande paragrafen is per profiel aangegeven bij welke voorbelasting en ligperiode wordt voldaan aan de restzettingseis. In deze paragraaf wordt een vertaling gemaakt naar een uitvoeringswijze geschikt voor uitvoering.

Tabel 4.1 Advies zettingsversnellende maatregelen

Profiel	Sonderingen	Maatregel
1	DKM012 t/m DKM016	Zettingscompensatie + 0,5 m voorbelasting gedurende 180 dagen
	DKM017 t/m DKM039	Zettingscompensatie + 0,5 m voorbelasting gedurende 90 dagen
2	DKM040 t/m DKM045	Zettingscompensatie + 0,5 m voorbelasting gedurende 180 dagen
	DKM046 t/m DKM053	Zettingscompensatie + 0,5 m voorbelasting gedurende 90 dagen
3	DKM069 t/m DKM074	Zettingscompensatie + 0,5 m voorbelasting gedurende 180 dagen
	DKM075 t/m DKM082	Zettingscompensatie + 0,5 m voorbelasting gedurende 90 dagen
4	DKM119 t/m DKM118	Zettingscompensatie + 0,5 m voorbelasting gedurende 90 dagen

De in de vorige tabel aangegeven maatregelen zijn uitgewerkt in een situatietekening (zie bijlage 4).

4.1.6 Voorbelasting ter plaatse sloten

De zettingen ter plaatse van slootaanvullingen zijn over het algemeen hoger dan van het aanliggend terrein. De dikte van de samendrukbare lagen is dunner, maar dit heeft minder invloed op de zetting dan de extra laagdikte ter plaatse van de sloot. De zettingen ter plaatse van de sloten is niet nader geanalyseerd. Om de extra zetting ter plaatse van de sloten te compenseren wordt geadviseerd om hier 0,5 m extra voorbelasting aan te brengen ter breedte van de sloot tot ca. 1,0 m buiten de sloot.

Om zettingsverschillen over korte afstand te voorkomen wordt geadviseerd de sloottaluds onder een helling van 1 op 5 (V:H) vanuit de slootbodem te ontgraven.

4.2 Stabiliteit

De stabiliteit van de taluds tijdens de uitvoeringsfase en gebruiksfase dient te worden beschouwd. De stabiliteit tijdens de uitvoeringsfase kan worden verdeeld in de inwendige stabiliteit (de stabiliteit van de zandophoging zelf) en de stabiliteit van de ondergrond. De inwendige stabiliteit van de taluds is niet nader beschouwd. In de praktijk blijkt dat, zeker bij geringe ophogingen, een helling van 2 : 3 mogelijk is. Indien er (plaatselijke) afschuivingen optreden kan de aannemer dit eenvoudig herstellen.



De stabiliteit van de ondergrond dient wel nader te worden beschouwd. Als gevolg van het aanbrengen van de ophoogslagen zal eerst alleen de waterspanning in de ondergrond toenemen. Tijdens de consolidatiefase (afstromen van het water uit de grondlaag) zal de waterspanning afnemen, waarbij de korrelspanning in gelijk mate toeneemt. De consolidatiesnelheid hangt af van de doorlatendheid en de dikte van het grondpakket. In klei en veen zal deze langzaam verlopen, terwijl in zand de consolidatie snel verloopt. Van belang is dat bij het aanbrengen van de volgende ophoogslag de korrelspanning voldoende is toegenomen, zodat de extra schuifspanningen opgenomen kunnen worden.

De stabiliteit van de ondergrond geeft dus met name bij de randen van de ophoging en verhoogd risico op instabiliteit direct na het ophogen. Sloten direct naast of in de directe omgeving van de ophoging hebben een negatief effect op de stabiliteit.

Voor een viertal profielen is een stabiliteitsanalyse gemaakt. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

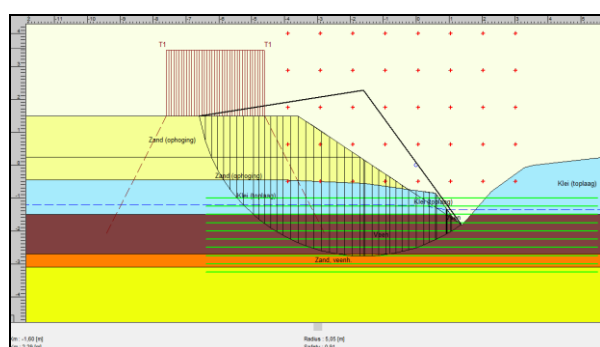
- Stabiliteitsanalyse middels de methode Bishop (cirkelvormige glijvlakken).
- De consolidatie direct na aanbrengen van de belasting (zandophoging) en als gevolg van uitvoeringsmaterieel is in de slecht doorlatende grondlagen (klei en veen) minimaal 10%;
- De consolidatie in de goed doorlatende grondlagen (zandlagen) wordt, gezien de goede doorlatendheid, gesteld op 100% aanpassing (geen wateroverspanning meer aanwezig);
- Voor de gebruiksfase wordt voor alle bodemlagen met een aanpassing van de consolidatie van 100% gerekend.
- Talud zandophoging 2:3 (V:H);
- Het graven van de slootprofielen wordt uitgevoerd na de voorbelastingsperiode.
- Slootpeil: N.A.P. -2,70 m. In de uitvoeringsfase wordt rekening gehouden met een hoog waterpeil in verband met risico op hoge neerslag in deze periode: N.A.P. -1,70 m.
- Veiligheidsklasse: Profiel 1, 2 en 4: RC1, In verband met ligging van een gasleiding (leiding met gevaarlijke inhoud) in talud van de sloot wordt voor profiel 3 RC2 gehanteerd.
- De zandophoging (zandaanvulling tot ontwerppeil = N.A.P. +0,80 m incl. zettingscompensatie en voorbelasting) wordt in twee lagen van ongeveer dezelfde dikte aangebracht met een tussenperiode van minimaal 2 weken.
- De zettingen zijn niet verdisconteerd in de bodemprofielen. In de praktijk zullen de laagdikten van slappe cohesieve bodemlagen dunner zijn. De stabiliteit zal in de praktijk hoger zijn.

De beschouwde profielen zijn in figuur 4.6 weergegeven. De profielen zijn ontleend aan tekening ref. [3].

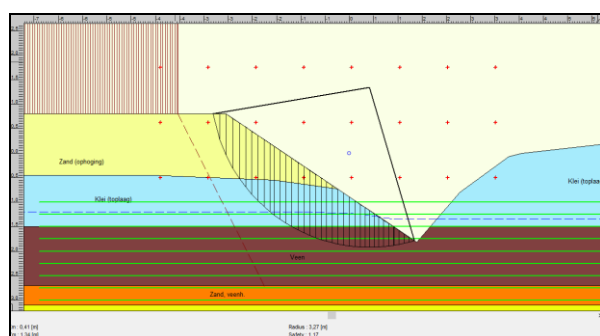


Figuur 4.6 Situatie met locatie dwarsprofielen

4.2.1 Dwarsprofiel 1



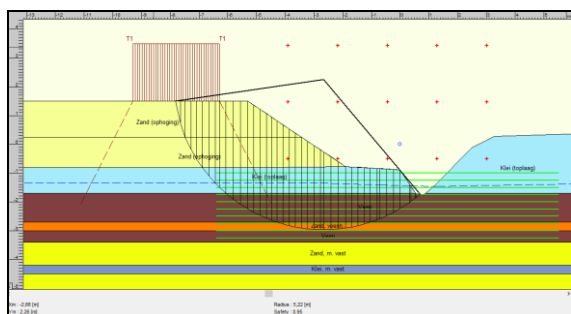
Figuur 4.7 DP 1 – uitvoeringsfase – $F_{min} = 0,91$



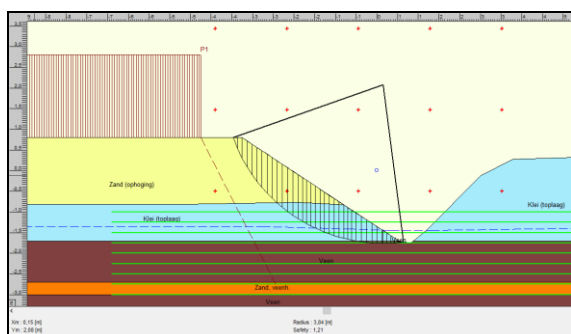
Figuur 4.8 DP 1 – gebruiksfase – $F_{min} = 1,17$



4.2.2 Dwarsprofiel 2

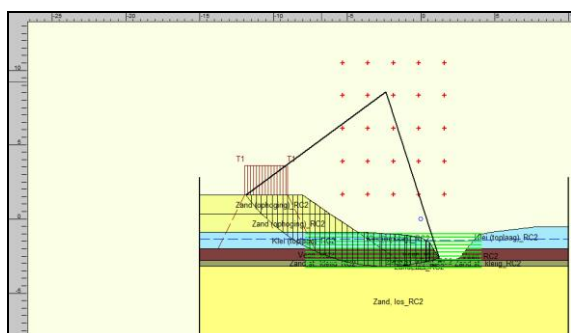


Figuur 4.9 DP 2 – uitvoeringsfase – $F_{min} = 0,95$

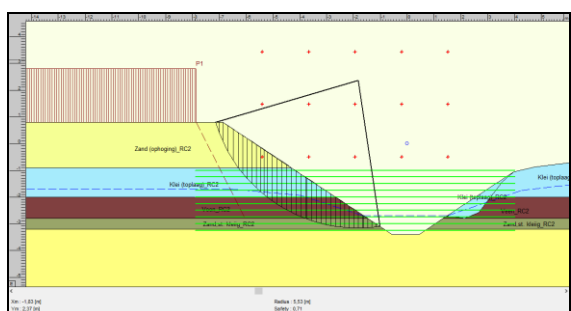


Figuur 4.10 DP 2 – gebruiksfase – $F_{min} = 1,21$

4.2.3 Dwarsprofiel 3



Figuur 4.11 DP 3 – uitvoeringsfase – $F_{min} = 0,88$

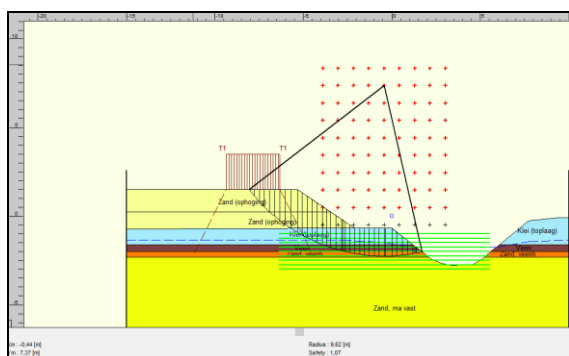


Figuur 4.12 DP 3 – gebruiksfase – $F_{min} = 0,71$

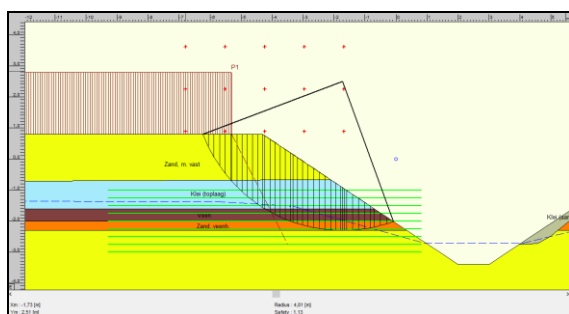


Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

4.2.4 Dwarsprofiel 4



Figuur 4.13 DP 4 – uitvoeringsfase – $F_{min} = 1,07$



Figuur 4.14 DP 4 – gebruiksfase – $F_{min} = 1,13$

4.2.5 Samenvatting stabiliteitsberekeningen

In de volgende tabel zijn de stabiliteitsberekeningen samengevat.

Tabel 4.2 Samenvatting stabiliteitsberekeningen

Dwars-profiel	Bodemprofiel volgens	Veiligheids-klasse	Fase	F_{min}	Eis	Voldoet?
DP 1	DKM011	RC1	Uitvoeringsfase	0,91	$\geq 0,85$	Ja
	DKM011	RC1	Gebruiksfase	1,17	$\geq 1,00$	Ja
DP 2	DKM024	RC1	Uitvoeringsfase	0,95	$\geq 0,85$	Ja
	DKM024	RC1	Gebruiksfase	1,21	$\geq 1,00$	Ja
DP 3	DKM039	RC2 ¹⁾	Uitvoeringsfase	0,88	$\geq 1,00$	Nee
	DKM039	RC2 ¹⁾	Gebruiksfase	0,71	$\geq 1,00$	Nee
DP 4	DKM082	RC1	Uitvoeringsfase	1,07	$\geq 0,85$	Ja
	DKM082	RC1	Gebruiksfase	1,13	$\geq 1,00$	Ja

¹⁾ RC2 in verband met ligging leiding met gevaarlijke inhoud in sloottalud kant projectgebied

Conclusie is dat de stabiliteit bij de dwarsprofielen DP 1, DP 2 en DP 4 voldoende is. Bij DP 3 voldoet de stabiliteit in zowel de uitvoerings- als gebruiksfase niet aan de norm.



5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Zettingen

Voor een viertal lengteprofielen is een zettingsanalyse gemaakt, waarbij de eis is gesteld dat de restzettingen na aanleg in 30 jaar niet hoger mogen zijn dan 0,07 m. Deze eis is niet strikt. Er is vanuit gegaan dat minimaal 80% à 90% aan de eis van 0,07 moet voldoen. Op een aantal plaatsen mag de restzetting maximaal 0,09 m worden. Om aan de restzetting te voldoen, wordt uitgaande van de in hoofdstuk 3 vermelde uitgangspunten, geadviseerd het terrein gedurende 90 of 180 dagen voor te belasten met 0,5 m zand. De totale dikte van het aan te brengen zand is aangegeven in bijlage 3 (zettingsresultaten). De voorbelastingsvarianten zijn weergegeven op de tekening van bijlage 4.

Voor de voorbelasting mag ander materiaal worden gebruikt dan zand. De aan te brengen dikte dient evenredig met het volumegewicht van het materiaal ten opzichte van los zand (17 kN/m^3) te worden aangepast, zodat de belasting gelijk blijft.

Ter plaatse van te dempen sloten wordt geadviseerd om:

- De sloottaluds vanuit de bodem 1:5 (V:H) te ontgraven om zettingsverschillen over korte afstand te nivelleren.
- 0,5 m extra voorbelasting van zand ten opzichte van het normale ontwerp toe te passen ter breedte van de sloot inclusie 1,0 m aan weerszijden van de sloot.

Stabiliteit

De taludstabiliteit aan de randen van de ophoging (ophoging tot ontwerppeil incl. zettingscompensatie en voorbelasting) is getoetst aan de vigerende normen. De stabiliteit voor de profielen DP 1, DP 2 en DP 4 voldoen zowel in de uitvoerings- als de gebruiksfase aan de normen.

DP 3 voldoet zowel in de uitvoerings- als de gebruiksfase niet aan de normen. Dit geldt voor het gehele deel waar de leiding evenwijdig met de sloot ligt. Deels wordt dit veroorzaakt door de bodemopbouw in combinatie met het ontwerptalud en deels aan de hogere risicoklasse (RC3 i.p.v. RC1). Er is een hogere risicoklasse toegepast in verband met de aanwezigheid van een leiding met gevaarlijke inhoud (gas) nabij het sloottalud. Om een aangepast ontwerp te kunnen opstellen wordt geadviseerd de leiding nader te laten lokaliseren (diepteligging en locatie in x- en y-coördinaten inmeten). Zonder nadere analyse wordt geadviseerd om de voorgenomen zandophoging minimaal op 10 m uit de insteek van de sloot aan te leggen in verband met mogelijk squeeze van de veenlaag ($F_{\text{min;uitvoering;Uplift Van}} = 1,03$).

5.2 Aanbevelingen

5.2.1 Uitvoeringswijze

Wij adviseren om het terrein gelijkmatig in stappen op te hogen zodat er plaatselijk geen grote

verschillen (maximaal 1,0 m) in ophoging gemaakt worden waardoor verschillen in waterspanning optreden. Daarnaast adviseren wij met kleine ophoogslagen te werken waardoor de waterspanning niet in een ophoogslag te sterk toeneemt.

De aan te brengen ophoging tot het ontwerppeil inclusief de benodigde zettingscompensatie dient verdicht te worden. De voorbelasting van vorm van zand is in de berekeningen als los zand gemodelleerd en behoeft daarom in het kader van gebruik als voorbelasting niet noodzakelijk te worden verdicht. Voor berijdbaarheid voor uitvoeringsmateriaal kan het noodzakelijk zijn dat de voorbelasting wordt verdicht.

5.2.2 Monitoring

De berekende zettingen zijn op basis van een theoretisch rekenmodel inclusief gegevens vanuit het laboratorium. Geadviseerd wordt om voor het aanbrengen van de ophoging automatisch registrerende en op afstand uitleesbare zakbaken op het huidige maaiveld te plaatsen. Hierdoor kan het verdere verloop van de zettingen worden geregistreerd en hierdoor kunnen de ontwikkelingen van de zettingen in de ondergrond worden gevolgd. De verkregen informatie geeft op dat moment voldoende betrouwbare metingen om de berekende zettingen, en de daarop gebaseerde prognose, te onderbouwen en/of waar nodig bij te stellen middels een zakbaakfit. Door een zakbaakfit worden het verloop van de zettingen in het model gefit aan de daadwerkelijk geregistreerde zettingen. Hierdoor worden de samendrukkingseigenschappen van de samendrukbare lagen nauwkeuriger ingeschat en kan er een beter inschatting van de restzetting worden gegeven. Hiermee kan uitspraak worden gedaan over de noodzaak om de voorbelasting te handhaven of te verwijderen. De zakbaken dienen nabij een boring en/of sondering geplaatst te worden.

Om een juiste monitoring van de zettingen te verkrijgen wordt voorgesteld om verspreidt over het terrein zakbaken over het op te hogen terrein te plaatsen. De zakbaken dienen op het maaiveld of op de onderkant ontgraving te worden aangebracht. Geadviseerd wordt om de automatische zakbaken aan te brengen ter plaatse van de sonderingen. De zakbaakmetingen dienen minimaal op mm's nauwkeurig te geschieden.

Om de zakbaakgegevens te kunnen analyseren dienen tevens na elke ophoogslag de aangebrachte zanddikte te worden opgemeten.

Tevens wordt geadviseerd om een nader te bepalen waterspanningsmeters te laten installeren. De gemeten waterspanningen dienen ervoor om de consolidatie te volgen en vandaar uit uitspraak te kunnen doen over de noodzaak om de voorbelasting te handhaven of te verwijderen.

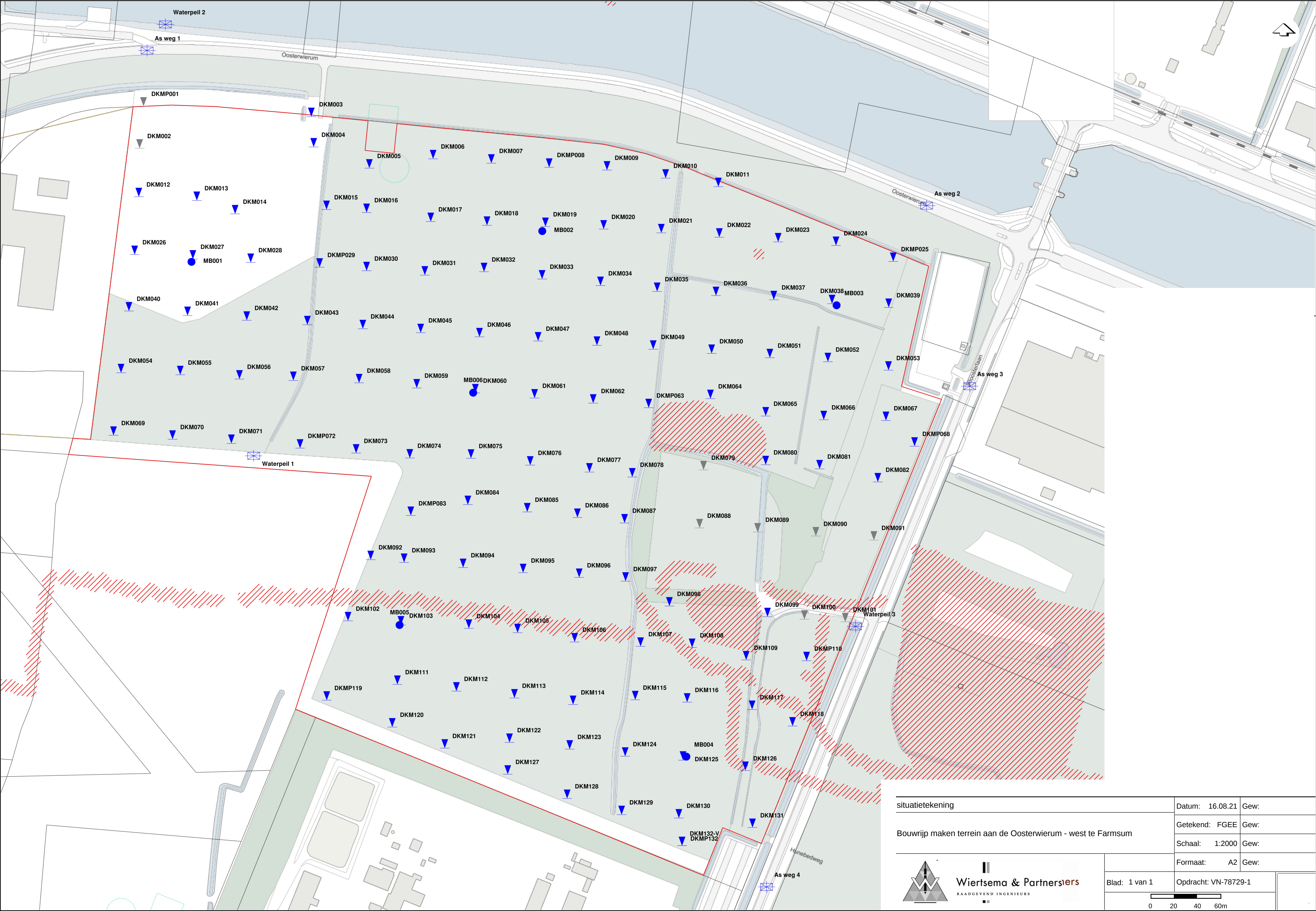
5.2.3 Algemene opmerkingen

Indien in de loop van het project veranderingen optreden in het beschreven bouwplan of in de in dit advies gehanteerde uitgangspunten verzoeken wij contact met ons bureau op te nemen, zodat wij onze rapportage hieraan kunnen toetsen.

Bijlage 1




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

situatietekening		Datum: 16.08.21	Gew:
Bouwrijp maken terrein aan de Oosterwierum - west te Farmsum		Getekend: FGEE	Gew:
		Schaal: 1:2000	Gew:
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS		Formaat: A2	Gew:
		Blad: 1 van 1	Opdracht: VN-78729-1
0204060m			

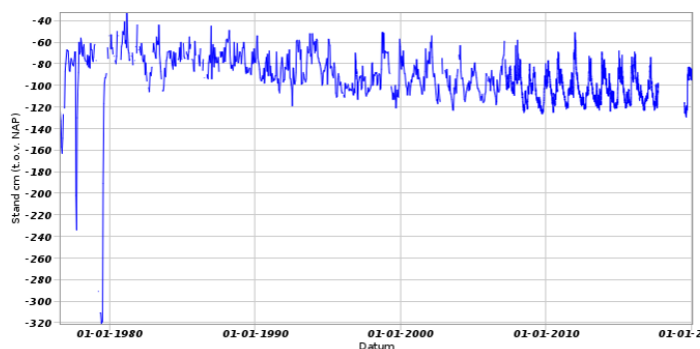
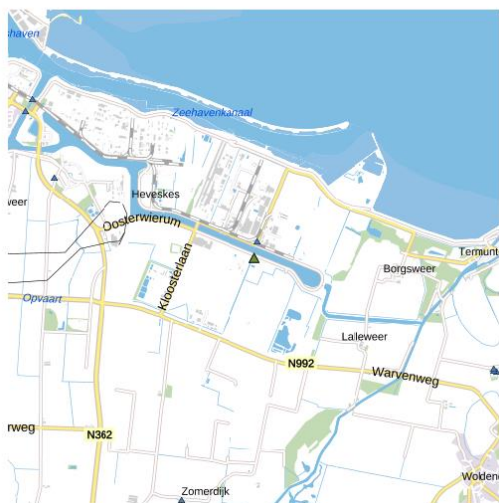
Bijlage 2




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS


Put met onderzoeksgegevens DINO

Identificatie B08A0053



Identificatie buis: B08A0053-001
 Coördinaten: 261528, 591648 (RD)
 Maaiveld: 0.54 m t.o.v. NAP
 Hoogte bovenkant filter t.o.v. NAP: -2.41 m
 Hoogte onderkant filter t.o.v. NAP: -3.41 m
 Diepte bovenkant filter t.o.v. maaiveld: 2.95 m
 Diepte onderkant filter t.o.v. maaiveld: 3.95 m
 Drukopnemer aanwezig: ja
 Begindatum: 28-07-1976
 Einddatum: 23-01-2020
 Aantal metingen: 98781



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS


Bijlage 3




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Lengteprofiel 1
0,50 m voorbelasting

90 dagen ligtijd

Verticaal	sondering	maaiveld- hoogte [m N.A.P.]	Afstand [m]	Ontwerp- hoogte [m N.A.P.]	zettings- comp. [m]	VB [m]	totale ophoging [m]	zetting 90 dgn [m]	Restzetting [m]
1	DKM012	-0,39	50	0,80	0,30	0,50	1,99	0,25	0,090
2	DKM013	-0,32	100	0,80	0,30	0,50	1,92	0,26	0,077
3	DKM014	-0,54	150	0,80	0,50	0,50	2,34	0,33	0,092
4	DKM015	-0,69	200	0,80	0,50	0,50	2,49	0,43	0,124
5	DKM016	-0,42	250	0,80	0,50	0,50	2,22	0,45	0,171
6	DKM017	-0,52	300	0,80	0,30	0,50	2,12	0,27	0,057
7	DKM018	-0,55	350	0,80	0,30	0,50	2,15	0,27	0,063
8	DKM019	-0,66	400	0,80	0,30	0,50	2,26	0,31	0,072
9	DKM020	-0,66	450	0,80	0,30	0,50	2,26	0,23	0,049
10	DKM021	-0,63	500	0,80	0,30	0,50	2,23	0,23	0,018
11	DKM022	-0,61	550	0,80	0,30	0,50	2,21	0,30	0,027
12	DKM023	-0,64	600	0,80	0,30	0,50	2,24	0,24	0,020
13	DKM024	-0,82	650	0,80	0,30	0,50	2,42	0,35	0,036
14	DKMP025	-0,59	700	0,80	0,30	0,50	2,19	0,08	0,025

180 dagen ligtijd

Verticaal	sondering	maaiveld- hoogte [m N.A.P.]	Afstand [m]	Ontwerp- hoogte [m N.A.P.]	zettings- comp. [m]	VB [m]	totale ophoging [m]	zetting 90 dgn [m]	Restzetting [m]
1	DKM012	-0,39	50	0,80	0,30	0,50	1,99	0,28	0,059
2	DKM013	-0,32	100	0,80	0,30	0,50	1,92	0,29	0,051
3	DKM014	-0,54	150	0,80	0,50	0,50	2,34	0,36	0,062
4	DKM015	-0,69	200	0,80	0,50	0,50	2,49	0,47	0,088
5	DKM016	-0,42	250	0,80	0,50	0,50	2,22	0,52	0,100
6	DKM017	-0,52	300	0,80	0,30	0,50	2,12	0,28	0,046
7	DKM018	-0,55	350	0,80	0,30	0,50	2,15	0,28	0,053
8	DKM019	-0,66	400	0,80	0,30	0,50	2,26	0,32	0,061
9	DKM020	-0,66	450	0,80	0,30	0,50	2,26	0,24	0,041
10	DKM021	-0,63	500	0,80	0,30	0,50	2,23	0,23	0,013
11	DKM022	-0,61	550	0,80	0,30	0,50	2,21	0,30	0,019
12	DKM023	-0,64	600	0,80	0,30	0,50	2,24	0,24	0,014
13	DKM024	-0,82	650	0,80	0,30	0,50	2,42	0,36	0,028
14	DKMP025	-0,59	700	0,80	0,30	0,50	2,19	0,09	0,011

270 dagen ligtijd

Verticaal	sondering	maaiveld- hoogte [m N.A.P.]	Afstand [m]	Ontwerp- hoogte [m N.A.P.]	zettings- comp. [m]	VB [m]	totale ophoging [m]	zetting 90 dgn [m]	Restzetting [m]
1	DKM012	-0,39	50	0,80	0,30	0,50	1,99	0,27	0,046
2	DKM013	-0,32	100	0,80	0,30	0,50	1,92	0,27	0,040
3	DKM014	-0,54	150	0,80	0,50	0,50	2,34	0,34	0,050
4	DKM015	-0,69	200	0,80	0,50	0,50	2,49	0,44	0,075
5	DKM016	-0,42	250	0,80	0,50	0,50	2,22	0,49	0,075
6	DKM017	-0,52	300	0,80	0,30	0,50	2,12	0,26	0,041
7	DKM018	-0,55	350	0,80	0,30	0,50	2,15	0,25	0,048
8	DKM019	-0,66	400	0,80	0,30	0,50	2,26	0,29	0,055
9	DKM020	-0,66	450	0,80	0,30	0,50	2,26	0,21	0,036
10	DKM021	-0,63	500	0,80	0,30	0,50	2,23	0,20	0,010
11	DKM022	-0,61	550	0,80	0,30	0,50	2,21	0,27	0,015
12	DKM023	-0,64	600	0,80	0,30	0,50	2,24	0,21	0,011
13	DKM024	-0,82	650	0,80	0,30	0,50	2,42	0,32	0,023
14	DKMP025	-0,59	700	0,80	0,30	0,50	2,19	0,10	0,006



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

Lengteprofiel 1

1,00 m voorbelasting

90 dagen ligtijd

Verticaal	sondering	Maaiveld- hoogte [m N.A.P.]	Afstand [m]	zettings- comp. [m]	VB m	totale ophoging [m]	zetting 90 dgn [m]	Restzetting [m]
1	DKM012	-0,39	50	0,30	1,00	2,49	0,30	0,075
2	DKM013	-0,32	100	0,30	1,00	2,42	0,31	0,063
3	DKM014	-0,54	150	0,50	1,00	2,84	0,38	0,079
4	DKM015	-0,69	200	0,50	1,00	2,99	0,47	0,109
5	DKM016	-0,42	250	0,50	1,00	2,72	0,54	0,150
6	DKM017	-0,52	300	0,30	1,00	2,62	0,29	0,045
7	DKM018	-0,55	350	0,30	1,00	2,65	0,29	0,052
8	DKM019	-0,66	400	0,30	1,00	2,76	0,32	0,060
9	DKM020	-0,66	450	0,30	1,00	2,76	0,24	0,040
10	DKM021	-0,63	500	0,30	1,00	2,73	0,23	0,010
11	DKM022	-0,61	550	0,30	1,00	2,71	0,30	0,016
12	DKM023	-0,64	600	0,30	1,00	2,74	0,24	0,011
13	DKM024	-0,82	650	0,30	1,00	2,92	0,35	0,024
14	DKMP025	-0,59	700	0,30	1,00	2,69	0,11	0,020

180 dagen ligtijd

Verticaal	sondering	maaiveld- hoogte [m N.A.P.]	Afstand [m]	zettings- comp. [m]	VB m	totale ophoging [m]	zetting 90 dgn [m]	Restzetting [m]
1	DKM012	-0,39	50	0,30	1,00	2,49	0,30	0,039
2	DKM013	-0,32	100	0,30	1,00	2,42	0,31	0,032
3	DKM014	-0,54	150	0,50	1,00	2,84	0,38	0,044
4	DKM015	-0,69	200	0,50	1,00	2,99	0,47	0,068
5	DKM016	-0,42	250	0,50	1,00	2,72	0,54	0,071
6	DKM017	-0,52	300	0,30	1,00	2,62	0,29	0,032
7	DKM018	-0,55	350	0,30	1,00	2,65	0,29	0,041
8	DKM019	-0,66	400	0,30	1,00	2,76	0,32	0,047
9	DKM020	-0,66	450	0,30	1,00	2,76	0,24	0,031
10	DKM021	-0,63	500	0,30	1,00	2,73	0,23	0,004
11	DKM022	-0,61	550	0,30	1,00	2,71	0,30	0,007
12	DKM023	-0,64	600	0,30	1,00	2,74	0,24	0,005
13	DKM024	-0,82	650	0,30	1,00	2,92	0,35	0,015
14	DKMP025	-0,59	700	0,30	1,00	2,69	0,11	0,005



Lengteprofiel 2

0,50 m voorbelasting

90 dagen ligtijd

Verticaal	Sondering	Maaiveld- hoogte [m N.A.P.]	Afstand [m]	Ontwerp- hoogte [m N.A.P.]	Zettings- comp. [m]	VB [m]	Totale ophoging [m]	Zetting 90 dgn [m]	Restzetting [m]
1	DKM040	-0,77	50	0,80	0,50	0,50	2,57	0,40	0,109
2	DKM041	-0,81	100	0,80	0,50	0,50	2,61	0,45	0,131
3	DKM042	-0,71	150	0,80	0,50	0,50	2,51	0,48	0,141
4	DKM043	-0,64	200	0,80	0,50	0,50	2,44	0,42	0,110
5	DKM044	-0,60	250	0,80	0,50	0,50	2,40	0,33	0,081
6	DKM045	-0,58	300	0,80	0,30	0,50	2,18	0,24	0,092
7	DKM046	-0,62	350	0,80	0,20	0,50	2,12	0,10	0,054
8	DKM047	-0,57	400	0,80	0,20	0,50	2,07	0,12	0,034
9	DKM048	-0,57	450	0,80	0,20	0,50	2,07	0,14	0,039
10	DKM049	-0,70	500	0,80	0,20	0,50	2,20	0,13	0,014
11	DKM050	-0,49	550	0,80	0,20	0,50	1,99	0,10	0,009
12	DKM051	-0,68	600	0,80	0,20	0,50	2,18	0,13	0,013
13	DKM052	-0,80	650	0,80	0,20	0,50	2,30	0,22	0,026
14	DKM053	-0,94	700	0,80	0,20	0,50	2,44	0,19	0,024

180 dagen ligtijd

Verticaal	Sondering	Maaiveld- hoogte [m N.A.P.]	Afstand [m]	Ontwerp- hoogte [m N.A.P.]	Zettings- comp. [m]	VB [m]	Totale ophoging [m]	Zetting 180 dgn [m]	Restzetting [m]
1	DKM040	-0,77	50	0,80	0,50	0,50	2,57	0,44	0,069
2	DKM041	-0,81	100	0,80	0,50	0,50	2,61	0,50	0,081
3	DKM042	-0,71	150	0,80	0,50	0,50	2,51	0,54	0,079
4	DKM043	-0,64	200	0,80	0,50	0,50	2,44	0,46	0,072
5	DKM044	-0,60	250	0,80	0,50	0,50	2,40	0,36	0,055
6	DKM045	-0,58	300	0,80	0,30	0,50	2,18	0,26	0,073
7	DKM046	-0,62	350	0,80	0,20	0,50	2,12	0,11	0,040
8	DKM047	-0,57	400	0,80	0,20	0,50	2,07	0,13	0,021
9	DKM048	-0,57	450	0,80	0,20	0,50	2,07	0,15	0,024
10	DKM049	-0,70	500	0,80	0,20	0,50	2,20	0,13	0,010
11	DKM050	-0,49	550	0,80	0,20	0,50	1,99	0,10	0,006
12	DKM051	-0,68	600	0,80	0,20	0,50	2,18	0,13	0,010
13	DKM052	-0,80	650	0,80	0,20	0,50	2,30	0,23	0,020
14	DKM053	-0,94	700	0,80	0,20	0,50	2,44	0,20	0,019

270 dagen ligtijd

Verticaal	Sondering	Maaiveld- hoogte [m N.A.P.]	Afstand [m]	Ontwerp- hoogte [m N.A.P.]	Zettings- comp. [m]	VB [m]	Totale ophoging [m]	Zetting 270 dgn [m]	Restzetting [m]
1	DKM040	-0,77	50	0,80	0,50	0,50	2,57	0,45	n.b
2	DKM041	-0,81	100	0,80	0,50	0,50	2,61	0,52	n.b
3	DKM042	-0,71	150	0,80	0,50	0,50	2,51	0,56	n.b
4	DKM043	-0,64	200	0,80	0,50	0,50	2,44	0,48	n.b
5	DKM044	-0,60	250	0,80	0,50	0,50	2,40	0,37	n.b
6	DKM045	-0,58	300	0,80	0,30	0,50	2,18	0,27	n.b
7	DKM046	-0,62	350	0,80	0,20	0,50	2,12	0,12	n.b
8	DKM047	-0,57	400	0,80	0,20	0,50	2,07	0,14	n.b
9	DKM048	-0,57	450	0,80	0,20	0,50	2,07	0,16	n.b
10	DKM049	-0,70	500	0,80	0,20	0,50	2,20	0,13	n.b
11	DKM050	-0,49	550	0,80	0,20	0,50	1,99	0,10	n.b
12	DKM051	-0,68	600	0,80	0,20	0,50	2,18	0,14	n.b
13	DKM052	-0,80	650	0,80	0,20	0,50	2,30	0,23	n.b
14	DKM053	-0,94	700	0,80	0,20	0,50	2,44	0,20	n.b

n.b. = niet berekend, restzetting voldoet al bij kortere ligtijd



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Lengteprofiel 2

1,00 m voorbelasting

90 dagen ligtijd

Verticaal	Sondering	Maaiveld- hoogte [m N.A.P.]	Afstand [m]	Zettings- comp. [m]	VB m	Totale ophoging [m]	zetting 90 dgn [m]	Restzetting [m]
1	DKM040	-0,77	50	0,50	1,00	3,07	0,44	0,095
2	DKM041	-0,81	100	0,50	1,00	3,11	0,5	0,113
3	DKM042	-0,71	150	0,50	1,00	3,01	0,54	0,071
4	DKM043	-0,64	200	0,50	1,00	2,94	0,48	0,094
5	DKM044	-0,60	250	0,50	1,00	2,90	0,38	0,065
6	DKM045	-0,58	300	0,30	1,00	2,68	0,28	0,056
7	DKM046	-0,62	350	0,20				n.b.
8	DKM047	-0,57	400	0,20				n.b.
9	DKM048	-0,57	450	0,20				n.b.
10	DKM049	-0,70	500	0,20				n.b.
11	DKM050	-0,49	550	0,20				n.b.
12	DKM051	-0,68	600	0,20				n.b.
13	DKM052	-0,80	650	0,20				n.b.
14	DKM053	-0,94	700	0,20				n.b.

180 dagen ligtijd

Verticaal	Sondering	Maaiveld- hoogte [m N.A.P.]	Afstand [m]	Zettings- comp. [m]	VB m	Totale ophoging [m]	zetting 180 dgn [m]	Restzetting [m]
1	DKM040	-0,77	50	0,50	1,00	3,07	0,49	0,050
2	DKM041	-0,81	100	0,50	1,00	3,11	0,56	0,056
3	DKM042	-0,71	150	0,50	1,00	3,01	0,61	0,052
4	DKM043	-0,64	200	0,50	1,00	2,94	0,52	0,050
5	DKM044	-0,60	250	0,50	1,00	2,90	0,41	0,035
6	DKM045	-0,58	300	0,30				n.b.
7	DKM046	-0,62	350	0,20				n.b.
8	DKM047	-0,57	400	0,20				n.b.
9	DKM048	-0,57	450	0,20				n.b.
10	DKM049	-0,70	500	0,20				n.b.
11	DKM050	-0,49	550	0,20				n.b.
12	DKM051	-0,68	600	0,20				n.b.
13	DKM052	-0,80	650	0,20				n.b.
14	DKM053	-0,94	700	0,20				n.b.

n.b. = niet berekend, restzetting voldoet al bij kortere ligtijd



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Lengteprofiel 3

0,50 m voorbelasting

90 dagen ligtijd

Verticaal	Sondering	Maaiveld- hoogte [m N.A.P.]	Afstand [m]	Ontwerp- hoogte [m N.A.P.]	Zettings- comp. [m]	VB [m]	Totale ophoging [m]	Zetting 90 dgn [m]	Restzetting [m]
1	DKM069	-0,98	50	0,80	0,50	0,50	2,78	0,41	0,120
2	DKM070	-0,90	100	0,80	0,50	0,50	2,70	0,34	0,081
3	DKM071	-0,89	150	0,80	0,50	0,50	2,69	0,38	0,066
4	DKM072	-0,65	200	0,80	0,50	0,50	2,45	0,36	0,123
5	DKM073	-0,74	250	0,80	0,50	0,50	2,54	0,34	0,102
6	DKM074	-0,54	300	0,80	0,30	0,50	2,14	0,18	0,057
7	DKM075	-0,30	350	0,80	0,10	0,50	1,70	0,06	0,023
8	DKM076	-0,21	400	0,80	0,10	0,50	1,61	0,04	0,009
9	DKM077	-0,25	450	0,80	0,10	0,50	1,65	0,03	0,003
10	DKM078	-0,36	500	0,80	0,10	0,50	1,76	0,08	0,070
11	DKM080	-0,34	600	0,80	0,10	0,50	1,74	0,18	0,018
12	DKM081	-0,92	650	0,80	0,10	0,50	2,32	0,14	0,017
13	DKM082	-0,64	700	0,80	0,10	0,50	2,04	0,08	0,010

180 dagen ligtijd

Verticaal	Sondering	Maaiveld- hoogte [m N.A.P.]	Afstand [m]	Ontwerp- hoogte [m N.A.P.]	Zettings- comp. [m]	VB [m]	Totale ophoging [m]	Zetting 180 dgn [m]	Restzetting [m]
1	DKM069	-0,98	50	0,80	0,50	0,50	2,78	0,44	0,087
2	DKM070	-0,90	100	0,80	0,50	0,50	2,70	0,37	0,057
3	DKM071	-0,89	150	0,80	0,50	0,50	2,69	0,41	0,041
4	DKM072	-0,65	200	0,80	0,50	0,50	2,45	0,40	0,086
5	DKM073	-0,74	250	0,80	0,50	0,50	2,54	0,36	0,079
6	DKM074	-0,54	300	0,80	0,30	0,50	2,14	0,20	0,042
7	DKM075	-0,30	350	0,80	0,10	0,50	1,70	0,07	0,015
8	DKM076	-0,21	400	0,80	0,10	0,50	1,61	0,05	0,002
9	DKM077	-0,25	450	0,80	0,10	0,50	1,65	0,03	0,002
10	DKM078	-0,36	500	0,80	0,10	0,50	1,76	0,08	0,005
11	DKM080	-0,34	600	0,80	0,10	0,50	1,74	0,18	0,013
12	DKM081	-0,92	650	0,80	0,10	0,50	2,32	0,14	0,014
13	DKM082	-0,64	700	0,80	0,10	0,50	2,04	0,08	0,007



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Lengteprofiel 3

1,00 m voorbelasting

90 dagen ligtijd

Verticaal	Sondering	Maaiveld- hoogte [m N.A.P.]	Afstand [m]	Zettings- comp. [m]	Totale ophoging [m]	Zetting 90 dgn [m]	Restzetting [m]
1	DKM069	-0,98	50	0,50	3,28	0,45	0,101
2	DKM070	-0,90	100	0,50	3,20	0,38	0,063
3	DKM071	-0,89	150	0,50	3,19	0,43	0,048
4	DKM072	-0,65	200	0,50	2,95	0,41	0,103
5	DKM073	-0,74	250	0,50	3,04	0,38	0,084
6							n.b
7							n.b
8							n.b
9							n.b
10							n.b
11							n.b
12							n.b
13							n.b

180 dagen ligtijd

Verticaal	Sondering	Maaiveld- hoogte [m N.A.P.]	Afstand [m]	Zettings- comp. [m]	Totale ophoging [m]	Zetting 180 dgn [m]	Restzetting [m]
1	DKM069	-0,98	50,00	0,50	3,28	0,49	0,064
2	DKM070	-0,90	100,00	0,50	3,20	0,41	0,036
3	DKM071	-0,89	150,00	0,50	3,19	0,45	0,019
4	DKM072	-0,65	200,00	0,50	2,95	0,45	0,061
5	DKM073	-0,74	250,00	0,50	3,04	0,41	0,057
6							n.b
7							n.b
8							n.b
9							n.b
10							n.b
11							n.b
12							n.b
13							n.b

n.b. = niet berekend, restzetting voldoet al bij kortere ligtijd



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Lengteprofiel 4

0,50 m voorbelasting

90 dagen ligtijd

Verticaal	Sondering	Maaiveld- hoogte [m N.A.P.]	Afstand [m]	Ontwerp- hoogte [m N.A.P.]	Zettings- comp. [m]	Totale ophoging [m]	Zetting 90 dgn [m]	Restzetting [m]
1	DKMP119	-0,63	50	0,80	0,20	2,13	0,19	0,064
2	DKM111	-0,47	100	0,80	0,20	1,97	0,07	0,026
3	DKM112	-0,25	150	0,80	0,20	1,75	0,07	0,012
4	DKM113	-0,38	200	0,80	0,20	1,88	0,06	0,089
5	DKM114	-0,25	250	0,80	0,20	1,75	0,09	0,004
6	DKM115	-0,42	300	0,80	0,20	1,92	0,05	0,004
7	DKM116	-0,56	350	0,80	0,20	2,06	0,13	0,012
8	DKM117	-0,67	400	0,80	0,20	2,17	0,13	0,012
9	DKM118	-0,36	450	0,80	0,20	1,86	0,12	0,007

180 dagen ligtijd

Verticaal	Sondering	Maaiveld- hoogte [m N.A.P.]	Afstand [m]	Ontwerp- hoogte [m N.A.P.]	Zettings- comp. [m]	Totale ophoging [m]	Zetting 180 dgn [m]	Restzetting [m]
1	DKMP119	-0,63	50	0,80	0,20	2,13	0,21	0,046
2	DKM111	-0,47	100	0,80	0,20	1,97	0,08	0,014
3	DKM112	-0,25	150	0,80	0,20	1,75	0,08	0,003
4	DKM113	-0,38	200	0,80	0,20	1,88	0,10	0,051
5	DKM114	-0,25	250	0,80	0,20	1,75	0,10	0,001
6	DKM115	-0,42	300	0,80	0,20	1,92	0,05	0,003
7	DKM116	-0,56	350	0,80	0,20	2,06	0,13	0,008
8	DKM117	-0,67	400	0,80	0,20	2,17	0,13	0,009
9	DKM118	-0,36	450	0,80	0,20	1,86	0,13	0,004

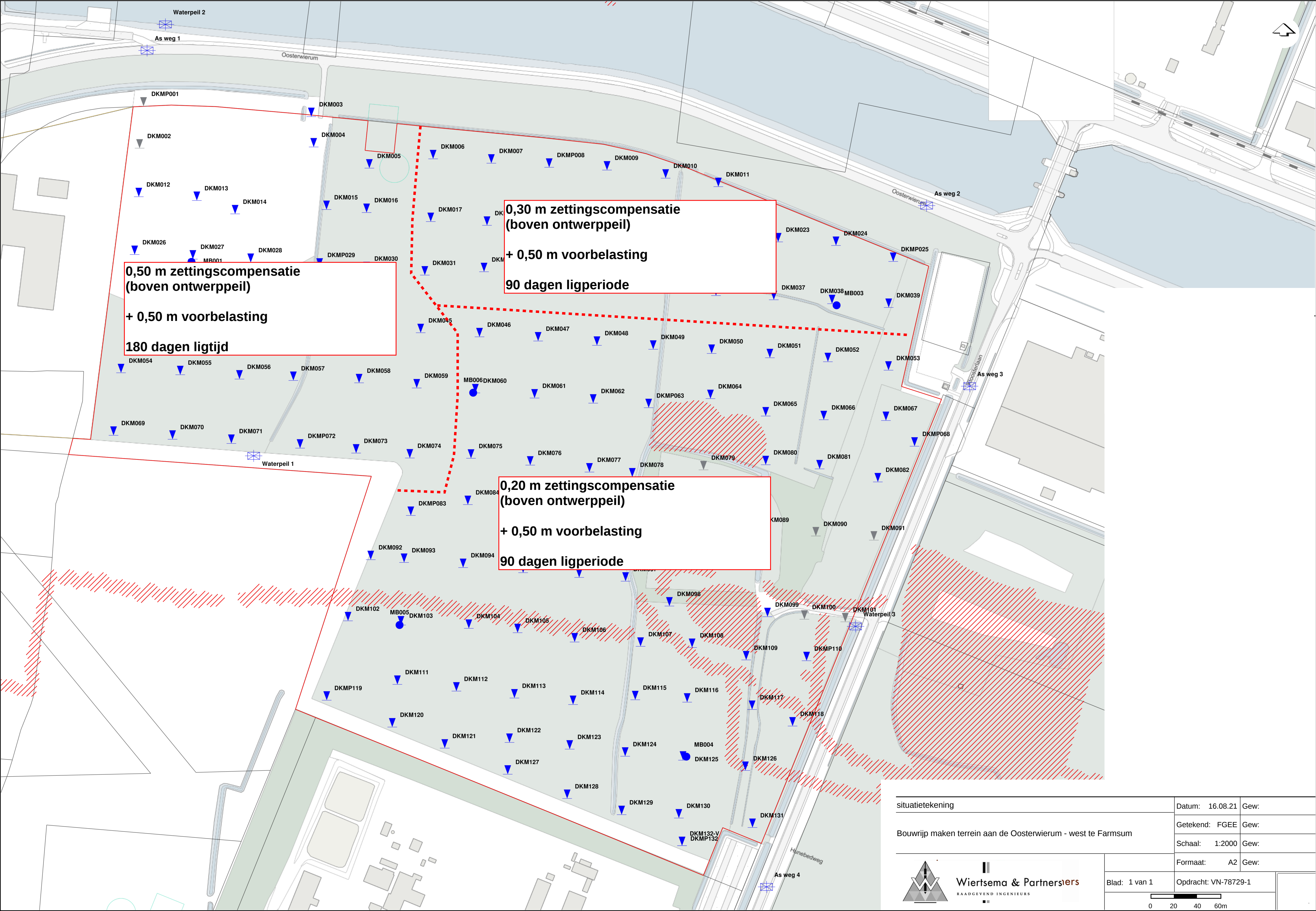


Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Bijlage 4




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



situatietekening		Datum: 16.08.21		Gew:			
Bouwrijp maken terrein aan de Oosterwierum - west te Farmsum		Getekend: FGEE		Gew:			
		Schaal: 1:2000		Gew:			
		Formaat: A2		Gew:			
 Wiertema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS			Blad: 1 van 1		Opdracht: VN-78729-1		 0 20 40 60m